

PÚBLICO

MANUAL BÁSICO CONJUNTO

MBC 3-30.64

SISTEMAS DE AERONAVES
NO TRIPULADAS

FEBRERO 2026



FUERZAS MILITARES
DE COLOMBIA

MANUAL BÁSICO CONJUNTO

MBC 3-30.64

SISTEMAS DE AERONAVES

NO TRIPULADAS

FEBRERO 2026 | PÚBLICO



FUERZAS MILITARES
DE COLOMBIA

Producto elaborado por el
Centro de Doctrina Conjunta de las Fuerzas Militares de Colombia - CEDCO
© 2026 Comando General de las Fuerzas Militares

MANUAL BÁSICO CONJUNTO
MBC 3-30.64 SISTEMAS DE AERONAVES NO TRIPULADAS
PÚBLICO
FEBRERO 2026
Impreso por
Imprenta CGFM

Restricciones de distribución: se autoriza su difusión
únicamente a las unidades incluidas en la tabla de autorización
del CEDCO.

REPÚBLICA DE COLOMBIA



FUERZAS MILITARES DE COLOMBIA COMANDO GENERAL

DISPOSICIÓN NÚMERO 008 DE 2026 (20 DE FEBRERO DE 2026)

Por la cual se aprueba la generación del
MANUAL BÁSICO CONJUNTO MBC 3-30.64
SISTEMAS DE AERONAVES NO TRIPULADAS” (PÚBLICO)

EL COMANDANTE GENERAL DE LAS FUERZAS MILITARES,

En uso de las atribuciones legales que le confiere el literal a), del numeral 26 del Decreto No. 1605 del 8 de agosto de 1988.

CONSIDERANDO:

Que conforme a lo establecido en el Decreto No. 1605 del 8 de agosto de 1988, en su numeral 26, literal a), los reglamentos y manuales de carácter general, así como las instrucciones generales, deben ser aprobados mediante disposición del Comando General de las Fuerzas Militares.

Que el Centro de Doctrina Conjunta (CEDCO), se encuentra adelantando el proceso correspondiente a la generación, actualización y estandarización de la Doctrina Conjunta, de conformidad con lo señalado en el Decreto No. 1605 del 08 de agosto de 1988 *“Por el cual se aprueba el “Reglamento de Publicaciones Militares” FFMM 3-1 (Público)”* y la Directiva Permanente No. 0124001358202/MDN-COGFM-JEMCO-SEMPE-CGDJ7 del 3 de mayo de 2024 *“Lineamientos para la generación, actualización y vigencia de la Doctrina Conjunta de las Fuerzas Militares y otras publicaciones militares”*, directiva que entre otros establece, la jerarquía doctrinal conjunta y el árbol doctrinal conjunto, en los que se determina el listado de Manuales Fundamentales Conjuntos (MFC) y Manuales Básicos Conjuntos (MBC) por generar y actualizar.

Que el señor Mayor General Subjefe de Estado Mayor de Operaciones Conjuntas (SEMOC), emitió concepto de viabilidad técnica para la generación del manual, mediante radicado No. 0125011497202/MDN-COGFM-JEMCO-SEMOC-CGDJ2-DIPLA del 16 de octubre del 2025, en el cual recomendó que *“(…) Revisado el proyecto de publicación militar para la generación de doctrina, el Manual Básico Conjunto MBC 3-30.64 “**SISTEMAS DE AERONAVES NO TRIPULADAS**”, se ajusta a la normatividad vigente y cumplió con los requisitos exigidos para su trámite, por tal motivo se determina la viabilidad del manual básico conjunto”*.

Que el señor Coronel (EC) Jefe del Departamento Conjunto de Operaciones (CGDJ3), emitió concepto de viabilidad técnica para la generación del manual, mediante radicado No. 0125011666002/MDN-COGFM-JEMCO-SEMOC-CGDJ3-DIPOI del 20 de octubre del 2025, en el cual recomendó que *“(…) Revisado el proyecto de publicación militar para la generación de doctrina, el Manual Básico Conjunto MBC 3-30.64 “**SISTEMAS DE AERONAVES NO TRIPULADAS**”, se ajusta a la normatividad vigente*

y cumplió con los requisitos exigidos para su trámite, por tal motivo se determina la viabilidad del manual básico conjunto".

Que el señor Coronel Jere del Departamento de Operaciones CCOES con Funciones Administrativas de Jefe de Estado Mayor y Segundo Comandante del CCOES, emitió concepto de viabilidad técnica para la generación del manual, mediante radicado No. 0125007939202/MDN-COGFM-JEMCO-SEMOC-CCOES-JEM del 23 de julio del 2025, en el cual recomendó que "(...) *Revisado el proyecto de publicación militar para la generación de doctrina, el Manual Básico Conjunto MBC 3-30.64 “SISTEMAS DE AERONAVES NO TRIPULADAS”, se ajusta a la normatividad vigente y cumplió con los requisitos exigidos para su trámite, por tal motivo se determina la viabilidad del manual básico conjunto*”.

Que el señor Mayor Director Dirección de Derecho Operacional de la Subjefatura de Estado Mayor Jurídica Institucional (SEMJI), emitió concepto en el ámbito jurídico – normativo relacionado con la transversalización de contenidos en Derechos Humanos y Derecho Internacional Humanitario, para la generación del manual, mediante radicado No. 0125012112702/MDN-COGFM-JEMCO-SEMJI-DIDOP del 4 de noviembre del 2025, en el cual recomendó que *“(…) Una vez leído, analizado y verificado el proyecto de Manual Básico Conjunto MBC 3-30.64 “**SISTEMAS DE AERONAVES NO TRIPULADAS**”, el mismo integra la normativa que permite transversalizar el marco de protección en Derechos Humanos y aplicación del Derecho Internacional Humanitario. Por lo tanto, el contenido del mismo se ajusta a los preceptos constitucionales, legales y doctrinales vigentes (...)*”.

Que el señor Coronel Jefe Departamento de Doctrina Conjunta del Centro de Doctrina Conjunta (CEDCO), emitió concepto de viabilidad técnica para generación del manual, mediante radicado No. 0125122213ESDEG/MDN-COGFM-JEMCO-ESDEG-SBESG-VINVE-CEDCO del 5 de noviembre del 2025, en el cual recomendó que “(...) *Revisado el proyecto de publicación militar del Manual Básico Conjunto MBC 3-30.64 “**SISTEMAS DE AERONAVES NO TRIPULADAS**”, se ajusta a la normatividad vigente y cumplió con los requisitos exigidos para su trámite, por tal motivo se determina la viabilidad del manual básico conjunto*”.

Que el señor Capitán de Navío Jefe del Departamento Conjunto de Educación Militar (CGDJ7), emitió concepto de viabilidad técnica para generación del manual, mediante radicado No. 0125012402102/MDN-COGFM-JEMCO-SEMPE-CGDJ7 del 07 de noviembre del 2025, en el cual recomendó que "(...) *Revisado el proyecto de publicación militar del Manual Básico Conjunto MBC 3-30.64 **"SISTEMAS DE AERONAVES NO TRIPULADAS"**, se ajusta a la normatividad vigente y cumplió con los requisitos exigidos para su trámite, por tal motivo se determina la viabilidad del manual básico conjunto*".

Que el señor Vicealmirante Director de la Escuela Superior de Guerra "Gral. Rafael Reyes Prieto", mediante exposición de motivos radicado No. 0125122215ESDEG/MDN-COGFM-JEMCO-ES-DEG-SBESG-VINVE-CEDCO del 5 de noviembre del 2025, expuso "*RECOMENDACIÓN: Revisado el proyecto de publicación militar del Manual Básico Conjunto MBC 3-30.64* ***"SISTEMAS DE AERONAVES NO TRIPULADAS"***, *se ajusta a la normatividad vigente y cumplió con los requisitos exigidos para su trámite, por tal motivo se determina la viabilidad del manual básico conjunto*".

Que de conformidad con lo expuesto:

DISPONE:

ARTÍCULO 1° Apruébese el **MBC 3-30.64 “SISTEMAS DE AERONAVES NO TRIPULADAS”** elaborado por el Centro de Doctrina Conjunta (CEDCO), el cual se identificará, así:

MANUAL
MBC 3-30.64
PÚBLICO
FEBRERO 2026

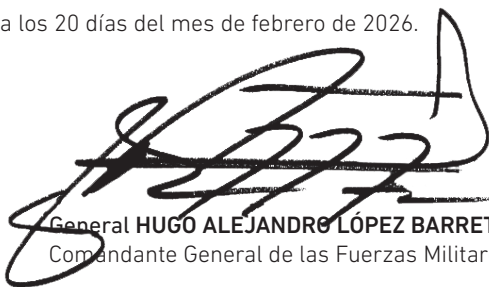
ARTÍCULO 2° Las observaciones a que dé lugar la aplicación del Manual Básico Conjunto en referencia, deben ser presentadas al Comando General de las Fuerzas Militares, a fin de estudiarlas y tenerlas en cuenta para posteriores ediciones en la forma que establece el Decreto No. 1605 de 1988, "Por el cual se aprueba el Reglamento de Publicaciones Militares" FF. MM. 3-1 Público.

ARTÍCULO 3° El Comando General de las Fuerzas Militares, dispondrá la edición del Manual Básico Conjunto aprobado en virtud de la presente Disposición.

ARTÍCULO 4° Esta Disposición rige a partir de la fecha de su expedición y deroga todas las disposiciones contrarias sobre la materia.

COMUNÍQUESE, PUBLÍQUESE Y CÚMPLASE

Dada en Bogotá D.C., a los 20 días del mes de febrero de 2026.



General HUGO ALEJANDRO LÓPEZ BARRETO
Comandante General de las Fuerzas Militares

PÁGINA DEJADA EN BLANCO INTENCIONALMENTE

PRÓLOGO

El avance de la ciencia y la tecnología ha transformado profundamente la conducción de las operaciones militares en el siglo XXI. En este contexto, la incorporación de sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) representa un salto cualitativo en las capacidades de observación, inteligencia, reconocimiento, vigilancia y fuegos, en apoyo a las operaciones conjuntas, multinacionales y de coordinación interagencial de las Fuerzas Militares de Colombia.

El Manual básico conjunto 3-30.64 “Sistemas de aeronaves no tripuladas” surge como respuesta a la necesidad de establecer un marco doctrinal común que oriente el empleo, planeamiento y operación de esta capacidad en todos los niveles de la conducción militar estratégico, operacional y táctico, garantizando su integración armónica en el Sistema de Fuerzas, en concordancia con los lineamientos del Comando General de las Fuerzas Militares.

Esta publicación doctrinal constituye un referente esencial para la consolidación del poder militar conjunto, al unificar los criterios técnicos y operativos que rigen la utilización de los UAS en apoyo de las misiones institucionales de defensa, seguridad y protección de la soberanía nacional. De igual forma, refuerza la interoperabilidad entre los componentes Ejército Nacional, Armada de Colombia y Fuerza Aeroespacial Colombiana, asegurando la estandarización de procedimientos y la optimización de los recursos en escenarios complejos y dinámicos del ambiente operacional.

Asimismo, el manual promueve la integración doctrinal con fuerzas multinacionales, organismos gubernamentales, no gubernamentales y entidades interagenciales, bajo el principio de unidad de esfuerzo y propósito, enmarcado en la Política de Defensa y Seguridad y en la Proyección Estratégica de las Fuerzas Militares.

MBC 3-30.64

SISTEMAS DE AERONAVES NO TRIPULADAS

El MBC-3-30.64 es, por tanto, una herramienta indispensable para fortalecer la planeación, ejecución y control de las operaciones conjuntas, proporcionando las bases conceptuales y técnicas que permiten a los comandantes y planificadores tomar decisiones informadas, precisas y oportunas. Su aplicación obligatoria garantizará la seguridad operacional, la eficacia táctica y la eficiencia estratégica en el empleo de los sistemas de aeronaves no tripuladas, contribuyendo al cumplimiento de la misión constitucional de las Fuerzas Militares de Colombia.



General HUGO ALEJANDRO LÓPEZ BARRETO
Comandante General de las Fuerzas Militares

FUERZAS MILITARES DE COLOMBIA



CENTRO DE DOCTRINA CONJUNTA

Generación
Manual básico conjunto
N.º 3-30.64
Público
Febrero de 2026

SISTEMAS DE AERONAVES NO TRIPULADAS

1. La presente publicación es generada como nuevo desarrollo por lo cual aun no se registran cambios.

PÁGINA DEJADA EN BLANCO INTENCIONALMENTE

CONTENIDO

PRÓLOGO	VII
----------------	------------

INTRODUCCIÓN	XV
---------------------	-----------

CAPÍTULO 1
FUNDAMENTOS DE LOS SISTEMAS DE AERONAVES NO TRIPULADAS

1.1. CONTEXTUALIZACIÓN	1-1
1.2. DEFINICIÓN	1-3
1.3. COMPONENTES DE LOS SISTEMAS DE AERONAVES NO TRIPULADAS	1-6
1.3.1. Aeronave no tripulada	1-7
1.3.2. Cargas útiles	1-7
1.3.3. Sistema de control de misión	1-9
1.3.4. Componente humano	1-10
1.3.5. Estación de control en tierra	1-14
1.3.6. Sistema de comunicación	1-15
1.3.7. Dispositivos visuales	1-16
1.4. CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE AERONAVES NO TRIPULADAS	1-16
1.4.1. Clase I	1-17
1.4.2. Clase II	1-18
1.4.3. Clase III	1-19
1.5. CAPACIDADES OPERACIONALES DE LOS SISTEMAS DE AERONAVES NO TRIPULADAS	1-20
1.6. LIMITACIONES OPERACIONALES DE LOS SISTEMAS DE AERONAVES NO TRIPULADAS	1-21
1.6.1. Enlace de datos	1-23
1.6.2. Viento	1-23
1.6.3. Turbulencia	1-24
1.6.4. Condiciones de hielo	1-24
1.6.5. Humedad	1-24
1.6.6. Salinidad	1-24

CAPÍTULO 2 EMPLEO DE SISTEMAS DE AERONAVES NO TRIPULADAS

2.1.	REQUERIMIENTOS DE INTELIGENCIA, EXPLOTACIÓN Y DIFUSIÓN	2-2
2.2.	EXPLOTACIÓN	2-3
2.2.1.	Mando y control, asignación de tareas y comunicaciones	2-4
2.2.2.	Asignación de tareas	2-6
2.2.3.	Control del espacio aéreo	2-7
2.2.4.	Planeamiento	2-8
2.2.5.	Conducción de la misión	2-11
2.3.	VENTAJAS Y DESVENTAJAS	2-13
2.4.	CONSIDERACIONES GENERALES PARA EL EMPLEO	2-14
2.5.	CONSIDERACIONES AMBIENTALES PARA EL EMPLEO	2-15
2.6.	EMPLEO TÁCTICO DE LOS UAS: TÉCNICAS	2-17
2.6.1.	Técnica de patrón circular	2-18
2.6.2.	Técnica de patrón en ocho	2-20
2.6.3.	Técnica de hueso de perro	2-21
2.6.4.	Técnica de objetivos móviles	2-22
2.6.5.	Técnica de aproximación encubierta	2-24
2.6.6.	Técnica de vuelo a baja altitud	2-26
2.6.7.	Técnica de vuelo a gran altitud	2-27
2.6.8.	Técnica de vuelo en áreas urbanas	2-28
2.6.9.	Técnica de búsqueda paralela	2-29
2.6.10.	Técnica de búsqueda sectorial	2-31
2.6.11.	Técnica de transferencia de control entre estaciones de control en tierra	2-32
2.6.12.	Técnica de repetidor aéreo entre UAS	2-34

CAPÍTULO 3 PLANEAMIENTO Y EMPLEO TÁCTICO DE SISTEMAS DE AERONAVES NO TRIPULADAS

3.1.	PROCESO DE PLANEAMIENTO CONJUNTO	3-2
3.1.1.	Análisis de la misión	3-2
3.2.	DESARROLLO DE LOS CURSOS DE ACCIÓN	3-3
3.3.	JUEGO DE GUERRA	3-4
3.4.	COMPARACIÓN DE LOS CURSOS DE ACCIÓN	3-4
3.5.	APROBACIÓN DEL CURSO DE ACCIÓN	3-5

3.6.	DESARROLLO DEL PLAN U ORDEN	3-5
3.7.	TRANSICIÓN AL PLANEAMIENTO DETALLADO (TÁCTICO)	3-6
3.8.	RESPONSABILIDAD DEL ESCALÓN TÁCTICO EN LA EJECUCIÓN	3-8
3.9.	APLICACIÓN DEL PROCESO MILITAR PARA LA TOMA DE DECISIONES EN EL EMPLEO DE LOS UAS	3-8
3.10.	COORDINACIÓN ENTRE TRIPULACIONES Y OPERADORES, INTELIGENCIA, MANTENIMIENTO Y C2	3-9
3.11.	EJECUCIÓN DE LAS TAREAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	3-10
3.11.1.	Coordinación entre tripulación, sensores y elementos de mando y control	3-11
3.11.2.	Factores operacionales para la recolección de información	3-12
3.11.3.	Sincronización con el proceso de inteligencia	3-12
3.12.	GESTIÓN DEL RIESGO EN OPERACIONES CON SISTEMAS DE AERONAVES NO TRIPULADAS	3-13
3.13.	EVALUACIÓN DE LAS MISIONES DE SISTEMAS DE AERONAVES NO TRIPULADAS	3-14
3.14.	INTEROPERABILIDAD EN EL EMPLEO DE SISTEMAS DE AERONAVES NO TRIPULADAS	3-16

CAPÍTULO 4

ACCIONES DEFENSIVAS CONTRA SISTEMAS DE AERONAVES NO TRIPULADAS

4.1.	ACCIONES DEFENSIVAS CONTRA SISTEMAS DE AERONAVES NO TRIPULADAS	4-2
4.1.1.	Medidas pasivas	4-3
4.1.2.	Medidas activas	4-7

CAPÍTULO 5

ACCIONES OFENSIVAS CONTRA SISTEMAS DE AERONAVES NO TRIPULADAS

5.1.	PREPARACIÓN DE INTELIGENCIA CONJUNTA DEL AMBIENTE OPERACIONAL	5-2
5.2.	RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	5-5
5.3.	PROCESO DE SELECCIÓN Y PRIORIZACIÓN DE BLANCOS	5-7
5.4.	CONSIDERACIONES CONJUNTAS	5-8

ANEXO A	EMPLEO OFENSIVO DE SISTEMAS DE AERONAVES NO TRIPULADAS Y CONTROL DEL ESPACIO AÉREO	A-1
1.	CONTEXTO DOCTRINAL	A-1
2.	EMPLEO EN OPERACIONES DE ATAQUE	A-2
3.	TIPOLOGÍA Y CAPACIDADES	A-2
4.	DISTINCIÓN CON ACCIONES CONTRA SISTEMAS DE AERONAVES NO TRIPULADAS	A-3
5.	CONSIDERACIONES NACIONALES (RACAE 94)	A-4
6.	CONTROL DEL ESPACIO AÉREO	A-5
7.	DIFERENCIACIÓN CONCEPTUAL ENTRE AERONAVES NO TRIPULADAS IRREGULARES Y EMPLEO MILITAR REGULAR	A-6
8.	CLASIFICACIÓN DOCTRINAL CONSOLIDADA DE UAS Y UA OFENSIVOS	A-8

GLOSARIO		
1.	SIGLAS Y ACRÓNIMOS	GLOSARIO-1
2.	TÉRMINOS	GLOSARIO-5

REFERENCIAS	REFERENCIAS-1
--------------------	---------------

INTRODUCCIÓN

El Manual básico conjunto 3-30.64 “Sistemas de aeronaves no tripuladas” constituye un documento esencial para el empleo operativo (técnico) de esta capacidad en las Fuerzas Militares (FF. MM.) de Colombia, ya que establece los fundamentos doctrinales y los principios que guían la integración de los sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) en el planeamiento y ejecución de operaciones conjuntas. Esta publicación ha sido preparada bajo la dirección del comandante General de las Fuerzas Militares (CDT-GFM), y proporciona una doctrina conjunta destinada a regir las actividades y el empleo de los UAS en apoyo a las operaciones de las Fuerzas Militares de Colombia.

El manual desarrolla conceptos básicos, técnicas y procedimientos estándar que permiten la correcta operación, planeamiento, empleo e integración de los sistemas UAS en los niveles estratégico, operacional y táctico. Asimismo, establece las consideraciones necesarias para su empleo coordinado con otros sistemas de combate, de apoyo y de inteligencia dentro de la configuración del ambiente operacional (OE), para así fortalecer la toma de decisiones por parte de los comandantes con las distintas metodologías de planeamiento.

Además, proporciona lineamientos para la interoperabilidad de los sistemas UAS con fuerzas multinacionales, organizaciones gubernamentales, organizaciones no gubernamentales (ONG) y asociados interagenciales, en concordancia con los principios de estandarización y unificación de la doctrina militar. La doctrina conjunta establecida en la presente publicación se aplica al Estado Mayor Conjunto (EMC) de las Fuerzas Militares, a los comandos conjuntos, a los comandos subordinados, a los componentes y fuerzas de tarea conjuntas y a todo el personal técnico y operativo relacionado con la capacidad, y prescribe el uso obligatorio de sus procedimientos para elevar los niveles de seguridad, eficacia y eficiencia operacional.

MBC 3-30.64

SISTEMAS DE AERONAVES NO TRIPULADAS

Finalmente, conviene advertir que la intención de este manual no es restringir la autoridad de los comandantes de fuerza conjunta para emplear los UAS de la manera que consideren más apropiada, según las condiciones del ambiente operacional, sino proporcionar una guía doctrinal que asegure la unidad de esfuerzo y el logro efectivo de los objetivos establecidos en las operaciones conjuntas.

Los términos definidos se encuentran identificados en el cuerpo del texto con ***cursiva*** y **negrilla**, si su proponente es esta publicación, y se acompañan por un asterisco(*) en el glosario. Dichos términos serán incluidos en la próxima actualización del MBC 1-02.1 Para las otras definiciones, el término va en *cursiva* y el número de la publicación proponente le sigue a la definición.

El proponente del presente MBC 3-30.64 es el Centro de Doctrina Conjunta, por lo cual los comentarios o recomendaciones respecto de este deben hacerse llegar al correo: cedco@esdegue.edu.co

CAPÍTULO 1

FUNDAMENTOS DE LOS SISTEMAS DE AERONAVES NO TRIPULADAS

1.1. CONTEXTUALIZACIÓN

(1-1) El control del aire es una de las prioridades estratégicas de la fuerza conjunta; en especial, cuando el enemigo, adversario o amenaza pueden poner en riesgo a las fuerzas amigas mediante operaciones aéreas ofensivas o capacidades de antiacceso (A2) y negación de área (AD). En ese contexto operacional, caracterizado por amenazas como misiles balísticos y de crucero, aeronaves avanzadas, vehículos hipersónicos y sistemas integrados de defensa antiaérea (IADS), los sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) se consolidan como capacidades diferenciales a fin de ampliar el entendimiento y conocimiento de la situación, apoyar la superioridad aérea y mitigar riesgos para plataformas tripuladas.

(1-2) La integración efectiva de los UAS en el espacio aéreo compartido exige el cumplimiento de estrictos estándares de aeronavegabilidad y operación, como los establecidos en los acuerdos de estandarización de la OTAN, los cuales proporcionan criterios esenciales para el diseño, certificación y empleo seguro de

UAS
Sistemas de aeronaves no tripuladas

OTAN
Organización del Tratado del Atlántico Norte

UAS

Sistemas de aeronaves no tripuladas

estos sistemas. En el caso colombiano, cuando dichas operaciones se realizan fuera de zonas segregadas o exclusivas de entrenamiento, deben considerarse las disposiciones del Reglamento Aeronáutico Colombiano (RAC), particularmente las parte 91 y 101 en cuanto a altitudes, comunicaciones y requisitos técnicos. Estas referencias normativas, que complementan el marco doctrinal, permiten garantizar que los UAS puedan operar de forma segura junto a aeronaves tripuladas, especialmente en ambientes donde la densidad de amenazas impone altos niveles de exigencia técnica y doctrinal.

(1-3) Al estar dotados de sensores de vigilancia, capacidades de inteligencia, vigilancia y reconocimiento (ISR), y al ser operados de manera remota desde estaciones de control seguras, los UAS contribuyen significativamente a las misiones de supresión de defensas antiaéreas enemigas (SEAD), detección de amenazas aéreas, evaluación de daños en combate en tiempo real y designación de blancos; todo ello, sin exponer de forma directa a las tripulaciones humanas. Así, su empleo bajo estándares interoperables no solo fortalece la resiliencia operacional sino que también habilita una respuesta más flexible, persistente y ética ante los desafíos del ambiente aéreo moderno.

(1-4) En el marco descrito, resulta indispensable establecer un entendimiento compartido sobre qué constituyen los sistemas de aeronaves no tripuladas, sus componentes esenciales y su clasificación doctrinal. Hacerlo no solo facilita su integración de manera eficaz de tales sistemas en operaciones conjuntas y combinadas, sino que también permite alinear su empleo con los niveles estratégico, operacional y táctico de la guerra. Seguidamente, se presenta una aproximación estructurada a los UAS, en concordancia con los lineamientos vigentes y los estándares internacionales aplicables.

1.2. DEFINICIÓN

(1-5) Los **sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS)** son definidos como un **conjunto integrado cuyos componentes incluyen una o más aeronaves no tripuladas, los segmentos de control en tierra, los enlaces de comunicaciones y todos los equipos, personal y redes de apoyo necesarios para su operación segura y efectiva.** Esta definición subraya que el UAS no se limita al vehículo aéreo o aeronave en sí, sino que abarca toda la arquitectura que permite su funcionamiento.

(1-6) Los UAS comprenden factores técnicos y humanos interrelacionados, tales como el diseño y desempeño del sistema, el entrenamiento del personal, los procedimientos operacionales estandarizados, los sistemas de apoyo logístico y las capacidades de interoperabilidad. Estos componentes permiten que el sistema opere de manera coordinada dentro del ambiente aéreo, y que cumpla así con los estándares de seguridad y aeronavegabilidad requeridos para misiones conjuntas y combinadas.

(1-7) En el ámbito de la doctrina multinacional y técnico se ha consolidado el empleo del término sistema de aeronaves no tripuladas (UAS) como referencia general a todas las plataformas aéreas operadas sin piloto a bordo. De manera complementaria, el término sistema de aeronaves remotamente pilotadas (RPAS) se emplea para designar los sistemas que, dentro del conjunto de UAS, requieren control humano directo durante su operación.

(1-8) Su capacidad en las operaciones militares se conduce e integra operacionalmente por medio de actividades, tareas, técnicas y procedimientos aplicados en los distintos niveles de la guerra. Esta integración considera la arquitectura de inteligencia y comunicaciones, la cual permite el flujo de información de acuerdo con los requerimientos de información crítica del comandante (RICC), los requerimientos prioritarios de inteligencia

UAS

Sistemas de aeronaves no tripuladas

 **SISTEMAS DE AERONAVES NO TRIPULADAS**

Conjunto integrado cuyos componentes incluyen una o más aeronaves no tripuladas, los segmentos de control en tierra, los enlaces de comunicaciones y todos los equipos, personal y redes de apoyo necesarios para su operación segura y efectiva.

MBC 3-30.64 (1-5)

UAS

(RPI) y los requerimientos de información de las propias tropas (RIPT), en apoyo a las operaciones militares.

(1-9) De este modo, el mando y control (C2) en la conducción de operaciones se fundamenta en la aplicación disciplinada del ejercicio del mando tipo misión (MTM), la cual busca equilibrar el arte del mando con la ciencia del control. Esta ejercicio permite empoderar a líderes ágiles y adaptables, capaces de explotar la iniciativa, actuar de manera descentralizada y responder de forma oportuna a la dinámica del ambiente operacional, siempre alineados con la intención del comandante.

(1-10) La adopción de este enfoque no solo fortalece el mando tipo misión como elemento central de la conducción de operaciones, sino que también garantiza la unidad de esfuerzo, la sincronización de las acciones y el apoyo efectivo a los comandantes de fuerza conjunta en la toma de decisiones durante todas las fases de la operación.

(1-11) En este marco de conducción operacional, el estado mayor de la fuerza conjunta desempeña un papel esencial en el planeamiento y ejecución de las operaciones, y se destaca, por tanto, en funciones relevantes dentro de la función de conducción de la guerra inteligencia. Una vez establecidos los requerimientos de información, orienta de manera precisa el esfuerzo de la sección de estado mayor de inteligencia hacia su cumplimiento realizando evaluaciones continuas de la situación y ajustando las prioridades en función de las necesidades operacionales. Este proceso permite la asignación oportuna de unidades y medios en apoyo a las operaciones en desarrollo.

(1-12) Adicionalmente, en concordancia con el principio de unidad de esfuerzo propio del mando tipo misión, las actividades de inteligencia, vigilancia y reconocimiento se integran y sincronizan para optimizar el empleo de sensores, sistemas de recolección y procesamiento de información. De esta manera, se asegura un apoyo efectivo y permanente al proceso militar para la

toma de decisiones (PMTD), para así fortalecer la acción unificada de las fuerzas mediante la implementación del proceso de inteligencia y el énfasis en la unión de esfuerzos de inteligencia (UNESI), en beneficio de las operaciones actuales y futuras. En este contexto, y considerando la necesidad de integrar capacidades tecnológicas avanzadas que garanticen la efectividad operacional, la interoperabilidad y el sostenimiento, resulta esencial conocer y entender la estructura y los elementos que conforman un UAS. En la figura 1-1, se presenta su organización fundamental, basada en los principios de integración de mando, control, comunicaciones, computadores, inteligencia, vigilancia y reconocimiento (C4ISR), doctrina conjunta y sostenimiento.

Figura 1-1. Estructura de un sistema de aeronaves no tripuladas.



(1-13) Los sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) constituyen una capacidad fundamental para el comandante y su estado mayor en el planeamiento y la ejecución de operaciones en todos los niveles de la guerra. Su integración operacional, orientada por el proceso de planeamiento conjunto (PPCO) y conforme a directrices

como la guía estratégica, permite optimizar la configuración del ambiente operacional y obtener superioridad tecnológica frente a la amenaza.

(1-14) Cada componente de fuerza conjunta y Fuerzas aplica sus metodologías de planeamiento específicas para integrar esta capacidad: el proceso militar para la toma de decisiones (PMTD) en el componente terrestre y componente aéreo, y en el proceso de planeamiento naval (PPN), en el componente marítimo.

(1-15) El empleo de los sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) como medio de recolección de información (MRI), retransmisión o ataque contribuye de manera directa a reducir la incertidumbre en ambientes caracterizados por la expansión de áreas urbanas y los conflictos armados prolongados, fortaleciendo las actividades de planeamiento, preparación, ejecución y evaluación de las operaciones. La información obtenida mediante los UAS, cuando es procesada y analizada conjuntamente con otros medios de recolección, se convierte en inteligencia que mejora el entendimiento del ambiente operacional y proporciona al comandante de la fuerza conjunta insumos fundamentales para apoyar la toma de decisiones oportuna y eficaz en la conducción de operaciones conjuntas.

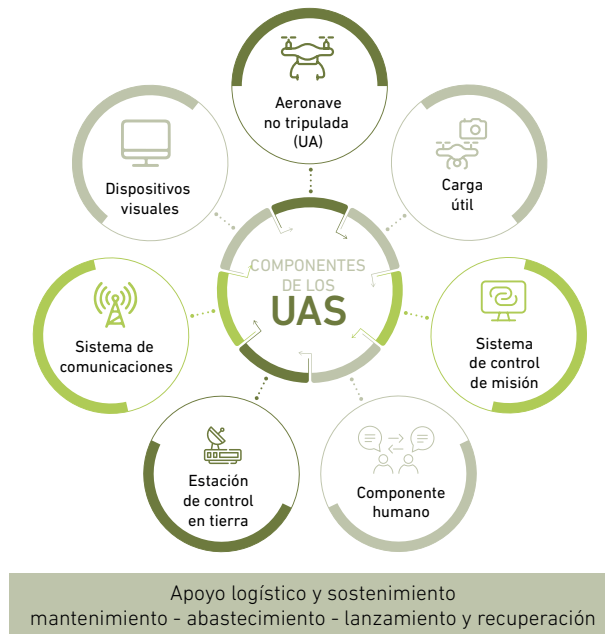
UAS

Sistemas de aeronaves no tripuladas

1.3. COMPONENTES DE LOS SISTEMAS DE AERONAVES NO TRIPULADAS

(1-16) Los sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) están compuestos por la aeronave no tripulada (UA), la carga útil, el sistema de control de misión, el componente humano, la estación de control en tierra, el sistema de comunicaciones y los dispositivos visuales, así como por otros elementos de apoyo logístico y de soporte necesarios para garantizar su operación.

Figura 1-2. Componentes de un sistema de aeronaves no tripuladas.



1.3.1. AERONAVE NO TRIPULADA

(1-17) Una aeronave no tripulada es un vehículo aéreo que no transporta operadores humanos a bordo y puede ser controlado de forma remota mediante distintos niveles variables de autonomía. Estas aeronaves, normalmente son recuperables, pueden ser de ala fija, ala rotatoria o vehículos más ligeros que el aire, y son capaces de transportar cargas útiles, ya sean letales o no letales. La aeronave, junto con los sistemas de control, los enlaces de datos y los equipos de soporte, conforma un sistema de aeronave no tripulada (UAS), integrado por sistemas de propulsión, aviónica, navegación, comunicaciones y suministro de combustible.

1.3.2. CARGAS ÚTILES

(1-18) Las cargas útiles son los equipos transportados a bordo de una aeronave no tripulada (UA) diseñados para cumplir misiones específicas, y pueden estar instalados de manera interna o externa al fuselaje. Conforme a los estándares de interoperabilidad y empleo operacional

MBC 3-30.64

SISTEMAS DE AERONAVES NO TRIPULADAS

OTAN

Organización del Tratado
del Atlántico Norte

establecidos en los acuerdos de estandarización de la OTAN, las cargas útiles incluyen sensores, sistemas de comunicaciones y, en algunos casos, armas letales o no letales.

(1-19) Existen diversas clases de cargas útiles según su funcionalidad: sensores electroópticos (EO), infrarrojos (IR), radar de apertura sintética (SAR) radar de apertura sintética inversa (ISAR), radares de búsqueda marítima, sistemas de detección por luz y distancia (LIDAR), sensores para empleo en la inteligencia de señales (SIGINT) e inteligencia de imágenes (IMINT). También se emplean cargas útiles especializadas en apoyo a tareas de colaboración militar a la autoridad civil (COMAC) –particularmente, en los ámbitos químico, biológico, radiológico y nuclear (QBRN)–, así como cámaras multiespectrales, hiperspectrales, iluminadores y designadores láser.

(1-20) Las cargas útiles de comunicaciones amplían las capacidades de transmisión de voz y datos mediante relés o repetidoras instaladas en la UA, lo que permite extender los enlaces de comunicaciones tácticas, incrementar la conectividad entre tropas y ampliar el alcance de operaciones conjuntas.

(1-21) Asimismo, las cargas útiles armadas incluyen misiles, bombas y sistemas no letales diseñados para la guerra electrónica (ataques electromagnéticos, acústicos, de energía dirigida o cinética), cuya finalidad es neutralizar o incapacitar personal, equipos o infraestructura del enemigo, adversario o amenaza. En línea con las tendencias actuales de empleo logístico de UAS, algunos sistemas también integran cargas útiles para el transporte de suministros esenciales, como medicinas y municiones; incluso, se proyecta su uso en el transporte táctico de personal en el campo de combate.

1.3.2.1. Sensores

(1-22) Los sensores integrados en los sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) son elementos programables

UA

Aeronave no tripulada

diseñados para captar y transmitir datos de diversas magnitudes, y así cumplir funciones esenciales de recolección de información en apoyo a las operaciones. Dentro de las cargas útiles, se incluyen sensores electroópticos, que combinan componentes electrónicos y ópticos para capturar imágenes y video en el espectro electromagnético (EMS), para optimizar la generación de datos y metadatos. También destacan los sensores infrarrojos, capaces de operar en diferentes longitudes de onda (infrarrojo de onda corta [SWIR], media [MWIR] e infrarrojo de onda larga [LWIR]), que permiten detectar variaciones de temperatura y emisiones de radiación electromagnética, esenciales para discriminar entre diferentes tipos de objetivos y condiciones ambientales. Los radares embarcados, como los radares convencionales y los radares de apertura sintética, proporcionan imágenes de alta resolución a grandes distancias, a fin de superar las limitaciones de los sensores ópticos en ambientes de baja visibilidad.

(1-23) Como complemento de estas capacidades, los UAS emplean sensores de inteligencia de señales para interceptar y explotar información del espectro electromagnético en las áreas operacionales, y sensores hiperespectrales, que capturan múltiples bandas del espectro para la clasificación detallada de superficies y materiales. Asimismo, en apoyo a las tareas de colaboración militar a la autoridad civil, se utilizan sensores especializados en la detección de agentes químicos, biológicos, radiológicos y nucleares, esenciales para identificar tempranamente amenazas no convencionales. La integración de estos sistemas de sensores, conforme a los principios de interoperabilidad, maximiza la capacidad de los UAS para proporcionar inteligencia precisa, oportuna y accionable en apoyo a la toma de decisiones del comandante de fuerza conjunta.

UAS

Sistemas de aeronaves no tripuladas

1.3.3. SISTEMA DE CONTROL DE MISIÓN

(1-24) Los sistemas de control de misión (MCS, por su sigla en inglés) constituyen un elemento clave para la

MCS

Sistemas de control de misión

UAS

Sistemas de aeronaves no tripuladas

operación efectiva de los sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS), al habilitar el planeamiento, la conducción y la supervisión de las misiones. En su empleo, el MCS se articula con los componentes tecnológicos, humanos y de soporte requeridos para configurar, operar y supervisar los distintos elementos del UAS, incluso aquellos que operan con cierto grado de autonomía. En este contexto, la estación de control en tierra (GCS, por su sigla en inglés) constituye el principal medio físico desde el cual se gestionan los parámetros de vuelo, el control de la carga útil, las comunicaciones, el planeamiento de misión y la explotación inicial de datos. A su vez, el sistema de comunicaciones, conforme a los principios de interoperabilidad establecidos, garantiza la conectividad entre la aeronave y los demás componentes por medio de enlaces de datos que aseguren cobertura, recepción, transmisión y control en tiempo real. Finalmente, el apoyo logístico constituye un factor clave para las actividades de sostenimiento del sistema, pues abarca el mantenimiento, el abastecimiento y la disponibilidad de medios, asegurando la continuidad funcional y operacional del sistema de aeronave no tripulada en distintos ambientes operacionales.

1.3.4. COMPONENTE HUMANO

(1-25) El componente humano constituye el eje central para el empleo, operación y sostenimiento de los sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS), al ser el responsable de su configuración, supervisión y control, incluso en los sistemas que incorporan funciones con distintos niveles de autonomía. El componente está conformado por el personal que integra las tripulaciones del sistema; entre ellos:

COMPONENTE HUMANO

- Operador comandante de misión (OCM), piloto remoto.
- Operador de misión (OMI).
- Operadores soporte a la misión (OSM).

- Operador comandante de misión (OCM), piloto remoto.
- Operador de misión (OMI).
- Operadores soporte a la misión (OSM), que, a su vez, puede ser integrado por:

- Operador de la aeronave no tripulada.
- Operador de sensores.
- Operador de lanzamiento y recuperación de la aeronave.
- Técnicos de mantenimiento.
- Especialistas y programadores

(1-26) Por otra parte, el planeamiento y preparación de las operaciones UAS involucra personal no tripulante, cuya función es garantizar que se cumplan los requerimientos de sostenimiento durante todas las fases de la misión, en los distintos escalones tácticos de la conducción de las operaciones.

UAS

Sistemas de aeronaves no tripuladas

1.3.4.1. Operador comandante de misión

(1-27) En relación con el empleo del poder de combate, los comandantes de fuerza conjunta disponen de tres medios principales para estructurar sus capacidades: la adaptación de la fuerza, la organización por tareas y el apoyo mutuo (ver el MFC 1.0). La adaptación de la fuerza permite seleccionar y proyectar, en secuencia, las unidades más capacitadas para cada fase de la campaña, mientras que la organización por tareas define la composición precisa de unidades y apoyos requeridos para cumplir misiones específicas, bajo relaciones claras de mando y apoyo. Estas acciones se materializan en un ambiente operacional complejo, donde el éxito de la maniobra conjunta depende de la capacidad para integrar elementos especializados que respondan con precisión a los requerimientos del comandante.

(1-28) En este contexto, el operador comandante de misión surge como un elemento dentro de los paquetes funcionales que componen las unidades organizadas por tareas. Su rol como líder de la tripulación UAS, personal certificado y coordinador del empleo táctico de estas capacidades, asegura que la integración de estos sistemas de aeronaves contribuya de manera directa a los fines de la operación conjunta. La presencia del

NOTA

La normativa nacional (RACAE 94 – Enmienda 2, 2025) diferencia entre *piloto remoto* —aplicable a sistemas RPAS certificados que requieren licencia y habilitación— y *operador*, entendido como el personal vinculado a la operación de UAS en sentido amplio. Sin embargo, la doctrina multinacional (OTAN y EE. UU.) emplea los términos *Remote Pilot* y *Operator* de manera diferenciada: el primero hace referencia al control directo de la aeronave, mientras que el segundo abarca funciones asociadas a cargas útiles, sensores o apoyo de misión. Con el fin de garantizar interoperabilidad en escenarios combinados, este manual acoge la terminología doctrinal multinacional como referencia complementaria, sin contradecir el marco normativo nacional vigente.

OTAN

Organización del Tratado
del Atlántico Norte

UAS

Sistemas de aeronaves no
tripuladas

operador comandante de misión en las estructuras adaptadas refleja la necesidad de contar con personal idóneo que, desde su función técnica y operacional, permita traducir la intención del comandante en acciones precisas de recolección, vigilancia, apoyo a la función de conducción de la guerra Fuegos o Inteligencia, en concordancia con las relaciones funcionales establecidas en el marco de la organización por tareas.

(1-29) El operador comandante de la misión es el integrante capacitado, entrenado y certificado para operar aeronaves no tripuladas, liderar a la tripulación y apoyar todas las actividades del proceso de operaciones: planeamiento, preparación, ejecución y evaluación de la misión. En las plataformas clase I-C, II y III, según la clasificación doctrinal de la OTAN y acuerdos de estandarización (STANAG) vigentes, asume el rol de Piloto Remoto, por lo cual tiene la máxima autoridad y responsabilidad de la aeronave durante la misión. Su participación garantiza que el empleo del UAS se articule con precisión a la maniobra conjunta, y se ejecute de forma sincronizada con los efectos deseados en el ambiente operacional.

(1-30) Durante la ejecución de las misiones, el operador comandante de la misión cumple de forma decisiva con gestionar y sincronizar la información recolectada; especialmente, en apoyo a las actividades de inteligencia, vigilancia y reconocimiento. Una vez obtenidos los datos, el operador comandante de misión (OCM) integra los productos iniciales con la sección de inteligencia, para fortalecer el proceso de toma de decisiones del comandante. En misiones especializadas, como las de inteligencia, se integra a las competencias, de forma coordinada y sincronizada, con el personal de inteligencia interpretando los requerimientos prioritarios de inteligencia, y asesorando sobre el empleo óptimo del UAS. Su liderazgo técnico-operativo constituye una de las medidas concretas que permiten alcanzar el estado final deseado, conforme a la intención del comandante de fuerza conjunta y dentro del esquema de mando y apoyo de las operaciones conjuntas.

1.3.4.2. Operador de misión

(1-31) El operador de misión es un integrante de la tripulación UAS responsable de apoyar el planeamiento, preparación y ejecución de la misión. Entre sus funciones se encuentran elaborar la documentación operacional, establecer comunicaciones con el control de tráfico aéreo (ATC) y coordinar los procedimientos conforme al tipo de espacio aéreo (controlado o no controlado), de acuerdo con la reglamentación aeronáutica vigente. Asimismo, realiza el planeamiento en coordinación con el operador de la aeronave no tripulada, participa en el lanzamiento de la UA según las indicaciones operacionales, verifica las elevaciones del terreno en la ruta de vuelo y supervisa las actividades de mantenimiento hechas por el personal de soporte, con el fin de asegurar el cumplimiento de los estándares fijados en el programa de mantenimiento.

(1-32) En operaciones de inteligencia se designa un operador de misión de inteligencia, cuyo papel principal es asistir al operador de sensores en el desarrollo de la misión; especialmente, sobre recolección de información. Este operador participa activamente en seleccionar técnicas de inteligencia, vigilancia y reconocimiento, la organización de actividades específicas y el tratamiento inicial de la información recolectada. Para ello, emplea herramientas de software y hardware que permiten clasificar, procesar y distribuir los datos recolectados, y asegurar así su integración con las demás disciplinas de inteligencia. Su rol contribuye de forma directa a que se cumplan los requerimientos prioritarios de inteligencia y al fortalecimiento del proceso de inteligencia en apoyo a la intención del comandante de fuerza conjunta.

1.3.4.3. Operadores soporte a la misión

(1-33) El equipo de operadores soporte a la misión puede estar integrado por:

UAS

Sistemas de aeronaves no tripuladas

UA

Aeronave no tripulada

OPERADORES SOPORTE A LA MISIÓN

- Operador de la aeronave no tripulada.
- Operador de sensores.
- Operador de lanzamiento y recuperación de la aeronave.
- Técnicos de mantenimiento.
- Especialistas y programadores

UAS

Sistemas de aeronaves no tripuladas

- **Operador de la aeronave no tripulada:** El personal que opera las aeronaves no tripuladas clase I(A), 1 (B) debe ser idóneo, entrenado, capacitado y certificado en la operación de este tipo de aeronaves.
- **Operador de sensores:** Es el personal idóneo, entrenado, capacitado y certificado en la operación de los sensores instalados en la aeronave no tripulada (UA), que ejecuta diferentes tareas.
- **Operador de lanzamiento y recuperación de la aeronave:** Este personal cumple funciones para preparar y ejecutar la operación del sistema de lanzamiento y recuperación de la aeronave, según el grado de complejidad del mismo sistema.
- **Técnicos de mantenimiento:** Es el personal idóneo, entrenado y capacitado para el mantenimiento y reparación de los UAS, dependiendo del nivel autorizado por la casa fabricante.
- **Especialistas y programadores:** Son quienes tienen un nivel avanzado de entrenamiento y capacitación para hacer mantenimiento especializado; adicionalmente, llevan a cabo la programación de sistemas que ayuden a la operación de los UAS.

1.3.5. ESTACIÓN DE CONTROL EN TIERRA

(1-34) La estación de control en tierra es un componente tecnológico compuesto por *software* y *hardware* cuyo propósito es conducir aspectos de la aeronave no tripulada; entre ellos, los parámetros de vuelo, el control de la carga útil, las comunicaciones, el planeamiento, la ejecución de la misión y la recepción y transmisión de información. Dichas estaciones de control en tierra se configuran en fijas y móviles; están implementadas en plataformas móviles, aviones tripulados, bases fijas o patrullas móviles, entre otros.

(1-35) Una de las características de las estaciones de control en tierra es que desarrollan tareas de control a

múltiples aeronaves no tripuladas; en dichas tareas se deben tener en cuenta los parámetros de cobertura de acuerdo con la clasificación UAS y la interoperabilidad de las cargas útiles según los procedimientos operacionales estandarizados.

UAS

Sistemas de aeronaves no tripuladas

1.3.6. SISTEMA DE COMUNICACIÓN

(1-36) Es el conjunto de elementos que permiten el intercambio de datos e información entre los distintos componentes del UAS. La comunicación entre la estación de control en tierra y la aeronave requiere un sistema de comunicación que garantice el enlace, cobertura, proyección, recepción y transmisión de información en las misiones de las aeronaves no tripuladas.

(1-37) Los enlaces de datos del UAS suministran directamente a la Fuerza en tierra productos que aportan al desarrollo de las operaciones militares al compartir recursos e información. Mediante el empleo y aprovechamiento de distintas redes y nodos de comunicación, se dirige la información a terminales de video remoto (RVT, por su sigla en inglés), dispositivos móviles tecnológicos, pantallas o monitores, entre otros.

(1-38) La arquitectura de comunicaciones a través del mando tipo misión y la arquitectura de inteligencia garantizan el flujo de los productos generados por los UAS en apoyo a las operaciones. También son empleadas en la función de conducción de la guerra Inteligencia, ya que son flexibles y ajustables a los procedimientos, personal, organización y equipos (*software/hardware*) para suministrar la información de manera oportuna al comandante, a fin de que pueda entender, visualizar y describir el ambiente operacional, y así orientar las tropas que están bajo su mando y controlar las operaciones.

UAS

Sistemas de aeronaves no tripuladas

NOTA

Para efectos de interoperabilidad y estandarización doctrinal, este manual adopta la clasificación de UAS establecida en la doctrina multinacional (OTAN) y acuerdos de estandarización (SATANAG). Sin embargo, en el ámbito nacional, la Autoridad Aeronáutica de la Aviación de Estado (AAAES) regula la operación de aeronaves no tripuladas a través del RACAE 94, el cual establece una clasificación propia para fines regulatorios. En consecuencia, las Fuerzas Militares deberán aplicar la clasificación OTAN en el marco doctrinal y de operaciones combinadas, y el RACAE 94 en los aspectos administrativos y regulatorios internos.

1.3.7. DISPOSITIVOS VISUALES

(1-39) Los dispositivos visuales son medios tecnológicos diseñados para la recepción, visualización y difusión de productos generados por los sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS), incluyendo datos, información de combate e inteligencia. Estos dispositivos permiten representar la información recolectada por las cargas útiles del UAS en múltiples formatos (gráfico, audiovisual, sonoro, entre otros) y constituyen una interfaz esencial entre los sensores embarcados y los usuarios de los componentes de fuerza. Su propósito es facilitar la explotación oportuna de los productos de inteligencia, vigilancia y reconocimiento, para asegurar su integración con otros sistemas de mando y control, en apoyo a la toma de decisiones del comandante.

1.4. CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE AERONAVES NO TRIPULADAS

(1-40) La clasificación de los sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) adoptada por la doctrina multinacional responde a la necesidad de estandarizar capacidades técnicas y operacionales en función de los niveles de conducción de la guerra: estratégico, operacional y táctico. Esta segmentación permite al comandante de fuerza conjunta asignar medios no tripulados de forma coherente con los efectos deseados, para asegurar eficiencia, interoperabilidad y seguridad en el empleo conjunto. La experiencia reciente en escenarios de alta intensidad, como el conflicto en Ucrania, ha acelerado la adopción de nuevas subcategorías tecnológicas, incluyendo sistemas autónomos, enjambres y plataformas dotadas de inteligencia artificial (IA), cuyas aplicaciones ya superan los límites tradicionales del nivel táctico. Así, esta clasificación actualizada fortalece el diseño de operaciones multidominio, facilita asignar recursos y permite una integración más precisa con capacidades de inteligencia, vigilancia y reconocimiento, adquisición de blancos y medidas activas contra sistemas de aeronaves no tripuladas (C-UAS).

Tabla 1-1. Clasificación de los sistemas de aeronaves no tripuladas

CLASE OTAN	SUBCATEGORÍA	PESO (MTOW)	ALTITUD OPE-RATIVA	TIPO DE OPE-RACIÓN	RIESGO OPE-RACIONAL	USO
Clase I	Micro	< 2 kg	< 200 m AGL	Abierta	Bajo	Exploración, urbano, vigilancia cercana
Clase I	Mini	< 15 kg	< 1.000 m AGL	Específica	Bajo-Medio	ISR
Clase I	Pequeño	< 150 kg	< 1.500 m AGL	Específica	Medio	Vigilancia prolongada, apoyo a los fuegos
Clase II	Mediano	150–600 kg	< 5.000 m	Específica/ Certificada	Medio-Alto	ISR (larga duración), control de blancos
Clase III	Grande/MA-LE-HALE	> 600 kg	> 5.000 m	Certificada	Alto	Vigilancia estratégica, ataque de precisión, enlace satelital
Clase IV	En desarrollo	Variable (IA/ autónomos)	Variable	Certificada	Alto	Operaciones autónomas, enjambres, guerra electrónica

1.4.1. CLASE I

(1-41) La Clase I agrupa a los sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) de menor tamaño, generalmente empleados en escalones tácticos pelotón, compañía y batallón. Dichos sistemas se subdividen en subcategorías según su peso máximo al despegue (MTOW), altitud de operación y radio de misión, lo cual define su empleo y alcance operacional. Aunque muchas plataformas Clase I no requieren certificación aeronáutica formal conforme a los estándares de aeronavegabilidad, sí están sujetas a acuerdos de interoperabilidad; especialmente cuando son integradas en operaciones conjuntas o multinacionales. Esos acuerdos estándar determinan interfaces comunes para garantizar que distintos UAS puedan operar desde estaciones de control en tierra interoperables, y así facilitar la integración táctica en el rango de las operaciones militares.

(1-42) Dentro de la Clase I de sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS), se reconocen diversas subcategorías que responden a las características técnicas de la aeronave

CLASE I
UAS

- Categoría micro.
- Categoría mini.
- Categoría pequeño.

no tripulada (UA); específicamente, su peso máximo al despegue, altitud de operación y alcance de misión:

- **Categoría micro:** Incluye aeronaves no tripuladas (UA) de muy bajo peso, lanzadas manualmente, con un alcance no mayor a 5 km y empleadas a bajas altitudes de operación; usualmente, por debajo de los 300 pies (aproximadamente 90 m). Su empleo es en los escalones tácticos pelotón o escuadra, en misiones de observación cercana y rápida respuesta.
- **Categoría mini:** Comprende aeronaves no tripuladas (UA) con un peso máximo al despegue de hasta 15 kg, un rango de misión o alcance aproximado de 25 km y altitudes de operación de hasta 1.200 pies (aproximadamente 365 m). Son ideales para misiones de vigilancia, reconocimiento o seguridad local; principalmente, en los escalones tácticos compañía o batallón.
- **Categoría pequeño:** Abarca aeronaves no tripuladas (UA) con un peso entre 15 kg-150 kg, capaces de alcanzar rangos de operación entre 50 km-100 km, y altitudes de vuelo de hasta 15.000 pies (aproximadamente 4.500 m). Estas aeronaves suelen ser lanzadas por medio de catapulta, pista o sistemas asistidos, y recuperadas por medios como red, gancho o aterrizaje convencional. Dependiendo de la configuración del sistema y del ambiente operacional, este tipo de aeronaves puede representar el límite superior de la Clase I, o incluso, una transición hacia la Clase II.

1.4.2. CLASE II

(1-43) En la Clase II se encuentran las aeronaves no tripuladas (UA) de categoría táctica, comúnmente empleadas en el escalón táctico brigada, con capacidades ampliadas de alcance, resistencia y carga útil. Estas aeronaves presentan un peso máximo al despegue entre

150 kg y 600 kg y un rango de misión o alcance de hasta 200 km, y operan a altitudes de aproximadamente 10.000 pies. Dada su complejidad y posibilidad de interacción con otros espacios aéreos o sistemas aliados, su empleo operacional requiere aplicar los acuerdos de estandarización (STANAG) para interoperabilidad y aeronavegabilidad, al igual que cumplir la normatividad o regulación correspondiente de la nación o de la nación anfitriona (HN).

1.4.3. CLASE III

(1-44) En la Clase III se encuentran las aeronaves no tripuladas (UA) empleadas en los niveles operacional y estratégico, enmarcadas dentro de las categorías media altitud y larga duración (MALE), alta altitud y larga duración (HALE) y vehículos aéreos de combate no tripulados (UCAV). Estas plataformas tienen un peso máximo al despegue superior a 600 kg y pueden alcanzar altitudes de operación superiores a los 30.000 pies (en media altitud y larga duración), o incluso, exceder los 60.000 pies (en alta altitud y larga duración). Su capacidad de comunicación se extiende más allá de la línea de vista (BLOS), mediante enlaces satelitales, lo que les permite operar a largas distancias sin restricciones de visibilidad directa.

(1-45) El comandante y su estado mayor de la fuerza conjunta consideran el empleo de estas capacidades para la neutralización o destrucción de blancos de alta retribución (HPT), en contextos donde el riesgo para plataformas tripuladas es elevado, como espacios aéreos hostiles, negados o políticamente sensibles. Su operación exige una tripulación altamente especializada, con competencias avanzadas en el conocimiento y entendimiento de la situación, gestión del riesgo (RM), sincronización con esfuerzos conjuntos y explotación de la información, alineada con los estándares de interoperabilidad establecidos en la doctrina multinacional.

NOTA

La clasificación de los sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) por parte de la OTAN comprende actualmente tres clases (I, II y III), definidas principalmente por peso, altitud y alcance operacional. Sin embargo, ante el avance de tecnologías de inteligencia artificial, autonomía adaptativa y capacidad de decisión no supervisada, se proyecta una cuarta clase emergente: la "Clase IV", orientada a sistemas autónomos avanzados. Estos UAS estarían diseñados para operar en el marco de operaciones multidominio (integración simultánea de capacidades en tierra, aire, mar, ciber y espacio), incorporar algoritmos de aprendizaje automático para optimizar su desempeño, y ejecutar misiones en ambientes operacionales (físicos, electromagnéticos y cibernéticos). No obstante, en concordancia con pronunciamientos de la ONU y del CICR, cualquier empleo de inteligencia artificial para la adquisición, designación y ataque de blancos deberá estar sujeto a juicio y control humanos significativo en todo el rango de las operaciones militares.

OTAN

Organización del Tratado
del Atlántico Norte

(1-46) Los sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) de Clase III deberán cumplir con los estándares de aeronavegabilidad y seguridad operacional definidos en la doctrina multinacional (OTAN) y en las disposiciones que correspondan a las autoridades nacionales competentes. Estas referencias regulatorias, cuando sean aplicables, se enuncian en la sección de referencias, asegurando que la doctrina mantenga su enfoque en la estandarización operacional y en la interoperabilidad conjunta y combinada.

1.5. CAPACIDADES OPERACIONALES DE LOS SISTEMAS DE AERONAVES NO TRIPULADAS

(1-47) Los sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) son una capacidad determinante dentro del ambiente operacional electromagnético (EMOE), al operar mediante enlaces de datos, sensores activos y pasivos, y otros sistemas que interactúan constantemente con el espectro electromagnético. Este ambiente abarca no solo aspectos técnicos, sino también, condiciones físicas, tácticas y cibernéticas del ambiente, lo cual exige una integración precisa de los UAS con otros medios de apoyo electrónico. Su empleo operacional debe hacerse con base en el análisis detallado de las variables operacionales política, económica, militar, social, información, tiempo, infraestructura y medio ambiente físico (PEMSI-TIM) y las variables de la misión METT-TC (I), de manera que se garantice la ventaja militar desde lo táctico y técnico, el mando y control, y la eficacia en la recolección, procesamiento y explotación de la información.

METT-TC(I)

Misión, enemigo, terreno y clima, tropas y apoyo disponible, tiempo disponible, consideraciones civiles y consideraciones de la información

UAS

Sistemas de aeronaves no tripuladas

(1-48) El uso de UAS proporciona al comandante de fuerza conjunta herramientas para ejecutar operaciones con efectos letales o no letales sobre blancos de interés, al tiempo que fortalece la toma de decisiones en las operaciones de superficie, mediante una percepción precisa de la información disponible y de los elementos presentes en el campo de combate, necesarios para actuar de forma acertada. Estas plataformas permiten,

además, alcanzar un nivel adecuado de entendimiento y habilidades que facilitan poner en contexto nuevos datos e información, al habilitar decisiones y acciones racionales alineadas con el estado final deseado. Los UAS pueden operar de forma sincronizada con disciplinas de inteligencia como la inteligencia geoespacial (GEOINT) y la inteligencia de señales (SIGINT), así como con capacidades de guerra electrónica (EW). Esto permite ejecutar tareas como vigilancia, reconocimiento, seguridad de bases, protección de infraestructura crítica, evaluación de daños en combate, adquisición y designación de blancos, detección de amenazas químicas, biológicas, radiológicas o nucleares (QBRN), ataques de precisión quirúrgica, apoyo logístico y sostenimiento, retransmisión de comunicaciones, búsqueda y rescate, control de fronteras, disposición de dispositivos explosivos improvisados (IEDD), apoyo a operaciones de ciberdefensa y monitoreo de condiciones meteorológicas. En coherencia con la evolución tecnológica global, las Fuerzas analizan la incorporación de municiones de precisión como misiles, bombas guiadas o sistemas láser en la carga útil de las aeronaves, a fin de aumentar la precisión, reducir los costos operacionales y minimizar los daños colaterales o incidentales.

1.6. LIMITACIONES OPERACIONALES DE LOS SISTEMAS DE AERONAVES NO TRIPULADAS

(1-49) Durante el desarrollo de las operaciones conjuntas, la integración de los sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) dentro del espacio aéreo de cada área de operaciones conjuntas (AOC) plantea desafíos significativos, derivados de sus limitaciones técnicas, operacionales y de interoperabilidad. Cada área de operaciones conjuntas tiene requerimientos específicos para el control del espacio aéreo, los cuales deben determinarse con antelación para asegurar un planeamiento eficaz. Los UAS, por su parte, presentan restricciones en autonomía, capacidad de carga útil, resistencia a condiciones meteorológicas adversas y dependencia crítica

UAS

Sistemas de aeronaves no tripuladas

LIMITACIONES OPERACIONALES DE LOS UAS

- Enlace de datos.
- Viento.
- Turbulencia.
- Condiciones de hielo.
- Humedad.
- Salinidad.

de los enlaces de datos para su control y navegación. Estas limitaciones deben considerarse junto con las normativas nacionales de control del tráfico aéreo, los procedimientos de identificación aérea y las reglas de enfrentamiento (ROE); sobre todo, en espacios aéreos compartidos con aeronaves tripuladas o sistemas de defensa aérea.

(1-50) Los sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) presentan una serie de limitaciones inherentes que deben ser consideradas durante el planeamiento y ejecución de operaciones conjuntas. Una de las restricciones más significativas radica en su dependencia del enlace de datos (*data link*); particularmente, en configuraciones de línea de vista (LOS), las cuales predominan en muchas plataformas tácticas. La calidad, estabilidad y seguridad de este enlace determinan directamente la capacidad del sistema para recibir comandos y transmitir datos, lo que puede verse afectado por interferencias electromagnéticas, obstáculos físicos o saturación del espectro; sobre todo, en ambientes electromagnéticos degradados. Esta dependencia limita el alcance y autonomía operativa, y exige redundancia mediante enlaces satelitales o tecnologías de mando y control.

(1-51) Adicionalmente, las condiciones meteorológicas adversas son una limitación operacional relevante. Factores como turbulencias, ráfagas de viento, acumulación de hielo, precipitaciones intensas, humedad elevada y salinidad afectan de manera negativa el rendimiento de vuelo, la fiabilidad de los sensores y la integridad estructural de la aeronave. Dichos factores pueden degradar considerablemente la precisión de la misión y reducir la disponibilidad operativa de los UAS, y deben ser objeto de una evaluación asidua, según los rangos de operación especificados por el fabricante y validados por ejercicios de entrenamiento o driles operacionales conjuntos. Por último, los límites atmosféricos operacionales, como altitud máxima, densidad del aire y presión atmosférica, también restringen el rendimiento de los UAS y deben

UAS

Sistemas de aeronaves no tripuladas

ser considerados durante el planeamiento, con especial atención al tipo de misión, área geográfica y características del medio ambiente físico.

1.6.1. ENLACE DE DATOS

(1-52) El enlace de datos representa un componente técnico esencial y, a la vez, el origen de muchas limitaciones en el funcionamiento efectivo de los sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS). Su rol no solo se restringe al control de vuelo, sino que también habilita la transmisión de inteligencia, telemetría, comandos en tiempo real y gestión de cargas útiles.

(1-53) En ambientes operacionales complejos, el desempeño del enlace de datos puede verse afectado por múltiples factores específicos: por ejemplo, la interferencia electromagnética (guerra electrónica o saturación del espectro) puede degradar o bloquear la señal; los obstáculos físicos (relieve, edificaciones, vegetación densa) limitan la propagación en configuraciones de línea de vista; la asignación limitada de frecuencias complica su gestión y la limitación de ancho de banda puede generar latencias (retraso temporal) o pérdida de paquetes de datos importantes.

1.6.2. VIENTO

(1-54) El viento afecta a las aeronaves no tripuladas en todas las fases del vuelo (lanzamiento, vuelo crucero, aterrizaje), circunstancia que suele influir en el consumo de combustible o batería, en su autonomía y en la calidad del vuelo. Los vientos en el área del objetivo afectan naturalmente las misiones en el empleo de armas o adquisición de objetivos, debido a que estas aeronaves se pueden confundir fácilmente en la arena, humo o niebla.

UAS

Sistemas de aeronaves no tripuladas

1.6.3. TURBULENCIA

(1-55) Fuertes turbulencias afectan estructuralmente a la aeronave; en algunos casos, causan sobrecalentamiento en la temperatura del motor, los servos, la estabilidad y el control del vehículo. Asimismo, impiden el empleo óptimo de los sensores para la toma de imágenes y video.

1.6.4. CONDICIONES DE HIELO

(1-56) A partir de alturas superiores a los 13.000 pies se presentan condiciones de hielo que impiden el funcionamiento normal de los componentes; la gran mayoría de aeronaves tripuladas remotamente carecen de dispositivos para controlar el hielo.

1.6.5. HUMEDAD

(1-57) La humedad constituye una limitación operacional que afecta de manera directa el rendimiento y la vida útil de los UAS, en particular de sus componentes electrónicos y sensores ópticos. La exposición prolongada a niveles elevados de humedad -sobre todo, en ambientes tropicales, costeros o selváticos- incrementa el riesgo de condensación interna, corrosión de circuitos, deterioro de sellos y empaques y reducción de la calidad de las imágenes captadas por sistemas electroópticos o infrarrojos. Estas condiciones obligan a implementar protocolos estrictos de inspección, secado, limpieza y calibración antes, durante y después de cada misión, al igual que ciclos de mantenimiento más frecuentes y especializados.

1.6.6. SALINIDAD

(1-58) Durante el desarrollo de misiones en áreas costeras o ambientes marítimos, la salinidad presente en el aire y en partículas suspendidas representa un factor de degradación progresiva para los sistemas de aeronaves

no tripuladas (UAS). Este medio ambiente físico induce procesos corrosivos acelerados en componentes críticos como motores, estructuras metálicas, conectores y tarjetas electrónicas, incluso en cortos periodos de exposición. La corrosión salina no solo compromete la integridad estructural y la fiabilidad de los sistemas eléctricos y de propulsión, sino que puede derivar en fallos catastróficos si no se aplican medidas preventivas y correctivas adecuadas.

PÁGINA DEJADA EN BLANCO INTENCIONALMENTE

CAPÍTULO 2

EMPLEO DE SISTEMAS DE AERONAVES NO TRIPULADAS

(2-1) La misión principal de los sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) es apoyar a la fuerza conjunta mediante sus respectivos componentes de fuerza como un sistema táctico de reconocimiento, vigilancia y adquisición de blancos (RSTA, por su sigla en inglés), que proporciona al comandante la capacidad para recolectar datos en tiempo real sobre la posición, la composición y el estado de preparación del enemigo, adversario o amenaza. Sin embargo, al igual que ocurre con todos los medios y formaciones de combate dentro de la fuerza conjunta, el comandante de la fuerza conjunta (CDT-FC) tiene plena autoridad para asignar misiones y tareas a las unidades de UAS para que apoyen las operaciones. Las misiones pueden incluir, entre otras, las siguientes:

- Misiones de reconocimiento, vigilancia y adquisición de blancos.
- Búsqueda y rescate en combate (CSAR).
- Operaciones de decepción militar (MILDEC).
- Operaciones marítimas.
- Guerra electrónica.
- Reconocimiento químico, nuclear y biológico (QBN).

UAS
Sistemas de aeronaves no tripuladas

- Operaciones de apoyo a la información militar (OPAIM).
- Misiones meteorológicas.
- Reconocimiento de rutas, zonas de desembarque y aterrizaje.
- Correcciones de fuego indirecto (observador adelantado); y apoyo a misiones de apoyo aéreo cercano (CAS), en coordinación con el componente aéreo de la Fuerza Aeroespacial Colombiana (FAC).
- Apoyo de seguridad en el área de retaguardia.
- Evaluación de daños en combate (BDA).
- Comunicaciones (radio y retransmisión) de datos.

2.1. REQUERIMIENTOS DE INTELIGENCIA, EXPLOTACIÓN Y DIFUSIÓN

(2-2) En el marco del proceso de inteligencia, resulta fundamental la ejecución de funciones que permiten transformar los datos recolectados en productos útiles para la toma de decisiones. Esto implica procesar y depurar los datos, refinarlos y convertirlos en información lista para el análisis posterior y, cuando corresponda, entregar de manera oportuna información de combate a los comandantes y estados mayores, con el fin de garantizar un apoyo efectivo a las operaciones en curso.

(2-3) Es así como, a través de una de sus capacidades, que es el reconocimiento, la vigilancia y la adquisición de blancos, los UAS contribuyen significativamente al cumplimiento de los requerimientos de inteligencia establecidos por el comandante. En el desarrollo de operaciones militares, el comandante de la fuerza conjunta establece los requerimientos de información crítica, dentro de los cuales se encuentran los requerimientos prioritarios de inteligencia (RPI). Los RPI se desarrollan posteriormente en requerimientos específicos de información (SIR), los cuales definen y priorizan el esfuerzo de inteligencia. A partir de estos RPI y SIR, se

UAS

Sistemas de aeronaves no tripuladas

RPI

Requerimientos prioritarios de inteligencia

SIR

Requerimientos específicos de información

derivan los elementos esenciales de información (EEI), que detallan la información necesaria, pero que por sí solos no dirigen las operaciones de inteligencia. Estos elementos permiten focalizar y precisar la información requerida para apoyar de manera efectiva las operaciones conjuntas terrestres, aéreas y marítimas. Con base en estos requerimientos, se definen aspectos fundamentales como la carga útil (letal o no letal), los corredores aéreos y las áreas de interés (AI) donde deben ejecutarse las actividades de reconocimiento, vigilancia y adquisición de blancos mediante el empleo de UAS. De esta forma, los RPI y SIR guían el planeamiento y las órdenes de misión (ODM), asegurando que las capacidades de inteligencia, vigilancia y reconocimiento (ISR) estén alineadas con la intención del comandante y con las condiciones dinámicas del ambiente operacional.

(2-4) Por lo anterior, la aeronave no tripulada (UA) como componente del sistema de aeronave no tripulada (UAS) es una plataforma que puede llevar uno o varios sensores a bordo. En este orden de ideas, puede entenderse el UAS como un sistema de recolección con sensores dirigidos remotamente, que obtiene datos según una programación previa desde estaciones en tierra, o como resultado de datos compartidos y sincronizados entre sensores disponibles, ya sea desde el control en tierra o desde sensores a bordo. El éxito de una misión depende de una orientación geográfica detallada (es decir, el área exacta que se va a inspeccionar) y de los requerimientos de recolección de información de la sección de estado mayor de inteligencia de la fuerza conjunta o Fuerza.

2.2. EXPLOTACIÓN

(2-5) En el desarrollo de las operaciones ofensivas y defensivas, la explotación constituye una fase clave posterior al éxito inicial. *Explotación* es una tarea ofensiva que usualmente sigue a la conducción de un ataque exitoso y está diseñada para desarticular al enemigo en

RPI
Requerimientos prioritarios de inteligencia

SIR
Requerimientos específicos de información

UAS
Sistemas de aeronaves no tripuladas

 **EXPLOTACIÓN**

Tarea ofensiva que usualmente sigue a la conducción de un ataque exitoso y está diseñada para desarticular al enemigo en profundidad.
MBC 3-05 (2-13)

UAS

Sistemas de aeronaves no tripuladas

profundidad (MBC 3-05). Esta acción permite mantener el ritmo de batalla, evitar que el enemigo o amenaza se reorganice y aprovechar al máximo la ventaja militar obtenida durante el ataque principal.

(2-6) Por consiguiente, la explotación de los productos o datos suministrados por los UAS puede llevarse a cabo dependiendo del grado de avance tecnológico del sistema, las prioridades de los requerimientos de recolección y las capacidades de los componentes de fuerza de la fuerza conjunta o, si es necesario, de las Fuerzas. Las consideraciones para determinar cómo se conducirá la explotación son:

- Tiempo entre la recepción del producto (datos) y la explotación.
- Tipo y avance tecnológico de la carga útil.
- Niveles de seguridad para explotar el producto.
- Misión.
- Canales de difusión.

2.2.1. MANDO Y CONTROL, ASIGNACIÓN DE TAREAS Y COMUNICACIONES

2.2.1.1. Mando y control de los sistemas de aeronaves no tripuladas en apoyo a la Fuerza conjunta

(2-7) Los sistemas de aeronave no tripuladas (UAS) proporcionan al comandante la capacidad para realizar tareas de reconocimiento, vigilancia y adquisición de blancos en tiempo real, y facilitan de esta forma el desarrollo y recepción de información. No obstante, el mando y control de estas plataformas debe estar definido de forma clara, pues las unidades que disponen de dicha capacidad están diseñadas para apoyar a un único comando o componente. Cuando se asignan de forma simultánea a varias fuerzas conjuntas o Fuerza, se corre el riesgo de disminuir la eficacia operacional y comprometer la capacidad de respuesta.

(2-8) Las Fuerzas han desarrollado e integrado técnicas de empleo de sistemas de aeronaves no tripuladas a fin de mejorar sus capacidades generales de combate. Todos los componentes del sistema permanecerán bajo el control operacional de cada uno de los comandantes de componente de la fuerza conjunta.

(2-9) El comandante de fuerza conjunta tiene la autoridad para emplear los UAS en apoyo general o específico. Puede asignar a un componente la ejecución o proveer apoyo con sistemas de aeronaves no tripuladas a otro componente u otra fuerza conjunta. En todos los casos, debe establecer claramente la relación de mando entre el comandante apoyado y las unidades con capacidad UAS. Los UAS permanecen bajo el control operacional de su componente, y el comandante de la unidad de UAS, junto con su operador o piloto remoto, conserva el control del vuelo táctico.

UAS

Sistemas de aeronaves no tripuladas

(2-10) Las misiones de los sistemas de aeronaves no tripuladas requieren un planeamiento detallado y coordinado, específicamente, de sus corredores aéreos. El comandante de fuerza conjunta, a través de la autoridad de control del espacio aéreo (ACA), puede establecer rutas y altitudes dentro de su área de responsabilidad (AOR). Antes de establecer dichos parámetros en las operaciones conjuntas, se debe realizar una coordinación previa con los comandantes de los componentes subordinados, incluso con otras Fuerzas. Es posible establecer múltiples corredores aéreos (rutas y altitudes) diferenciadas para propósitos específicos, como salida o regreso de vuelos, tránsito entre las diferentes áreas operacionales. Estas rutas pueden definirse conectando puntos de control aéreo (si es posible, mediante el empleo de sistemas de control aéreo de teatro), los cuales deben quedar reflejados en el plan de control del espacio aéreo (ACP).

(2-11) Al igual que con las aeronaves tripuladas, los vuelos de las aeronaves no tripuladas (UA) deben ser cuidadosamente coordinados y sincronizados, para evitar

UAS

Sistemas de aeronaves no tripuladas

el cruce de trayectorias con otros usuarios del espacio aéreo; sobre todo, en áreas donde se superponen los límites de los componentes de la fuerza conjunta u otras Fuerzas. Por ello, toda misión con UAS debe coordinarse con la autoridad de control del espacio aéreo, el comandante de defensa aérea del área (CDT-DAA) y el comandante del componente aéreo de la fuerza conjunta (CDT-CAFC).

2.2.2. ASIGNACIÓN DE TAREAS

(2-12) El comandante de fuerza conjunta no requiere establecer un proceso de solicitud independiente para el empleo de los UAS en apoyo a las operaciones. Los requerimientos de apoyo con UAS, tanto si provienen de la comunidad de inteligencia como si lo hacen del Ejército Nacional, Fuerza Aeroespacial y Armada Nacional, deben integrarse dentro de los procedimientos operacionales estandarizados (SOP) y alinearse con los principios de eficiencia, coordinación y control centralizado.

(2-13) Durante el proceso de planeamiento conjunto la preparación de misiones con sistemas de aeronaves no tripuladas empieza cuando la unidad del componente o Fuerza recibe la orden de apoyo. Estas misiones pueden estar organizadas en un alistamiento permanente para empleo con la previa asignación de cargas útiles (letales y no letales) definidas y por periodos específicos, según los requerimientos de la unidad apoyada. Si el vuelo se mantiene dentro de los límites del componente de fuerza que lo emplea, no es necesario incluirlo en la orden de tareas aéreas (ATO) ni en las instrucciones especiales de la fuerza conjunta. Sin embargo, para garantizar la seguridad y evitar interferencias en el espacio aéreo, los datos clave -como rutas, altitudes y horarios- deben estar consignados en la orden de control del espacio aéreo (ACO).

(2-14) Por otro lado, siempre que la situación lo permita, deben aprovecharse las redes de comunicaciones disponibles, tales como la red integrada de sistemas de

NOTA

Esta disposición es coherente con la actualización de la regulación aeronáutica colombiana para aeronaves no tripuladas (RACAE), que promueve la integración de los sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) en los sistemas existentes de gestión del espacio aéreo, para evitar la duplicidad y garantizar trazabilidad, seguridad y eficacia operacional en ambientes conjuntos e interinstitucionales.

comunicación del comando general de las fuerzas militares, para enlazar los UAS con los componentes de fuerza, las unidades apoyadas y las fuerzas responsables del apoyo de fuego o del control del espacio aéreo.

UAS

Sistemas de aeronaves no tripuladas

(2-15) En condiciones tácticas favorables, la unidad UAS debe mantener comunicación por radio continua con los centros de mando apoyados y con el elemento de coordinación del espacio aéreo durante todo el desarrollo de la operación de vuelo. Sin embargo, cuando se ejecuten operaciones encubiertas bajo condiciones de control de emisiones (EMCON) el uso de estas comunicaciones puede estar restringido, y limitar así la transmisión activa para mantener la seguridad de las operaciones.

2.2.3. CONTROL DEL ESPACIO AÉREO

(2-16) Para equilibrar las diversas demandas de los usuarios del espacio aéreo, el comandante de la Fuerza Conjunta designa, por lo general, una autoridad de control del espacio aéreo. Esta autoridad es responsable de establecer y operar un sistema de gestión del espacio aéreo, definido como una disposición de unidades, personal, políticas, procedimientos e instalaciones requeridas para realizar funciones de gestión del espacio aéreo. La autoridad de control del espacio aéreo, bajo la autoridad del CDT-FC, asume la responsabilidad general de gestionar el espacio aéreo dentro del área de operaciones asignada. Para ello, trabaja, en coordinación con los distintos componentes de la fuerza conjunta, desarrollando políticas y procedimientos aplicables a todos los usuarios del espacio aéreo.

CDT-FC

Comandante de la fuerza conjunta

(2-17) De esta manera, las operaciones con sistemas de aeronaves no tripuladas deben coordinarse con la autoridad de control del espacio aéreo para garantizar la separación o segmentación segura con aeronaves tripuladas y evitar incidentes con sistemas de defensa aérea propios. Aunque los principios de control aéreo aplicados a aeronaves tripuladas también rigen para

MBC 3-30.64

SISTEMAS DE AERONAVES NO TRIPULADAS

UAS

Sistemas de aeronaves no tripuladas

los UAS, el comandante puede establecer excepciones según la misión.

(2-18) Debido a su perfil visual bajo y perfil de radar bajo, las aeronaves no tripuladas (UA) implican un riesgo para aeronaves de alto rendimiento (alta velocidad, sistemas avanzados de navegación), lo que hace necesario mantener separación operacional. Sus requerimientos de espacio aéreo son similares a los de aeronaves de bajo rendimiento (UA de pequeño y mediano tamaño, aviones utilitarios).

UA

Aeronave no tripulada

(2-19) El lanzamiento de la aeronave no tripulada (UA) se hace desde sistemas de lanzamiento y recuperación (LRS), que varían según el tipo y tamaño de la UA. Tras el lanzamiento, ascienden a su ruta o altitud de tránsito, y pueden modificar su altitud o trayectoria durante la misión, previa coordinación con la autoridad de control del espacio aéreo. Al finalizar, retornan al sistema de lanzamiento y recuperación usando rutas y altitudes preestablecidas para evitar interferencias.

2.2.4. PLANEAMIENTO

(2-20) El planeamiento conjunto es un proceso deliberado que busca determinar cómo se emplearán las capacidades militares (medios), en el tiempo y el espacio (formas), para lograr los objetivos establecidos (fines) considerando los riesgos asociados. Idealmente, dicho proceso inicia, a partir de los objetivos estratégicos nacionales y de los estados finales militares deseados, proporcionando un propósito unificador que orienta la concentración de esfuerzos y la asignación de recursos.

(2-21) Durante el proceso, se analizan los beneficios, costos y riesgos de las opciones militares. Si el alto Gobierno no ha definido los objetivos estratégicos o aprobado los estados finales militares, el comandante general de las Fuerzas Militares (CDT-GFM) puede proponerlos antes de iniciar el planeamiento detallado. Ese planeamiento se desarrolla en un ambiente estratégico

complejo, incierto y dinámico. Aunque la naturaleza de la guerra se mantiene, su carácter ha evolucionado hacia escenarios transregionales, multidominio y multifuncionales, donde las operaciones militares abarcan múltiples fuerzas conjuntas en todos los dominios.

(2-22) El planeamiento de misiones con sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) debe articularse desde un enfoque conjunto, uniendo el planeamiento conceptual -alineado con la guía estratégica y la intención del comandante- y el planeamiento detallado -sustentado en un análisis riguroso de variables operacionales, variables de la misión y productos de inteligencia-. Dicho proceso exige la participación del estado mayor y comandantes de componente de la fuerza conjunta, quienes garantizan la coherencia y la integración de capacidades diferenciadas y la adecuada priorización de los UAS dentro de la unidad de esfuerzo conjunto.

(2-23) Las unidades UAS, responsables de ejecutar acciones en el nivel táctico, desarrollan el planeamiento detallado, considerando factores como la ubicación y actividad del enemigo, las prioridades del comandante de la fuerza conjunta, las capacidades de los UAS, la carga útil disponible (para la aeronave no tripulada) y la selección de rutas que optimicen el cumplimiento de la misión. Este proceso se apoya, con las diferentes metodologías de planeamiento propias de los diferentes escalones tácticos favoreciendo la toma de decisiones sobre ambientes operacionales complejos, la ejecución adaptativa y mantener la sincronización entre niveles de conducción.

(2-24) Previo a la ejecución, las rutas y altitudes de vuelo deben coordinarse con la autoridad responsable de la gestión del espacio aéreo y con las fuerzas de apoyo de fuego (artillería de campaña y artillería de defensa antiaérea [ADA]), conforme a los procedimientos operacionales establecidos, para garantizar una separación segura con otras aeronaves y evitar interferencias. Asimismo, deben evaluarse posibles restricciones civiles

UAS

Sistemas de aeronaves no tripuladas

MBC 3-30.64

SISTEMAS DE AERONAVES NO TRIPULADAS

UAS

Sistemas de aeronaves no tripuladas

o políticas que puedan limitar el empleo de los UAS; especialmente, en áreas bajo control de la Aeronáutica Civil, en proximidad de fuerzas amigas o de buques extranjeros.

(2-25) A continuación, se presentan algunas observaciones que deben tenerse en cuenta durante el planeamiento de misiones con sistemas de aeronaves no tripuladas, a fin de garantizar su empleo eficaz, seguro y alineado con el esfuerzo conjunto:

- Objetivo de la misión.
- Requerimientos específicos de información
- Elementos esenciales de información.
- Supresión de defensas antiaéreas enemigas.
- Guerra electrónica.
- Amenazas en el área objetivo.
- Condiciones meteorológicas en ruta (corredor aéreo).
- Coordinación con fuerzas de maniobra en el área objetivo.
- Enlaces de datos y frecuencias requeridos por la unidad apoyada para recibir señales de los UAS.
- Coordinación de rutas y trayectorias que reduzcan la vulnerabilidad de la aeronave no tripulada (UA) y optimicen el cumplimiento de la misión.
- Sincronización con otros usuarios del espacio aéreo.
- Solicitud de apoyo o asignación de medios adicionales para el análisis de información que exceda las capacidades orgánicas de las unidades UAS, según como sea requerido.
- Las capacidades de rendimiento del sistema deben ser claramente especificadas. En el caso de sistemas de corto alcance, puede ser necesario reubicar al personal de apoyo y al equipo de tierra. Si la unidad solicitante no tiene claridad sobre

las capacidades exactas requeridas, deberá proporcionar al Centro de Planeamiento y Control de Operaciones Aéreas, como autoridad de control y entidad responsable de la asignación, la lista más detallada posible de los requerimientos de la misión.

- Seguridad para las unidades de UAS, si se requiere que se desplacen dentro del área de operaciones (límites) de la unidad apoyada.
- Apoyo logístico y sostenimiento a las unidades UAS (clases de abastecimiento), así como transporte terrestre o aéreo, según como sea necesario para el cumplimiento de la misión.

UAS

Sistemas de aeronaves no tripuladas

2.2.5. CONDUCCIÓN DE LA MISIÓN

(2-26) Los sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) pueden ser operados de forma manual o programarse para ejecutar misiones autónomas. En la mayoría de los casos, el lanzamiento y la recuperación se realizan manualmente. En operaciones que involucran múltiples aeronaves no tripuladas (UA), es posible definir previamente que uno de ellos vuele una ruta específica o mantenga un patrón de sobrevuelo sobre un área designada, mientras el otro es lanzado y controlado manualmente de forma simultánea.

2.2.5.1. Modos de control de las aeronaves no tripuladas

(2-27) Según el tipo de misión, las condiciones del ambiente y las capacidades del sistema, las aeronaves no tripuladas (UA) pueden ser operadas mediante distintos modos de control que determinan su nivel de autonomía, la intervención humana requerida y los procedimientos para supervisarlos y recuperarlos. A continuación, se describen los principales modos como operan estos dispositivos:

UA

Aeronave no tripulada

Control manual

(2-28) Tras el despegue, la aeronave no tripulada asciende a una altitud predeterminada bajo control automático o del piloto en la estación de control en tierra. El comandante de la misión supervisa el cumplimiento del plan, mientras la unidad apoyada coordina con la sección de estado mayor de operaciones de la fuerza conjunta u otros organismos correspondientes cualquier cambio necesario. Las posiciones de las UA deben mantenerse actualizadas y comunicarse a las autoridades de control del espacio aéreo. Al finalizar la misión, la aeronave no tripulada regresa a la zona de recuperación a través de puntos de control establecidos.

Control autónomo

(2-29) Este modo permite que la aeronave no tripulada siga una ruta definida previamente y realice patrones específicos de vuelo, como órbitas sobre áreas objetivo. Puede ser controlado en tiempo real desde estaciones embarcadas o aerotransportadas; en especial, ante amenazas electrónicas. La estación de control en tierra supervisa el cumplimiento de la altitud y trayectoria programadas. Al concluir la misión, la UA se dirige a un punto donde se retoma el control manual para su aproximación y aterrizaje.

(2-30) Un aspecto esencial para tener en cuenta es la función de emergencia o retorno de la aeronave no tripulada (UA). Independientemente del modo de control empleado, todas las UA deben tener una función de emergencia definida que permita su retorno automático al punto de partida en caso de pérdida de enlace de datos. Ante tal situación, la aeronave no tripulada se dirige a una altitud y posición previamente establecidas, donde permanece hasta cuando se restablezca el control. Si no se recupera la señal, el sistema mantendrá su posición hasta agotar el combustible. Cada misión debe incluir el planeamiento de un punto de control de recuperación remota que facilite restablecer el control

de la UA por parte de la estación de control en tierra, para garantizar así la continuidad operativa o una recuperación segura.

UA

Aeronave no tripulada

2.3. VENTAJAS Y DESVENTAJAS

(2-31) Los sistemas de aeronaves no tripuladas recolectan y transmiten información de combate en tiempo real o casi real a sus estaciones de control en tierra, lo que permite una vigilancia continua, tanto de día como de noche. Esa capacidad no solo reduce la necesidad de emplear aeronaves tripuladas, sino que también provee información para conducir las tareas de desarrollo de blancos mediante la aplicación oportuna del proceso de selección y priorización de blancos (PSPB) y, de esta manera, identificar y tomar decisiones sobre un **blanco de oportunidad**, el cual se define como un **objetivo militar detectado por sensores terrestre o medios aéreos, o por un observador adelantado, que se encuentra dentro del alcance de los medios disponibles y contra el cual no se había planeado ni solicitado previamente una acción**. Además, los UAS requieren menos recursos logísticos para su despliegue, en comparación con otros medios aéreos de inteligencia. Su información es fácilmente utilizable en un proceso rápido para la toma de decisiones y sincronización (RDSP) y presentan un alto grado de interoperabilidad entre las Fuerzas. Finalmente, están diseñados para integrarse de manera eficaz con otras capacidades de inteligencia, incluyendo el análisis de múltiples fuentes y los sistemas de vigilancia y adquisición de blancos.

(2-32) Las principales limitaciones de las aeronaves no tripuladas (UA) son, por un lado, las restricciones medioambientales que afectan su operación aérea y, por otro, la necesidad de mantener una línea de visión directa con las estaciones de control en tierra, y en otros casos, con los operadores, quienes son los encargados de gestionar la aeronave o su carga útil. Sin embargo, las capacidades futuras orientadas a operaciones sin

UAS

Sistemas de aeronaves no tripuladas

BLANCO DE OPORTUNIDAD

Objetivo militar detectado por sensores terrestre o medios aéreos, o por un observador adelantado, que se encuentra dentro del alcance de los medios disponibles y contra el cual no se había planeado ni solicitado previamente una acción.

MBC 3-30.64 (2-31)

dependencia de esta línea de visión podrían mitigar esta limitación.

2.4. CONSIDERACIONES GENERALES PARA EL EMPLEO

UAS

Sistemas de aeronaves no tripuladas

(2-33) Los UAS requieren equipos y capacidades de interfaz para cumplir con los diversos requisitos de comunicación. Algunas misiones y plataformas necesitan comunicación por radio mientras que otras exigen el uso de chat de retransmisión de internet (IRC, por su sigla en inglés), radio de dos vías, enlace por satélite o capacidad de protocolo de voz por internet (VoIP). Estos requisitos deben determinarse durante el planeamiento de la misión y hacer referencia a las capacidades específicas de UAS.

(2-34) Durante el planeamiento, la tripulación (operadores de aeronaves y operadores de soporte de la misión) debe elaborar procedimientos detallados, utilizando todos los medios de comunicación disponibles, para mitigar los riesgos durante la fase de salida y anticipar las limitaciones asociadas al empleo de armas.

(2-35) El personal que realiza el planeamiento debe considerar la unidad compatible y los requisitos de información para utilizar terminal de video remoto durante las operaciones. Los requisitos de información incluyen frecuencia de video, número de cola, tipo de aeronave y clave de encriptación. Los equipos de UAS también deben tener acceso a las redes de radio de la unidad compatible y las claves de encriptación seleccionadas. Este acceso mejorará la coordinación y la puntualidad de la respuesta.

(2-36) Los sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) tienen distintos usos, de acuerdo con las tareas que se desarrollen en el área de operaciones; su desempeño depende de las capacidades que tengan (por ejemplo, sensores a bordo y otros sistemas). Según la clase de

UAS (clase I, II, III) y la categoría de cada una, las tripulaciones de UAS clase I categoría micro tienen un conocimiento limitado del espacio de batalla, pues dependen de un solo sensor y un controlador de tierra. Los equipos UAS clase I categoría mini y ligero tienen, por lo general, un mejor conocimiento del espacio de batalla en el teatro mediante múltiples sensores a bordo, enlaces de datos (por ejemplo, localizadores y antenas de radiofrecuencia) y la capacidad para interactuar directamente con los centros de mando y control dentro y fuera del área de operaciones. Dichas capacidades de comunicación hacen que estos UAS sean inmejorables multiplicadores de fuerza, ya que pueden ser el único activo aéreo con la capacidad para comunicarse directa y simultáneamente con las fuerzas de superficie y el liderazgo en todo el mundo. Estas capacidades se mejoran con tiempos de espera prolongados y capacidades de enlace de las clases y categorías UAS.

UAS
Sistemas de aeronaves no tripuladas

2.5. CONSIDERACIONES AMBIENTALES PARA EL EMPLEO

(2-37) El empleo exitoso de los UAS requiere un planeamiento adecuado para entender los factores ambientales. Dependiendo de la plataforma y la misión, el planeamiento por parte de los operadores debe considerar los factores ambientales en cuatro ubicaciones separadas; es decir, sistemas de lanzamiento y recuperación, rutas de tránsito, sitios de retransmisión satelital y ubicaciones del objetivo anticipadas.

(2-38) En cuanto a los vientos, los UAS tienen limitaciones de viento cruzado y viento total que pueden afectar las operaciones de lanzamiento y recuperación. La disponibilidad de pistas alternativas en un sistema de lanzamiento y recuperación para acomodar vientos cruzados puede ayudar a lanzar y recuperar aeronaves. Los vientos en altitud pueden tener efectos significativos en el rango del UAS, el tiempo de tránsito y el tiempo en la estación. Los vientos fuertes en la superficie en

UAS

Sistemas de aeronaves no tripuladas

las comunicaciones UAS y los sitios de retransmisión pueden forzar la estabilidad de la antena y retrasar o reducir las misiones.

(2-39) Las precipitaciones pueden limitar o excluir las operaciones de vuelo del UAS, debido a sus efectos en la aeronave y el rendimiento del sensor. Además, la precipitación puede causar daños estructurales a la aeronave, los sensores y las cargas útiles.

(2-40) Existen elementos que opacan la visibilidad de la aeronave; estos incluyen la humedad visible (por ejemplo, nubes, niebla o neblina), humo, arena o polvo. Las restricciones de visibilidad en los sistemas de lanzamiento y recuperación pueden limitar o impedir las operaciones. Las restricciones de visibilidad en el área objetivo pueden inhibir la adquisición del objetivo y el empleo de armas al ocultar el objetivo con escombros, humo o polvo de las operaciones. La humedad visible en el área objetivo puede degradar severamente algunos sensores (por ejemplo, ni los sistemas electroópticos ni el Infrarrojo pueden detectar a través de las nubes). En el planeamiento, debe intentarse mitigar el impacto del clima en el área objetivo.

(2-41) La turbulencia puede afectar la capacidad del operador para controlar el UAS durante todas las fases del vuelo. Puede afectar también la estabilidad del sensor y, potencialmente, impedir el empleo de armas, en caso de tenerse dicha capacidad. Si la turbulencia excede la capacidad estructural del UAS, el sistema puede experimentar un fallo estructural.

(2-42) Los sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) presentan limitaciones significativas para operar en condiciones de engelamiento. Si bien el fenómeno afecta directamente a la aeronave no tripulada (UA), en particular sus superficies de control aerodinámicas, la propulsión y los sensores, su impacto trasciende al sistema en su conjunto, al restringir la capacidad de cumplir la misión asignada. Por tal motivo, salvo que la UA cuente con sistemas certificados antihielo,

UA

Aeronave no tripulada

se deben establecer restricciones operacionales equivalentes a las aplicadas a aeronaves tripuladas, a fin de preservar la seguridad de vuelo y la eficacia de la operación.

(2-43) La actividad solar puede causar cambios significativos en la ionosfera de la Tierra. Estos cambios pueden influir negativamente en las comunicaciones a través de enlaces de comunicaciones de alta frecuencia (HF, por su sigla en inglés), frecuencia ultra alta (UHF, por su sigla en inglés) y satélite.

(2-44) Durante las operaciones en tierra las condiciones extremas de calor pueden limitar de forma considerable las operaciones del UAS en las fases de lanzamiento y recuperación. Los encargados del planeamiento deben considerar las limitaciones específicas de las aeronaves cuando operan en tales condiciones meteorológicas.

TÉCNICAS DE EMPLEO TÁCTICO DE LOS UAS

- Técnica de patrón circular
- Técnica de patrón en ocho
- Técnica de hueso de perro
- Técnica de objetivos móviles
- Técnica de aproximación encubierta
- Técnica de vuelo a baja altitud
- Técnica de vuelo a gran altitud
- Técnica de vuelo en áreas urbanas
- Técnica de búsqueda paralela
- Técnica de búsqueda sectorial
- Técnica de transferencia de control entre estaciones de control en tierra
- Técnica de repetidor aéreo entre UAS

2.6. EMPLEO TÁCTICO DE LOS UAS: TÉCNICAS

(2-45) Las *técnicas* son formas o métodos no obligatorios utilizados para ejecutar misiones, funciones o tareas (MFC 1.0). Las unidades militares cuentan con diversos UAS empleados en la solución de los requerimientos del comandante, por medio de la ejecución de tareas y técnicas que permiten obtener productos. Estos son sincronizados e integrados con las disciplinas de la función de conducción de la guerra Inteligencia, para su posterior tratamiento, análisis y difusión a las unidades, en apoyo al proceso de inteligencia y desarrollo de las operaciones.

(2-46) El reconocimiento por medio de sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) sobre objetivos fijos constituye una técnica fundamental para proporcionar alerta temprana, ampliar el tiempo de reacción y generar espacio de maniobra que permita evitar la sorpresa táctica. Su empleo oportuno fortalece la conciencia situacional

UAS

Sistemas de aeronaves no tripuladas



TÉCNICAS

Formas o métodos no obligatorios utilizados para ejecutar misiones, funciones o tareas.

MFC 1.0 (1-51)

UAS

Sistemas de aeronaves no tripuladas

(conocimiento y entendimiento) del comandante, y así habilita el desarrollo inmediato de la situación cuando se prevé el contacto con el enemigo, adversario o amenaza.

(2-47) La siguiente lista expone información importante para la tripulación UAS que lleva a cabo el reconocimiento:

1. Nombre del objetivo o descripción física.
2. Ubicación mediante coordenadas.
3. Tipo de sensor que se va a emplear.
4. Sensibilidad de tiempo o urgencia.
5. Instrucciones de informe (por ejemplo, el distintivo de llamada de la unidad compatible, la frecuencia y otra información de contacto).

UA

Aeronave no tripulada

(2-48) Los operadores de la UA deben considerar el uso de todas las cámaras y al menos un escaneo de 360° del objetivo, para cumplir con los elementos esenciales de información de las propias tropas (EEIPT). Los ángulos de alta depresión (es decir, más cerca del objetivo) pueden producir imágenes de mayor calidad, pero pueden no ser adecuados para detectar objetivos. Los ángulos de depresión más bajos permitirán que las características verticales sobresalgan (por ejemplo, alturas de paredes, entradas o salidas). Dependiendo de los vientos, el equipo UAS puede volar un patrón de 360° alrededor del objetivo o mantenerse en un sector específico usando un patrón en forma de ocho.

2.6.1. TÉCNICA DE PATRÓN CIRCULAR

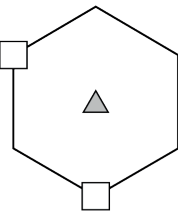
(2-49) Un patrón circular orientado directamente sobre el área objetivo como se muestra en la figura 2-1, permite establecer un esquema de observación o vigilancia que maximiza la cobertura radial y equidistante desde un punto central. Esta técnica es empleada en misiones de reconocimiento, observación o seguimiento de blancos. La retención del patrón es óptima en entornos

de baja amenaza y cuando las fuerzas de operaciones especiales (SOF) requieren o desean una vista de 360° de un área.

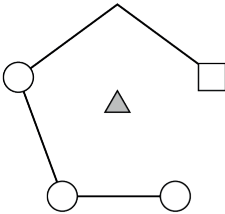
Figura 2-1. Patrón circular.

Ventajas

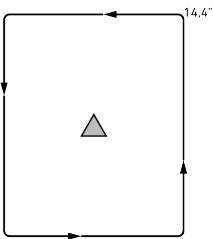
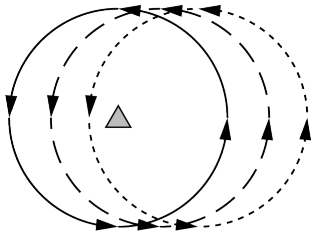
OBJETIVO FIJO CERRADO
Ventajas: No hay que operar manualmente
Desventajas: Toma tiempo para configurar



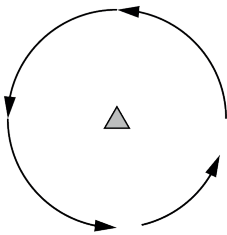
OBJETIVO FIJO ABIERTO
Ventajas: No hay que operar manualmente
Desventajas: Toma tiempo para configurar



RECORTE Y GIRO
Ventajas: Rápido para establecer, rápido control de la aeronave
Desventajas: Recorte progresivo, efectos del viento



SOSTENER RUMBO
Ventajas: Rápido para establecer, rápido control de la aeronave
Desventajas: Requiere actualizaciones



VUELO MANUAL
Ventajas: Control instantáneo de la aeronave
Desventajas: Manual - error humano, Efectos del viento (Deriva)

(2-50) El agarre del patrón es fácil de volar y el área de interés está siempre a la izquierda o a la derecha del UAS. Este patrón facilita el empleo rápido de armas para las UA armadas. El patrón también permite una vista de 360° del objetivo para conocer y entender la situación en el área objetivo.

UAS
Sistemas de aeronaves no tripuladas

UA
Aeronave no tripulada

Desventajas

(2-51) En la retención del patrón, la orientación del objetivo siempre está cambiando. Los objetivos que requieren un ángulo de aspecto específico pueden impedir el uso de un patrón de rueda. Este patrón puede ser riesgoso en un ambiente de amenaza media a alta, debido a su previsibilidad y tendencia a estar cerca del objetivo.

2.6.2. TÉCNICA DE PATRÓN EN OCHO

(2-52) Los sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) utilizan el patrón de vuelo en figura de ocho principalmente en entornos donde las condiciones geográficas son limitantes o cuando se requiere mantener un ángulo de aspecto constante sobre un objetivo. Este patrón es particularmente útil en ambientes con amenazas medias a altas, ya que permite mantener la vigilancia con una exposición controlada al fuego enemigo.

Ventajas

(2-53) El patrón en ocho permite mantener un ángulo de aspecto uniforme durante las maniobras. También minimiza la exposición a una amenaza colocada con el objetivo.

Desventajas

(2-54) Este patrón hace predecible la aeronave no tripulada. Además, alejarse del objetivo puede aumentar la probabilidad de detección.

Enmascaramiento del sensor

(2-55) Durante las operaciones de inteligencia, vigilancia y reconocimiento el enmascaramiento del sensor puede ocurrir cuando la estructura del UAS interfiere con la línea de vista del sensor respecto al objetivo. El patrón en figura de ocho correctamente planeado minimiza este efecto; en especial, cuando los giros se ejecutan con orientación favorable hacia el objetivo.

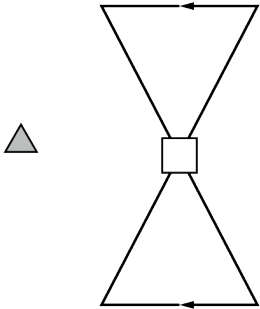
UAS

Sistemas de aeronaves no tripuladas

Figura 2-2. Patrón en ocho.

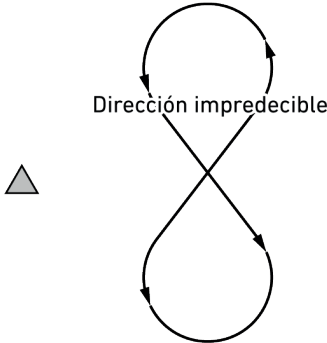
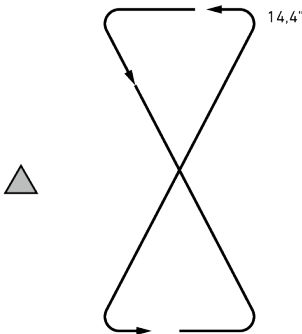
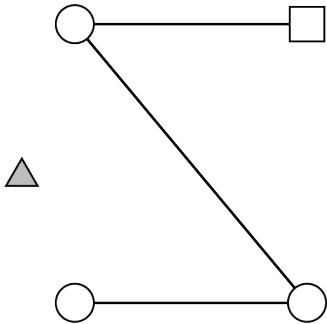
PATRÓN A OBJETIVO FIJO

Ventajas: No hay que operar manualmente
Desventajas: Toma tiempo para configurar



MISIÓN OPERACIONAL

Ventajas: No hay que operar manualmente
Desventajas: Toma tiempo para configurar



SOSTENER RUMBO

Ventajas: Rápido para establecer, rápido control de la aeronave
Desventajas: Requiere actualizaciones

VUELO MANUAL

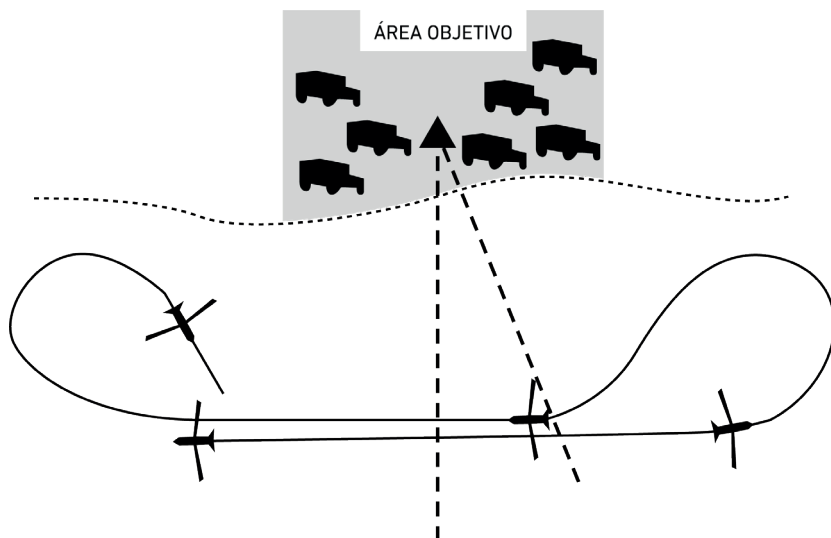
Ventajas: Control instantáneo de la aeronave
dirección de giro impredecible
Desventajas: Manual - error humano

2.6.3. TÉCNICA DE HUESO DE PERRO

(2-56) El patrón de vuelo conocido como hueso de perro es utilizado por tripulaciones UAS cuando las condiciones geográficas o el espacio aéreo restringido limitan las opciones de maniobra, o cuando se requiere mantener la capacidad de reacción inmediata con armamento. Este patrón consiste en volar a lo largo de un eje frente al objetivo realizando giros opuestos en ambos extremos, a una distancia táctica establecida del área objetivo.

UAS
Sistemas de aeronaves no tripuladas

Figura 2-3. Patrón hueso de perro.



Ventajas

(2-57) Mantiene un ángulo de aspecto uniforme durante las maniobras; también permite períodos prolongados de vuelo al nivel de las alas. Por otra parte, minimiza la exposición a una amenaza ubicada en el mismo sector o alineada con el objetivo o blanco.

Desventajas

(2-58) Su uso prolongado o sin variaciones tácticas facilita su detección.

Enfoque del sensor

(2-59) El enfoque del sensor puede minimizarse. Los giros pueden provocar obstrucción temporal del campo visual del sensor por parte de las alas o fuselaje, lo que reduce la eficacia de adquisición o seguimiento del objetivo.

2.6.4. TÉCNICA DE OBJETIVOS MÓVILES

UA

Aeronave no tripulada

(2-60) La UA puede ser controlada desde un vehículo en movimiento para seguridad de convoyes y

reconocimiento de una ruta en movimiento para seguir objetivos mientras cubre grandes áreas lineales a medida que avanza. El rastreo de vehículos proporciona un buen estudio en el terreno, ya que ubicar elementos enemigos es esencial para estar a la vanguardia; también permite expandir la amplitud y profundidad del área para obtener un reconocimiento continuo y seguimiento a las vías de aproximación. La siguiente lista proporciona información importante para la tripulación aérea de la UA que realiza este procedimiento:

UA

Aeronave no tripulada

1. Nombre del objetivo o descripción física.
2. Ubicación mediante coordenadas.
3. Tipo de sensor que se va a emplear.
4. Sensibilidad de tiempo o urgencia.
5. Instrucciones de informe (por ejemplo, el distintivo de llamada de la unidad compatible, la frecuencia y otra información de contacto).

Figura 2-4. Patrón en S.

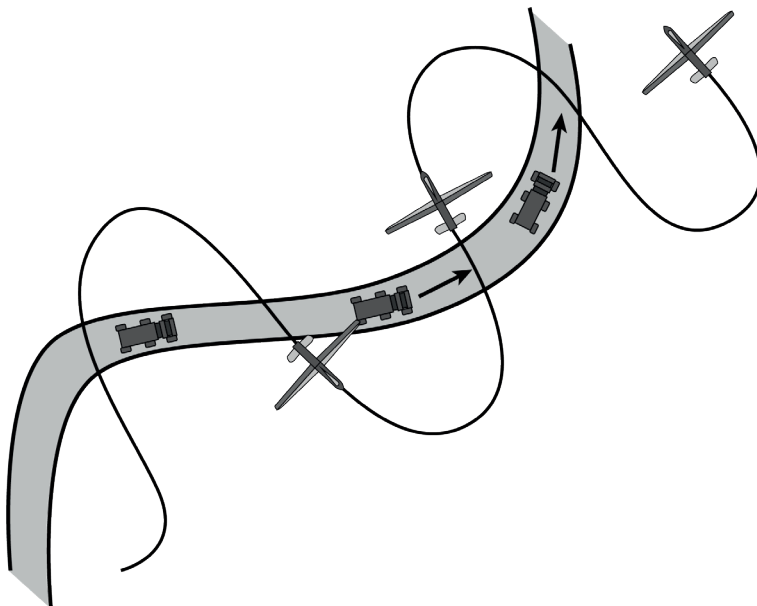
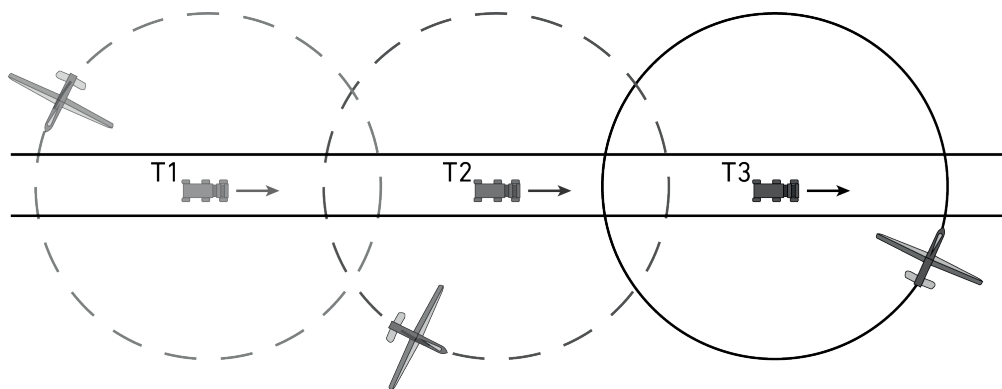


Figura 2-5. Patrón de objetivos móviles.



2.6.5. TÉCNICA DE APROXIMACIÓN ENCUBIERTA

(2-61) Esta técnica se emplea cuando se requiere obtener información con mayor precisión y reducir la probabilidad de detección. La aeronave no tripulada realiza una aproximación a baja altitud y con reducción de potencia del motor, de acuerdo con las capacidades del sistema y el planeamiento de la misión. Estos procedimientos de vuelo táctico permiten al equipo UAS aproximarse al área objetivo o blanco para mejorar la resolución de los sensores sin incrementar el riesgo de detección.

(2-62) La tripulación debe considerar las altitudes, las direcciones de ingreso y salida, así como los vientos predominantes. El piloto u operador mantiene un perfil de altitud controlado y puede efectuar aproximaciones en línea recta o patrones de observación en espiral alrededor del blanco, sin exceder las limitaciones de la carga útil. El patrón en espiral generalmente requiere mayor altitud para mantener la estabilidad de la aeronave. La tripulación debe abandonar el área objetivo con el tiempo suficiente para recuperar potencia y evitar alertar al objetivo mediante el ruido del motor o del rotor. Las figuras 2-6 y 2-7 representan líneas rectas y sobrepasos silenciosos en espiral.

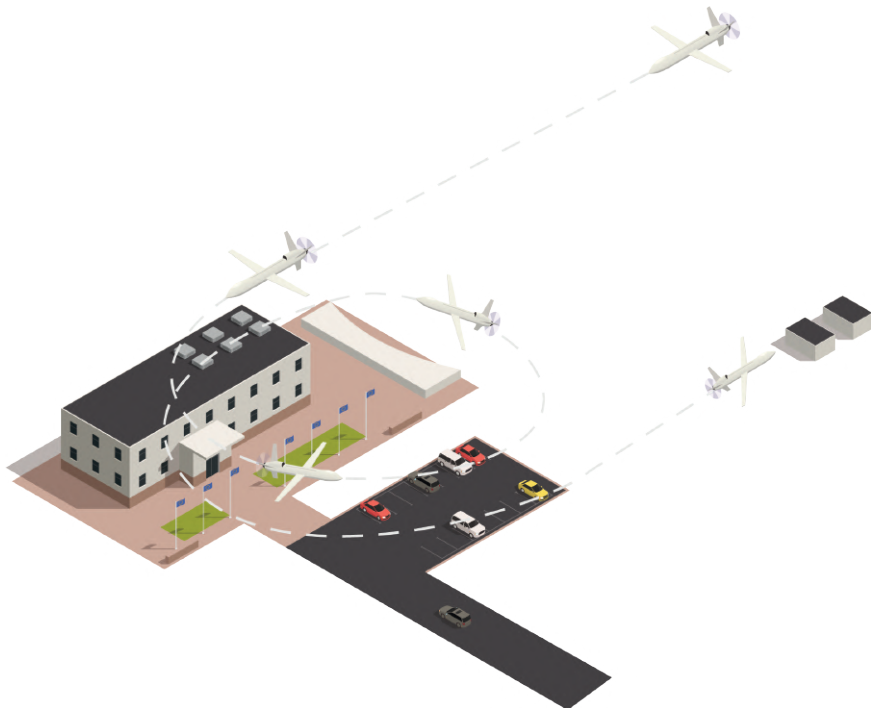
UAS

Sistemas de aeronaves no tripuladas

Figura 2-6. Aproximación encubierta de frente.



Figura 2-7. Aproximación encubierta lateral.



2.6.6. TÉCNICA DE VUELO A BAJA ALTITUD

(2-63) La técnica de vuelo y aterrizaje a baja altitud se emplea cuando se requiere que la aeronave no tripulada (UA) descienda y aterrice en un sector específico, como plataformas elevadas, techos de edificios, zonas urbanas confinadas o espacios reducidos (limitados), en escenarios donde el medio ambiente físico no permite una aproximación directa y despejada desde altitudes elevadas. Esta técnica es fundamental cuando la misión demanda discreción, evasión de sensores enemigos o exposición mínima, y debe ejecutarse considerando las limitaciones de diseño, autonomía y maniobrabilidad de la UA. El descenso controlado a baja altitud reduce el perfil de huella sonora o ruido operacional, térmica y visual, y ello puede ser decisivo en operaciones de inserción, recuperación, reabastecimiento o inteligencia táctica en ambientes densamente poblados o de alto riesgo.

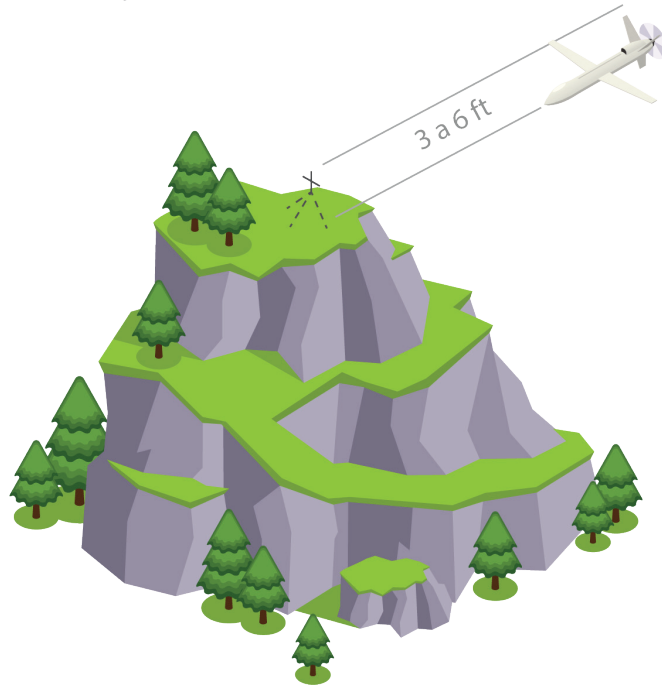
UA

Aeronave no tripulada

Figura 2-8. Vuelo a baja altitud en edificios.



Figura 2-9. Vuelo a baja altitud en áreas confinadas.



2.6.7. TÉCNICA DE VUELO A GRAN ALTITUD

(2-64) La técnica de vuelo a gran altitud se aplica cuando una misión requiere que la aeronave no tripulada (UA) realice tareas de observación, vigilancia o ingreso al área objetivo desde alturas considerables, con el propósito de evitar la detección por parte de sistemas de defensa aérea, sensores visuales o personal enemigo en tierra. Este perfil de vuelo proporciona una ventaja táctica en ambientes con una alta injerencia de la amenaza, al mantener la UA fuera del alcance efectivo de armas de corto alcance o de interferencias electrónicas localizadas. Sin embargo, volar a gran altitud exige un control preciso de los datos de altitud y orientación del sensor, ya que desde estas distancias las imágenes pierden contraste y profundidad visual, y eso puede dificultar la identificación de objetivos (blancos) y detalles clave en el terreno.

(2-65) Durante misiones de inteligencia, vigilancia y reconocimiento es fundamental ajustar la altitud y la

UA
Aeronave no tripulada

MBC 3-30.64**SISTEMAS DE AERONAVES NO TRIPULADAS****UA**

Aeronave no tripulada

trayectoria de la UA según el tipo de sensor embarcado y el objetivo o blanco seleccionado. Trayectorias magnéticas perpendiculares al objetivo optimizan el uso de cámaras de visión frontal, mientras que los paralelos al objetivo maximizan el rendimiento de sensores laterales. Esta técnica permite implementar enfoques encubiertos o aproximaciones silenciosas, consistentes en el sobrevuelo discreto sobre el objetivo con mínima exposición, permitiendo observar la zona y retirarse sin ser detectado. Para lograrlo, el planeamiento y planificación debe asegurar que la altitud sobre el objetivo sea suficiente para la misión asignada y adecuada a las capacidades del sistema UAS empleado.

UAS

Sistemas de aeronaves no tripuladas

2.6.8. TÉCNICA DE VUELO EN ÁREAS URBANAS

(2-66) El empleo de aeronaves no tripuladas (UA) en ambientes urbanos representa un desafío operacional, debido a la presencia de múltiples obstáculos artificiales, interferencias, rutas restringidas y limitaciones de visibilidad. Este tipo de operación es común en áreas hostiles, de difícil acceso, donde se requiere obtener información crítica del enemigo, adversario o amenaza sin comprometer la aeronave no tripulada. Las rutas de aproximación tradicionales suelen estar bloqueadas o reducidas, por lo cual es necesario implementar maniobras específicas que permitan mantener control de la aeronave no tripulada y garantizar una vigilancia efectiva desde diferentes ángulos y alturas.

(2-67) Para cumplir eficazmente la misión, se aplican técnicas de vuelo en profundidad que combinan variaciones de altitud, rumbos alternativos y trayectorias no convencionales. Estas técnicas permiten posicionar los sensores del UAS en zonas clave, y desde ángulos que revelen la disposición de fuerzas enemigas, evitando puntos ciegos creados por edificaciones. El planeamiento debe considerar el tipo de sensor, la orientación de la cámara (frontal o lateral), la presencia de interferencia electromagnética y la necesidad de mantener un perfil bajo, para evitar la detección. Una ejecución adecuada

de estas maniobras urbanas mejora significativamente la capacidad de observación y reduce el riesgo táctico de la operación. Las siguientes acciones son prioritarias dentro del desarrollo de esta técnica:

- Identificar y delimitar zonas de seguridad enemigas dentro del ambiente urbano determinando su profundidad, encubrimiento y puntos de acceso.
- Detectar patrullas, puestos de observación y dispositivos de vigilancia enemigos integrados al ambiente, sin comprometer la posición del UA.
- Reconocer y reportar obstáculos físicos y rutas bloqueadas, tales como calles canalizadas, estructuras colapsadas o bloqueos improvisados, que puedan afectar el movimiento de las fuerzas terrestres.
- Observar y documentar la disposición de fuerzas enemigas dentro de edificaciones, patios interiores, tejados y corredores estructurales aprovechando el ángulo y orientación de los sensores.
- Monitorear puntos clave como intersecciones, rutas de escape, áreas de reunión o posibles emboscadas, que puedan alterar la maniobra urbana.
- Detectar vulnerabilidades en el dispositivo enemigo, como flancos descubiertos, puntos sin cobertura o errores en la vigilancia.
- Transmitir en tiempo real toda la información recolectada, incluyendo la ausencia de contacto (con presencia o sin presencia del enemigo), para apoyar el análisis de inteligencia y la toma de decisiones del comandante.

UA

Aeronave no tripulada

2.6.9. TÉCNICA DE BÚSQUEDA PARALELA

(2-68) Los operadores UAS pueden usar una búsqueda paralela para examinar áreas abiertas grandes, como se muestra en la figura 2-10. Por lo general, los escaneos paralelos se usan para determinar la actividad del personal en un área. Algunas comunidades se refieren

UAS

Sistemas de aeronaves no tripuladas

MBC 3-30.64

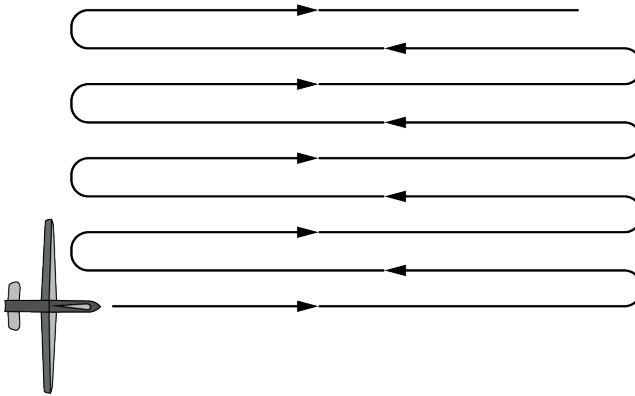
SISTEMAS DE AERONAVES NO TRIPULADAS

a este patrón de búsqueda como una búsqueda de campo arado. Para realizar una búsqueda de exploración de tramo se debe:

- Ver toda el área de interés en un campo de visión amplio.
- Tener en cuenta los puntos de referencia que servirán como límites laterales para la búsqueda, e indicar cuándo debe dejarse de girar en una dirección y proceder en la dirección opuesta.
- Definir el área de búsqueda como una forma de cuadro puede facilitar esta acción.
- Mover el sensor a una esquina del área.
- Acercar a un campo de visión suficiente.
- Girar el sensor en una dirección hasta alcanzar el borde del área de búsqueda.
- Girar hacia arriba o hacia abajo una pantalla completa, dependiendo de la dirección, y volver a trabajar en la dirección opuesta. Incluir una ligera "superposición", para asegurar una cobertura completa del área.
- Continuar este movimiento hasta que se complete el escaneo del área.

(2-69) Mientras se realiza la búsqueda paralela, es necesario encontrar una velocidad que facilite lograr el efecto deseado. A lo largo de la búsqueda, los operadores deben aplicar el concepto de grande a pequeño para mantener el conocimiento de la situación (SA) en el progreso de la búsqueda.

Figura 2-10. Búsqueda paralela.



2.6.10. TÉCNICA DE BÚSQUEDA SECTORIAL

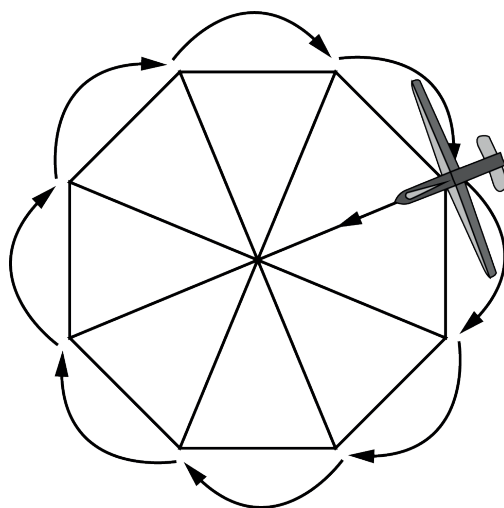
(2-70) La búsqueda sectorial es una técnica utilizada por tripulaciones de sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) para realizar observación detallada alrededor de un punto de interés fijo; especialmente, en apoyo a las unidades de maniobra o activos críticos, infraestructura crítica. Este método permite cubrir selectivamente los sectores más probables de amenaza manteniendo un punto de referencia permanente sobre la posición protegida. Su aplicación más frecuente consiste en establecer vigilancia escalonada en la dirección desde donde se espera actividad enemiga, lo cual permite una detección temprana sin necesidad de cubrir un círculo completo.

(2-71) Este procedimiento resulta muy útil en escenarios donde las fuerzas se encuentran limitadas por características geográficas que restringen la aproximación enemiga. Por ejemplo, si una unidad se encuentra ubicada entre un río y una ciudad, el sensor puede enfocar de manera prioritaria hacia el sector urbano. Para ejecutar correctamente una búsqueda sectorial, la tripulación debe:

- Determinar el radio o distancia máxima de escaneo desde el punto de interés (por ejemplo, 500 m o 1000 m).

- Seleccionar un campo de visión apropiado para el objetivo.
- Escanear en la dirección hacia la amenaza más probable.
- Continuar escaneando hasta alcanzar la distancia planificada previamente.
- Ajustar o reorientar el sensor desplazando un campo visual (en anchura o altura) y reiniciar el barrido desde el punto de interés.

Figura 2-11. Búsqueda sectorial.



2.6.11. TÉCNICA DE TRANSFERENCIA DE CONTROL ENTRE ESTACIONES DE CONTROL EN TIERRA

(2-72) Esta técnica permite extender el alcance de operación de un sistema de aeronave no tripulada al transferir el control de esta entre dos estaciones de control en tierra. Es especialmente útil cuando se requiere que el UAS opere más allá del alcance de enlace directo de una sola estación de control en tierra, lo cual facilita el lanzamiento y la recuperación en zonas seguras y reduce la exposición del personal. Esta transferencia también disminuye la carga de trabajo de los operadores, al distribuir el control de la misión entre equipos coordinados.

UAS

Sistemas de aeronaves no tripuladas

Figura 2-12. Transferencia de control.



(2-73) La siguiente lista proporciona información de interés para la tripulación aérea del UAS que realiza este procedimiento:

- Hay que asegurarse de que ambos operadores de la estación de control en tierra conocen el número de serie de la aviónica de la UA.
- El procedimiento de transferencia de control ocurre a lo largo de una ruta de vuelo, y no en un único punto. Cuando el UAS no tenga control debe garantizarse que la ruta sea lo suficientemente larga para permitir que dé tiempo a que se produzca el intercambio y dentro del alcance de ambas estaciones de control en tierra.
- Los puntos de inicio y fin en la ruta de la transferencia pueden ser identificados por el tiempo de vuelo o posición de la UA.
- El plan de la misión debe incluir cursos de acciones alternativos, si no se produce la transferencia en el momento de vuelo o posición de la UA planificados.
- Cualquier estación de control en tierra puede retomar control sobre la UA; sin embargo, las dos

UAS
Sistemas de aeronaves no tripuladas

UA
Aeronave no tripulada

UA

Aeronave no tripulada

estaciones de control en tierra no deben intentar recuperar el control a la vez, ya que esto produciría interferencias en las transmisiones. El intercambio del control sobre la UA puede producirse cualquier número de veces.

UAS

Sistemas de aeronaves no tripuladas

2.6.12. TÉCNICA DE REPETIDOR AÉREO ENTRE UAS

(2-74) Los sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) pueden emplearse como nodos repetidores en vuelo para extender el alcance de comunicaciones más allá de la línea de vista, y así permitir que otra aeronave mantenga el control de misión a pesar de obstáculos geográficos o distancias extendidas. Esta capacidad resulta fundamental para mantener el enlace entre la estación de control en tierra y una aeronave no tripulada que se encuentre en una zona remota o cubierta, sin visibilidad directa. La técnica se utiliza para ampliar la distancia operativa entre el punto de lanzamiento o recuperación y los objetivos, asegurar redundancia en comunicaciones y mantener conectividad en escenarios de comunicaciones degradadas. A fin de ejecutar correctamente esta operación, las tripulaciones deben tener en cuenta los siguientes aspectos clave:

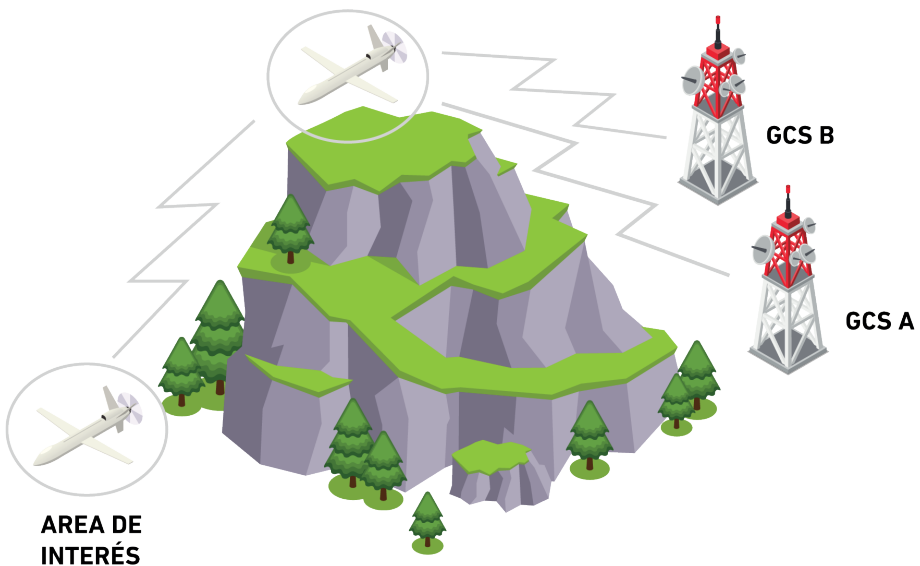
- a. Asegurar que los datos de misión y los parámetros de pérdida de señal estén correctamente configurados y cargados en cada estación de control en tierra.
- b. Definir de manera precisa el punto de referencia desde el cual se calculan distancia y orientación; ambas estaciones de control en tierra deben registrar correctamente sus coordenadas
- c. Los operadores deben conocer los identificadores de las aeronaves implicadas, para evitar confusión o interferencia cruzada.
- d. El plan de misión debe incluir cursos de acción alternativos en caso de fallo en el establecimiento del enlace UAS-repetidor.

- e. La aeronave que actúa como repetidor debe permanecer dentro de línea de vista tanto del UAS subordinado como de su estación de control en tierra asociada.
- f. Las tripulaciones de ambas estaciones de control en tierra deben aplicar procedimientos estándar de recuperación, para así asegurar una transición segura en caso de pérdida del enlace.

UAS

Sistemas de aeronaves no tripuladas

Figura 2-13. Repetidor aéreo entre UAS.



(2-75) Algunos sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) están diseñados o adaptados para transportar cargas útiles de retransmisión de comunicaciones, y ello permite su uso como repetidor aéreo de radiofrecuencias militares. Esta capacidad extiende el alcance de las comunicaciones tácticas entre comandantes y fuerzas en tierra; especialmente, cuando estas se encuentran separadas por obstáculos naturales (como elevaciones del terreno o vegetación densa) o cuando operan más allá del alcance directo de sus medios de radio convencionales.

(2-76) El empleo de un UAS como repetidor de comunicaciones permite mantener el flujo de mando, control e

MBC 3-30.64

SISTEMAS DE AERONAVES NO TRIPULADAS

información entre elementos tácticos dispersos, sin depender de infraestructuras fijas. Esta técnica puede ser decisiva en operaciones que requieren movilidad, sincronización y comunicaciones continuas en tiempo real en áreas con conectividad limitada o comprometida.

CAPÍTULO 3

PLANEAMIENTO Y EMPLEO TÁCTICO DE SISTEMAS DE AERONAVES NO TRIPULADAS

(3-1) El proceso de planeamiento conjunto, como proceso ordenado y analítico, permite al comandante y su estado mayor enmarcar problemas operacionales, examinar la misión, desarrollar, analizar y comparar cursos de acción, seleccionar el más adecuado y producir un plan u orden ejecutable. Dicho proceso, enmarcado dentro de los lineamientos doctrinales establecidos en el manual fundamental conjunto MFC 5-0 "Planeamiento conjunto", y apoyado en el diseño operacional, busca traducir la intención del comandante en una acción sincronizada, viable y eficaz, que responda a las características del ambiente operacional y a los medios disponibles. En este contexto, los sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) representan una capacidad que, si es integrada correctamente desde las fases iniciales, puede transformar el entendimiento del ambiente operacional, mejorar la recolección de información y reforzar la eficacia de las operaciones militares.

(3-2) Este enfoque doctrinal se articula con los documentos estratégicos del Ministerio de Defensa Nacional (MDN), que amplifican los objetivos definidos en la Estrategia de Seguridad Nacional (ESN). Dichos documentos proporcionan un marco superior que orienta el

UAS

Sistemas de aeronaves no tripuladas

METT-TC[I]

Misión, enemigo, terreno y clima, tropas y apoyo disponible, tiempo disponible, consideraciones civiles y consideraciones de la información

empleo de la fuerza y la planificación conjunta, incluyendo directrices clave como la guía para el empleo de la fuerza (GEF), la guía para el planeamiento y programación de defensa y el Plan Conjunto de Capacidades Estratégicas (PCCE). Los mencionados instrumentos conectan los niveles estratégico, operacional y táctico asegurando la coherencia entre los fines nacionales y la ejecución militar.

(3-3) De esta manera, los sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) emergen como una capacidad crítica cuya integración en el proceso de planeamiento conjunto debe hacerse desde los primeros pasos, en pro de garantizar su articulación funcional con las demás capacidades conjuntas. Su aporte a la inteligencia, vigilancia, y reconocimiento, así como a la protección de la fuerza y apoyo al mando y control, convierte a los UAS en elementos decisivos para configurar el ambiente operacional y facilitar la toma de decisiones. Las observaciones que se presentan a continuación organizan doctrinalmente el empleo de los UAS a lo largo de cada etapa del proceso de planeamiento conjunto, y aportan así una guía coherente y adaptada para el estado mayor de la fuerza conjunta.

3.1. PROCESO DE PLANEAMIENTO CONJUNTO

3.1.1. ANÁLISIS DE LA MISIÓN

(3-4) El planeamiento de una misión con el empleo de sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) empieza con el entendimiento de las variables METT-TC[I] y la preparación del ambiente operacional, donde la tripulación debe recolectar datos de terreno, amenazas, clima, rutas y blancos. Las secciones de estado mayor de inteligencia y operaciones coordinan el esfuerzo con los enlaces técnicos UAS para definir zonas de lanzamiento y áreas de interés, dentro del concepto de seguridad de las operaciones, el cual garantiza el logro del estado final deseado.

(3-5) Las tripulaciones deben analizar fenómenos meteorológicos, limitaciones de vuelo y condiciones de visibilidad, anticipar puntos de interferencia electromagnética, coordinar con el control del espacio aéreo y alistar técnicamente sensores, enlaces, y plataformas. Las tareas y requerimientos específicos de información son definidos en conjunto con inteligencia, basándose en la información recolectada durante la fase de la preparación de inteligencia conjunta del ambiente operacional (JIPOE) o la preparación de inteligencia del campo de combate (PICC) en el escalón táctico.

3.2. DESARROLLO DE LOS CURSOS DE ACCIÓN

(3-6) Durante esta fase se elaboran planes de vuelo según el propósito de la misión, considerando técnicas como vuelo en patrón circular, vuelo a baja altitud o técnica de aproximación cubierta. Cada curso de acción debe contemplar los tipos de sensores requeridos, áreas de interés, ruta, velocidad y altitud de la aeronave no tripulada (UA). Asimismo, se deben considerar las capacidades y posibles cursos de acción de la amenaza, con el fin de mitigar riesgos y garantizar la viabilidad de la misión.

(3-7) La integración de los sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) permite proyectar ventajas en vigilancia persistente, cobertura de áreas críticas, reconocimiento de rutas de abastecimiento o seguimiento de movimientos del enemigo, adversario o amenaza. Se establece la comunicación con nodos de mando y control, acceso a terminales de video remoto y sincronización con redes (frecuencia) de radio de la unidad compatible, considerando claves de encriptación y acceso a sistemas de chat de retransmisión por internet (IRC) o protocolo de voz sobre internet.

UAS

Sistemas de aeronaves no tripuladas

3.3. JUEGO DE GUERRA

(3-8) El juego de guerra permite validar tácticas y anticipar reacciones o capacidad de respuesta del enemigo, adversario o amenaza, incluyendo interrupciones en el enlace, limitaciones por viento o fallos estructurales. Se simula el uso de UAS en reconocimiento, observación de efectos, patrullaje sobre fronteras, exploración urbana y seguimiento de blancos móviles. Se analizan medidas de coordinación del espacio aéreo y puntos de retransmisión para mantener las comunicaciones.

(3-9) Esta fase también permite evaluar el riesgo en ambientes urbanos, donde se emplean sensores para detectar actividades enemigas en calles, puentes o edificios específicos o seleccionados durante el proceso de selección y priorización de blancos. Se consideran patrones de vuelo alternativos para evadir amenazas, realizar cobertura lateral o mantener observación desde posiciones de seguridad.

3.4. COMPARACIÓN DE LOS CURSOS DE ACCIÓN

(3-10) Los sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) son valorados según criterios funcionales como persistencia, interoperabilidad, flexibilidad táctica, sostenibilidad logística y adaptabilidad al medio ambiente físico. Las capacidades por clase (I, II, III) y categoría definen el alcance y la autonomía de las misiones. Los UAS de categoría mini y ligero permiten interacción.

(3-11) La matriz de decisión debe incluir escenarios ambientales, amenazas electromagnéticas, capacidades de sensores y limitaciones de operación como visibilidad, turbulencia o precipitación.

3.5. APROBACIÓN DEL CURSO DE ACCIÓN

(3-12) La toma de decisiones final se construye de manera coordinada entre el comandante de fuerza conjunta y estado mayor con las tripulaciones y operadores de los sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS), quienes ajustan los planes y procedimientos a los cambios dados por el comandante. El curso de acción aprobado debe reflejar seguridad operacional, factibilidad técnica, disponibilidad de tripulaciones, conectividad y sostenimiento.

3.6. DESARROLLO DEL PLAN U ORDEN

(3-13) Durante la fase de desarrollo del plan u orden, el empleo de los sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) debe ser cuidadosamente articulado en los párrafos 3 (ejecución), 4 (administración y logística) y 5 (mando y control) de la orden de operaciones (ORDOP), de acuerdo con el concepto de la operación (CONOPS) aprobado y los estándares doctrinales vigentes. Ello garantiza la integración efectiva de esta capacidad a lo largo de todas las fases de la operación y facilita su sincronización con los componentes de fuerza conjunta y Fuerzas, y si es necesario, con fuerzas multinacionales.

(3-14) En el párrafo 3 (Ejecución) de la orden de operaciones, se deben especificar los detalles del empleo de los sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS). Esto incluye la descripción de la misión, las zonas de lanzamiento y recuperación, los puntos de observación, los puntos de retransmisión, las rutas de vuelo, el tiempo sobre el objetivo, los procedimientos en caso de pérdida de enlace, la configuración de sensores y el empleo de software de planeamiento, así como la técnica táctica seleccionada de acuerdo con el ambiente operacional. Adicionalmente, cuando las operaciones se desarrollen en espacio aéreo compartido o no segregado, se requiere coordinación con la autoridad nacional de control del espacio aéreo, en el marco del plan de control

del espacio aéreo (ACP) y la orden de control del espacio aéreo (ACO). Estas disposiciones doctrinales no sustituyen la normatividad aeronáutica nacional, cuyo cumplimiento corresponde a cada ente de aviación de Estado (EAE) y a los planificadores (estado mayor) responsables.

(3-15) El párrafo 4 (Administración y logística) abordará los aspectos de mantenimiento (primer y segundo escalón a cargo del escalón táctico correspondiente, tercero por el fabricante), requerimientos técnicos como baterías, repuestos, estaciones de control, nodos de enlace satelital y gestión de interferencia o condiciones ambientales adversas (viento, lluvia, temperatura). También debe preverse el entrenamiento y disponibilidad de tripulaciones, en función de las rotaciones operacionales, así como la aplicación de procedimientos operacionales estandarizados para carga útil, comunicaciones y procedimientos de seguridad aérea.

(3-16) Finalmente, en el párrafo 5 (mando y Control) se define la estructura de mando asociada a los sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS), las relaciones de mando y control entre estaciones de control en tierra principales y nodos repetidores, la sucesión en la toma de control, el plan de comunicaciones, así como los canales de coordinación con las secciones de estado mayor de inteligencia (G/S-2) y operaciones (G/S-3). También deben incluirse consideraciones para la transferencia de control entre estaciones, la interoperabilidad con sistemas aliados y la trazabilidad del sistema conforme al modelo de gestión en seguridad operacional.

3.7. TRANSICIÓN AL PLANEAMIENTO DETALLADO (TÁCTICO)

(3-17) Una vez finalizada la fase del planeamiento conjunto en el nivel operacional, la responsabilidad de ejecutar la intención del comandante de la fuerza conjunta recae sobre el escalón táctico, el cual desarrolla

un planeamiento detallado que traduce esa intención en acciones concretas. En este contexto, las tripulaciones UAS inician su planeamiento al recibir la misión y la sostienen durante toda la operación identificando tareas, técnicas y procedimientos específicos para lograr los objetivos asignados. Este planeamiento incluye la integración de las capacidades UAS con los productos de inteligencia y los requerimientos de apoyo operacional, bajo los procedimientos operacionales estandarizados fijados.

UAS
Sistemas de aeronaves no tripuladas

(3-18) Cada fuerza o unidad que posee la capacidad de operar sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) debe garantizar su uso seguro y eficiente, lo cual requiere personal capacitado tanto en la operación como en el mantenimiento técnico de primer y segundo escalón, mientras que el soporte de tercer escalón corresponde a la casa fabricante y se rige por los manuales técnicos y el modelo de gestión en seguridad operacional. El comandante táctico, a través del proceso militar de toma de decisiones (PMTD), coordina la sincronización entre su estado mayor, las tripulaciones UAS, los técnicos de mantenimiento y los operadores de carga útil, a fin de asegurar una ejecución cohesionada y alineada con la misión.

(3-19) Durante este planeamiento, las tripulaciones UAS mantienen una estrecha coordinación con las secciones de operaciones e inteligencia adaptando técnicas según los requerimientos específicos de información. Además, se integran a los enlaces técnicos encargados de monitorear los medios de recolección de información (MRI), anticipando necesidades de mantenimiento, conectividad y soporte logístico. Esta integración permite ajustar rápidamente los medios ante cambios en el área de combate; por ejemplo, si se detecta ausencia de actividad en un área usualmente activa, se puede redirigir un UAS para confirmar o descartar una amenaza latente demostrando la flexibilidad del planeamiento detallado en apoyo a la toma de decisiones del comandante.

3.8. RESPONSABILIDAD DEL ESCALÓN TÁCTICO EN LA EJECUCIÓN

(3-20) Una vez la orden de operaciones es emitida por el comandante conjunto, la responsabilidad de transformar la intención superior en acciones concretas recae sobre los escalones tácticos, donde se integran capacidades como los sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS). Estas unidades subordinadas, componentes de fuerza, brigadas, batallones o compañías especializadas deben traducir los cursos de acción aprobados en tareas específicas, asignar recursos y coordinar esfuerzos entre inteligencia, operaciones y sostenimiento, de forma sincrónica.

UAS

Sistemas de aeronaves no tripuladas

(3-21) Durante esta fase, el comandante de misión UAS y su tripulación tienen la responsabilidad de ejecutar las tareas asignadas, mantener la coordinación permanente con el estado mayor, verificar las condiciones del terreno y del espacio aéreo, y liderar los movimientos necesarios para posicionar de manera segura y eficiente los sistemas. El éxito de la operación depende de su capacidad para operar en los términos de los estándares fijados, emitir órdenes claras y supervisar la ejecución aplicando procedimientos operacionales estandarizados.

3.9. APLICACIÓN DEL PROCESO MILITAR PARA LA TOMA DE DECISIONES EN EL EMPLEO DE LOS UAS

(3-22) En el proceso de planeamiento para el empleo de sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS), los comandantes y estados mayores aplican los procedimientos establecidos en la doctrina vigente. En el nivel conjunto, este planeamiento se conduce mediante el proceso de planeamiento conjunto (PPCO) definido en el MFC 5-0, que permite analizar la misión, desarrollar y evaluar cursos de acción, aprobar la mejor opción y producir planes u órdenes de operaciones. Con el curso de acción aprobado y el concepto de la operación (CONOPS)

definidos en el PPCO, los componentes de fuerza realizan el planeamiento detallado conforme a su doctrina orgánica. En los escalones con estado mayor se emplea el *proceso militar para la toma de decisiones* (PMTD), el cual se define como la metodología de planeamiento reiterado que permite entender la situación y la misión, desarrollar cursos de acción y producir un plan u orden de operaciones (MFE 5-0). En los escalones tácticos sin estado mayor se aplica el procedimiento de comando (PDC), atendiendo a criterios de rapidez y simplicidad.

(3-23) Además de lo anterior, las tripulaciones UAS emplean los procesos de planeamiento detallado (PMTD o PDC) para anticipar contingencias, definir zonas de operaciones restringidas (ROZ), coordinar el uso del espectro electromagnético y preparar la información requerida para la gestión del espacio aéreo militar y civil. Dicho planeamiento integra de manera sistemática las variables de la misión METT-TC (I) y las variables operacionales PEMSITIM, incluyendo la definición de rutas y altitudes de vuelo, puntos de control, zonas de lanzamiento y recuperación, configuración de sensores y medidas ante pérdida de enlace, así como la valoración de las limitaciones técnicas y ambientales del sistema. Este proceso es esencial para articular las capacidades ISR con los procesos de inteligencia, seguridad, movimiento y maniobra, facilitando el logro de los objetivos tácticos en concordancia con la intención del comandante de fuerza conjunta.

3.10. COORDINACIÓN ENTRE TRIPULACIONES Y OPERADORES, INTELIGENCIA, MANTENIMIENTO Y C2

(3-24) La conducción y ejecución de una misión con sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) requiere una coordinación permanente entre múltiples actores. Las tripulaciones UAS, compuestas por el operador comandante de misión, operador de misión (OMI) y operadores soporte de misión (OSM) -y entre estos últimos, operador de la aeronave no tripulada, operador de sensores

PPCO

Proceso de planeamiento conjunto

UAS

Sistemas de aeronaves no tripuladas

METT-TC(II)

Misión, enemigo, terreno y clima, tropas y apoyo disponible, tiempo disponible, consideraciones civiles y consideraciones de la información

PEMSITIM

Política, económica, militar, social, información, tiempo, infraestructura y medio ambiente físico

NOTA

Actualmente, la doctrina conjunta no contempla el PMTD como procedimiento propio, dado que corresponde a doctrina de Fuerza. Por lo anterior, y únicamente a efectos de planeamiento detallado en el nivel táctico, se adopta de manera complementaria la definición establecida en el manual fundamental del Ejército (MFE) 5-0, *Proceso de operaciones*, la cual se encuentra alineada con los estándares internacionales de planeamiento.

(carga útil), operador de lanzamiento y recuperación de la aeronave, técnicos de mantenimiento, especialistas y programadores, y analista de inteligencia-, deben sincronizar sus esfuerzos con las secciones de estado mayor de inteligencia y operaciones para cumplir de manera eficaz los requerimientos del comandante. Esta coordinación garantiza que las tareas de recolección de información, vigilancia o reconocimiento se realicen de manera precisa, oportuna y en condiciones de seguridad operacional y la reducción del riesgo.

(3-25) De forma simultánea, el personal de mantenimiento técnico de primer y segundo escalón asegura la disponibilidad de los sistemas, mientras que las unidades responsables de sensores y cargas útiles brindan soporte tecnológico operacional. Esta integración funcional permite operar en entornos complejos, mantener la aeronavegabilidad, gestionar el espectro electromagnético, preservar la integridad del sistema y responder con flexibilidad ante cambios en el campo de batalla. La interoperabilidad entre operadores, analistas y técnicos constituye un factor decisivo para garantizar la efectividad de los UAS en el cumplimiento de misiones conjuntas y multinacionales.

UAS

Sistemas de aeronaves no tripuladas

3.11. EJECUCIÓN DE LAS TAREAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

(3-26) Una vez completado el planeamiento y cuando las tripulaciones UAS estén en alistamiento, se inicia la ejecución de las tareas tácticas de la misión orientadas a la recolección de información. Esta fase tiene como propósito principal responder a los requerimientos de información crítica del comandante, a través del empleo coordinado de sensores, plataformas aéreas y herramientas de explotación que permiten observar, registrar y transmitir información del ambiente operacional.

(3-27) Ejecutar esta función implica no solo el vuelo de la aeronave, sino también, la sincronización dinámica de la

tripulación, el dominio de los parámetros técnicos y la interoperabilidad con las secciones de estado mayor de inteligencia, operaciones y sistemas de mando y control. El éxito de esta etapa radica en la capacidad para mantener el *continuum* de la operación, la calidad de la información recolectada y su utilidad a fin de apoyar el proceso militar para la toma de decisiones del comandante.

3.11.1. COORDINACIÓN ENTRE TRIPULACIÓN, SENSORES Y ELEMENTOS DE MANDO Y CONTROL

(3-28) Durante la ejecución de una misión UAS, la coordinación efectiva entre los miembros de la tripulación, los sensores embarcados y los elementos de mando y control resulta decisiva para garantizar el cumplimiento de los requerimientos tácticos. Esta sincronización incluye al operador comandante de misión, quien, desde la estación de control en tierra, dirige las acciones del sistema; al operador de la aeronave, que asegura el cumplimiento del plan de vuelo, y al operador de sensores o soporte de misión, responsable de capturar la información requerida conforme a los parámetros definidos.

UAS
Sistemas de aeronaves no tripuladas

(3-29) El mando y control no se limita a la estación de control en tierra, sino que abarca también los puestos de mando táctico (PDM-TAC), las secciones de estado mayor de inteligencia y operaciones y cualquier otra entidad responsable de dirigir o ajustar el empleo de los sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) en tiempo real. Dichas instancias orientan el esfuerzo de recolección de información con base en la situación, priorización y selección de blancos y requerimientos de información crítica del comandante.

(3-30) La comunicación fluida entre la tripulación y estos elementos permite reaccionar ante cambios imprevistos, ajustar enfoques, alternar técnicas de vuelo o ajustar el sector de vigilancia del sensor, y asegurar así que la recolección de información cumpla su propósito en apoyo a la intención del comandante de la fuerza conjunta.

3.11.2. FACTORES OPERACIONALES PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

(3-31) Para una ejecución eficaz las tripulaciones deben contemplar factores operacionales específicos como altitud, velocidad, distancia al objetivo o blanco, tipo de sensor y condiciones ambientales. Dichos factores deben estar configurados previamente en el plan de vuelo, pero también deben ser ajustables en tiempo real por el operador comandante o el operador de misión, conforme a los cambios en la situación o en la visibilidad del área objetivo.

(3-32) Se debe considerar:

- El tipo de técnica de vuelo seleccionada (por ejemplo, patrón en ocho, búsqueda sectorial, vuelo estacionario o espiral).
- La posición y orientación del sensor respecto al objetivo, buscando el ángulo más favorable para evitar enmascaramientos.
- La priorización de áreas nombradas de interés, según el nivel de amenaza o la cercanía a las propias fuerzas.
- La necesidad de emplear trayectorias (rumbo de observación) que maximicen el tiempo de captura del sensor, bien sea en vista frontal o lateral.

(3-33) Estos aspectos deben adaptarse de forma flexible a lo largo de la misión, pero siempre dentro de los márgenes operativos seguros de la aeronave no tripulada (UA), para así garantizar la persistencia en la observación sin comprometer la seguridad del sistema.

3.11.3. SINCRONIZACIÓN CON EL PROCESO DE INTELIGENCIA

(3-34) La información recolectada por los sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) no tiene valor si no es convertida en productos de inteligencia. Por ello, resulta esencial que las tripulaciones coordinen en todo momento con las secciones de estado mayor de inteligencia

y los elementos de la comunidad de inteligencia como parte del concepto general de unidad de esfuerzos de inteligencia, a fin de asegurar que los productos obtenidos sean entregados, procesados y explotados en tiempo útil. El operador soporte de misión debe mantener actualizado el enlace con el analista asignado, informar condiciones del área operacional, interpretar cambios durante el vuelo y adaptar el sector de vigilancia.

(3-35) Durante esta fase se activa el proceso de inteligencia: recolección, procesamiento, análisis y difusión. Toda información obtenida debe ser integrada con otras fuentes, registrada con metadatos georreferenciados, y entregada mediante reportes visuales (imágenes, video, geolocalización), acompañados de un contexto táctico adecuado. Esto garantiza que el comandante reciba una representación precisa, oportuna y útil del ambiente operacional, lo que incide directamente en la efectividad de la maniobra, la protección de la fuerza y la toma de decisiones.

3.12. GESTIÓN DEL RIESGO EN OPERACIONES CON SISTEMAS DE AERONAVES NO TRIPULADAS

(3-36) De acuerdo con la definición doctrinal de *gestión del riesgo* (RM), esta se entiende como el proceso de identificar, evaluar y controlar riesgos que emergen de los factores operacionales y tomar decisiones que equilibran el costo de los riesgos con el beneficio de la misión (MFC 5-0). En este sentido, la operación de sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) en ambientes operacionales exige una evaluación constante de los riesgos asociados a factores tácticos, técnicos, ambientales y humanos.

(3-37) Esta gestión de riesgos se basa en los principios de identificación, evaluación, mitigación y supervisión de amenazas potenciales, en coherencia con el planeamiento conjunto y los modelos de seguridad operacional vigentes. Durante la fase de ejecución los comandantes

GESTIÓN DEL RIESGO

Proceso de identificar, evaluar y controlar riesgos que emergen de los factores operacionales y tomar decisiones que equilibran el costo de los riesgos con el beneficio de la misión.

MFC 5-0 (1-85)

RM

UAS

Sistemas de aeronaves no tripuladas

de misión y las tripulaciones de los sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) aplican procedimientos estandarizados para analizar permanentemente los riesgos; sobre todo, en misiones de inteligencia, vigilancia y reconocimiento, y colaboración militar con la autoridad civil y de protección de la fuerza. La correcta aplicación de dichos procesos permite salvaguardar la aeronave, la integridad del personal y el logro efectivo de la intención del comandante de la fuerza conjunta.

(3-38) La correcta aplicación de estos procesos permite salvaguardar la integridad de la aeronave no tripulada (UA), proteger al personal involucrado y asegurar el logro efectivo de la intención del comandante de la fuerza conjunta. En el marco descrito, es fundamental que la fuerza conjunta y su estado mayor conozcan y entiendan la necesidad de implementar un enfoque basado en riesgos, como parte integral del planeamiento y ejecución de operaciones con sistemas UAS. Este enfoque no solo mejora la toma de decisiones, sino que fortalece la anticipación frente a amenazas operacionales y ayuda a preservar la continuidad de la misión bajo condiciones cambiantes.

(3-39) Asimismo, la incorporación de lecciones aprendidas y mecanismos de retroalimentación estructurada, producto de cada fase de la operación, refuerza la mejora continua del sistema. Esa práctica institucionalizada permite optimizar los procedimientos operacionales estandarizados, ajustar los niveles de exposición al riesgo y consolidar la interoperabilidad y eficacia operacional en ambientes conjuntos, combinados y multinacionales, bajo estándares multinacionales y doctrinas interfuerza actualizadas.

3.13. EVALUACIÓN DE LAS MISIONES DE SISTEMAS DE AERONAVES NO TRIPULADAS

(3-40) La evaluación de las misiones de los sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) es un componente

esencial dentro del proceso de planeamiento conjunto y ejecución de operaciones de la fuerza conjunta. En concordancia con los lineamientos establecidos en el MFC 5-0 "Planeamiento conjunto", esta evaluación permite determinar si los efectos y tareas ejecutadas por los sistemas de aeronaves no tripuladas aportaron de manera efectiva a lograr la intención del comandante conjunto. El proceso de evaluación incluye la verificación de los objetivos establecidos, el análisis del rendimiento táctico-técnico, la eficacia de la recolección de información mediante las actividades de inteligencia, vigilancia y reconocimiento, la gestión del espectro electromagnético y la protección de la fuerza durante la operación.

(3-41) Esta evaluación debe integrarse desde la fase inicial de planeamiento, previendo métricas o medidas de desempeño, criterios de éxito y sistemas de recolección de datos operacionales. Al finalizar la misión, la retroalimentación se activa de inmediato a través de sesiones estructuradas lideradas por el estado mayor, con la participación de las tripulaciones UAS, personal de inteligencia, operaciones, logística y mando y control. Se consolidan las observaciones sobre aciertos, brechas y vulnerabilidades tácticas, técnicas y humanas, y así se generan productos que alimentan los sistemas institucionales de lecciones aprendidas y fortalecen la interoperabilidad en operaciones multinacionales.

(3-42) El estado mayor de la fuerza conjunta tiene la responsabilidad de institucionalizar este enfoque como una función crítica de evaluación operacional, integrando los resultados al proceso de toma de decisiones, retroalimentando los procedimientos operacionales estandarizados ajustando los planes futuros y mejorando la preparación y entrenamiento del personal y la doctrina. Así, la evaluación y retroalimentación de las misiones UAS se convierten en un elemento dinamizador de la mejora continua, fortaleciendo la adaptabilidad, precisión e integración de la fuerza conjunta ante ambientes operacionales cambiantes y complejos.

UAS

Sistemas de aeronaves no tripuladas

(3-43) En este contexto, la evaluación de las misiones de sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) debe enmarcarse dentro del plan de evaluación conjunto, elaborado por el estado mayor de la fuerza conjunta. Dicho plan define las condiciones para valorar el progreso de la operación, establece indicadores de medidas de desempeño (MEDES) y medidas de eficacia (MEDEF), identifica las fuentes de información pertinentes y orienta la recolección de datos necesarios para emitir juicios operacionales. Al vincular los resultados de las misiones UAS con este marco de evaluación estructurado, se garantiza la coherencia entre los efectos de las acciones tácticas generadas y los objetivos operacionales definidos por el comandante de fuerza conjunta, y se fortalece así la capacidad de adaptación y la toma de decisiones informada en tiempo real.

3.14. INTEROPERABILIDAD EN EL EMPLEO DE SISTEMAS DE AERONAVES NO TRIPULADAS

(3-44) La interoperabilidad en el empleo de sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) constituye un pilar del éxito de las operaciones conjuntas, combinadas y multinacionales. Su implementación efectiva permite que las capacidades del sistema, sin importar el componente de origen, puedan integrarse de manera armónica en el concepto operacional de la fuerza conjunta garantizando continuidad operacional, cohesión táctica y explotación óptima del ambiente de la información. Esta interoperabilidad se refiere no solo a la compatibilidad técnica entre plataformas, sensores y enlaces de datos, sino también, a la alineación doctrinal, procedimental y organizacional entre los diversos niveles de mando y sus unidades subordinadas.

UAS

Sistemas de aeronaves no tripuladas

(3-45) En este sentido, los UAS deben operar bajo protocolos, formatos de misión, medidas de coordinación del espacio aéreo (ACM) y sistemas de comunicación comunes, establecidos por la doctrina conjunta y los estándares multinacionales, como los emitidos por los

acuerdos de estandarización (STANAG) de la OTAN. La interoperabilidad implica también el empleo coordinado de procedimientos estandarizados y la participación de las tripulaciones UAS en los procesos de planeamiento, ejecución y evaluación integrados al esfuerzo del estado mayor de la fuerza conjunta. Esto garantiza que los productos de inteligencia, vigilancia y reconocimiento, las tareas de seguridad y las operaciones especiales realizadas con UAS respondan a una visión común, con flujos de información consistentes, confiables y oportunos.

(3-46) Finalmente, alcanzar un nivel alto de interoperabilidad requiere no solo medios compatibles, sino también, entrenamiento conjunto, certificación cruzada de tripulaciones, validación doctrinal permanente y retroalimentación continua. Esta integración permite a la fuerza conjunta actuar con flexibilidad, resiliencia y precisión frente a amenazas híbridas o convencionales, y fortalece la capacidad de adaptación en ambientes operacionales cada vez más exigentes.

NOTA

En cumplimiento del principio de seguridad operacional, la interoperabilidad en el empleo de sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) exige la coordinación permanente con la unidad administrativa especial de aeronáutica Civil (UAEAC), conforme al reglamento aeronáutico colombiano (RAC). Asimismo, deberá mantenerse la alineación doctrinal con la Fuerza Aeroespacial Colombiana (FAC), en su calidad de autoridad aeronáutica de aviación de estado (AAAES), en aplicación del RACAE 94, particularmente en lo relativo a la responsabilidad operacional, la coordinación con autoridades civiles de tránsito aéreo y la gestión de incidentes, accidentes o eventos de seguridad operacional.

UAS

Sistemas de aeronaves no tripuladas

PÁGINA DEJADA EN BLANCO INTENCIONALMENTE

CAPÍTULO 4

ACCIONES DEFENSIVAS CONTRA SISTEMAS DE AERONAVES NO TRIPULADAS

(4-1) Las Fuerzas Militares (FF. MM.) de Colombia, junto con los asociados de la acción unificada, se enfrentan a la proliferación de sistemas de aeronaves no tripulados (UAS), usados por los actores de la amenaza. Ello exige una respuesta coordinada, ya que afecta directamente la capacidad operacional de las Fuerzas. Contrarrestar los UAS es una responsabilidad compartida entre fuerzas y niveles de mando. Los comandantes de todos los niveles se enfrentan al reto de ser capaces de contrarrestar la amenaza aérea y el reconocimiento del enemigo, adversario o amenaza dentro de su ambiente operacional. Contrarrestar las amenazas aéreas en general, y las amenazas de los UAS, en particular, es una responsabilidad conjunta. Los comandantes de fuerza conjunta y los estados mayores deben estar preparados para hacerles frente en todo el *continuum* de la guerra.

(4-2) Los UAS varían en tamaño y capacidad: desde grandes sistemas con potencial destructivo similar al de misiles de crucero hasta pequeños drones tácticos de baja señal de radar y acústica, difíciles de detectar y eficaces para ataques sorpresivos. Para enfrentar dicha amenaza es esencial entender y conocer sus misiones, clasificación, componentes y características de operación.

UAS
Sistemas de aeronaves no tripuladas

4.1. ACCIONES DEFENSIVAS CONTRA SISTEMAS DE AERONAVES NO TRIPULADAS

(4-3) En cuanto una aeronave no tripulada (UA) está en el aire, una unidad (escalón táctico) se centra en la supervivencia. La **supervivencia** es una **capacidad de las fuerzas militares que les permite evitar o resistir acciones hostiles o condiciones ambientales, al tiempo que mantienen los medios y condiciones necesarias para cumplir su misión**. Esta capacidad es fundamental en ambientes complejos y dinámicos donde los componentes de fuerza y Fuerzas deben sostener operaciones continuas frente amenazas persistentes o condiciones extremas sin comprometer su desempeño, ni su eficacia operacional. De esta manera los comandantes evalúan la capacidad de supervivencia a través de la aplicación de técnicas de seguridad aérea, considerando, además, que evitar la detección y establecer el contacto o enfrentamiento inicial en condiciones favorables incrementa dicha capacidad.

(4-4) El contacto con una aeronave no tripulada (UA) no identificada puede ser el precedente de un ataque próximo. Todas las unidades que se encuentran bajo la trayectoria del UA deben asumir que han sido observadas y prepararse para recibir fuego indirecto en sus posiciones de combate o ejes de avance. Asimismo, deben reaccionar con prontitud, responder de forma adecuada e informar cuando detecten signos de posible observación o ataque enemigo. Independientemente de que se disponga o no de una capacidad contra sistemas de aeronaves no tripuladas (C-UAS) o antiaérea específica, las unidades deben aplicar medidas defensivas pasivas y activas para anular o reducir la eficacia de las aeronaves no tripuladas del enemigo o amenaza. Las medidas pasivas y activas constituyen el conjunto de acciones adoptadas para enfrentar la amenaza de las UA hostiles; es decir: las pasivas buscan impedir la detección y el ataque contra fuerzas amigas, mientras que las activas se orientan a detectarlos, identificarlos, tomar decisiones y, si es

UA

Aeronave no tripulada



SUPERVIVENCIA

Capacidad de las fuerzas militares que les permite evitar o resistir acciones hostiles o condiciones ambientales, al tiempo que mantienen los medios y condiciones necesarias para cumplir su misión.

MBC 3-30.64 (4-3)

necesario, neutralizarlos o destruirlos mediante medios letales o no letales.

4.1.1. MEDIDAS PASIVAS

(4-5) Como parte del proceso para preservar la fuerza conjunta y aumentar su capacidad de supervivencia, los comandantes aplican técnicas de seguridad aérea y buscan establecer contacto en condiciones operacionales favorables, y minimizar así la probabilidad de ser detectados o atacados. En este orden de ideas, las medidas pasivas constituyen la primera línea de defensa frente a amenazas aéreas, al reducir la posibilidad de ser detectados o atacados. Si bien en este capítulo se aborda principalmente la defensa contra sistemas de aeronaves no tripulados (C-UAS), dichas medidas son igualmente aplicables a todas las operaciones antiaéreas. Todas las unidades deben emplear medidas pasivas de defensa aérea para protegerse de la detección, observación y ataque. Estas medidas incluyen:

- Camuflaje y encubrimiento.
- Decepción.
- Dispersión.
- Desplazamiento.
- Refuerzo y protección de instalaciones.

MEDIDAS PASIVAS CONTRA UAS

- Camuflaje y encubrimiento.
- Decepción.
- Dispersión.
- Desplazamiento.
- Refuerzo y protección de instalaciones.

4.1.1.1. Camuflaje y encubrimiento

(4-6) La capacidad de una unidad para evitar la detección por una aeronave no tripulada (UA) se basa en su grado de integración visual y física con el medio ambiente físico. Aplicar de manera eficaz los principios de camuflaje y encubrimiento requiere conocer el terreno, habilidades específicas y la capacidad para identificar los sensores del enemigo, adversario o amenaza. Ante limitaciones naturales, las fuerzas pueden modificar el ambiente o aplicar técnicas de engaño para dificultar la observación horizontal y vertical. Estas medidas deben

alinearse con el tipo de sensores (visual, infrarrojo, radar o multiespectral) de la amenaza, para lograr la protección de las fuerzas.

(4-7) Dado que no existe una técnica única que garantice cubierta y encubrimiento ante todos los tipos de sensores, los comandantes y estados mayores de fuerza conjunta, en coordinación con sus comandantes subordinados deben planear el camuflaje de acuerdo con el análisis detallado del terreno y los productos de inteligencia disponibles. En situaciones donde ciertos dispositivos, como los inteligentes, representan un riesgo de detección por sus emisiones electrónicas, puede ser más efectivo eliminarlos que intentar encubrirlos. Evaluar el equilibrio entre la funcionalidad del equipo y el riesgo que implica su señal electromagnética resulta determinante para la supervivencia de las fuerzas.

(4-8) Los componentes de fuerza deben considerar que los sensores infrarrojos representan una amenaza constante, incluso cuando se ha logrado evitar la detección visual. El terreno y los materiales naturales ayudan a reducir la señal térmica, pero es clave evitar acciones que generen puntos calientes, como abrir el capó de un vehículo o usar calefactores. Si bien existen materiales que atenúan la imagen infrarroja, estos no ofrecen protección completa, por lo cual se requiere una combinación de medidas activas y pasivas, siempre adaptadas al tipo de sensor enemigo en cuanto la inteligencia haga una identificación.

(4-9) Para maximizar la efectividad del camuflaje, las unidades aplican algunas técnicas básicas; entre ellas: ocultar, mimetizarse, disfrazar, perturbar y engañar. Estas buscan reducir el contraste con el medio ambiente físico, alterar la forma o identidad del blanco y confundir al enemigo mediante patrones irregulares o señuelos. Minimizar el movimiento y evitar formas de maniobra predecibles son principios fundamentales, así como planear desde el punto de vista de la amenaza, para dificultar su capacidad de detección e identificación de

blancos contra fuerzas amigas, población civil y bienes protegidos, conforme a las capacidades que la inteligencia le atribuya.

4.1.1.2. Decepción

(4-10) En el entendido que la *decepción* se define como el conjunto de medidas o acciones deliberadas para engañar al enemigo, adversario o amenaza de tal forma que contribuya a la intención del comandante (MBC 3-05). Los señuelos, aunque limitados en su disponibilidad, pueden ser contruidos con eficacia por unidades militares mediante una planificación creativa y el conocimiento práctico de las señales electromagnéticas propias. Estos elementos se emplean para establecer ubicaciones falsas, confundir los sistemas de recolección del enemigo y desviar su atención de las formas de maniobra reales. Su uso adecuado engaña al adversario sobre la fuerza, disposición e intención de las unidades amigas, mejora la supervivencia de personal y equipo, y puede inducir al enemigo a malgastar munición en blancos simulados, y que revele así su posición.

(4-11) El empleo exitoso de señuelos depende de dos factores esenciales, que son la ubicación y el realismo. Su colocación debe ser lógica y cercana al objetivo real, pero tan distante como para evitar daños colaterales. El realismo se refiere al grado de semejanza del señuelo con el objetivo o blanco que simula, tanto en apariencia como en señal electromagnética. Señuelos bien diseñados deben resultar ligeramente más visibles que el objetivo real para captar la atención enemiga, y pueden incluir tráfico electrónico simulado o cubierta parcial con sistemas de última generación.

4.1.1.3. Dispersión

(4-12) La dispersión consiste en distribuir personal, medios y actividades para reducir la vulnerabilidad frente a ataques enemigos. Las unidades aplican esta medida en la mayor medida posible, equilibrando la separación



DECEPCIÓN

Conjunto de medidas o acciones deliberadas para engañar al enemigo, adversario o amenaza de tal forma que contribuya a la intención del comandante.

MBC 3-05 (1-11)

con la necesidad de mantener el mando y control y el apoyo mutuo. Su objetivo principal es dificultar la detección, adquisición y ataque por parte del enemigo, y en ello el terreno es un factor determinante (espacios abiertos exigen mayor dispersión, mientras que áreas urbanas o boscosas permiten una concentración más segura, por su encubrimiento natural).

(4-13) Esta medida se aplica en unidades tanto en bases como en movimiento. Combinada con camuflaje, encubrimiento y refuerzo, incrementa la protección frente a amenazas aéreas y sistemas de armas de artillería de campaña. Durante el movimiento, la dispersión debe mantenerse; sobre todo, en zonas canalizadas como carreteras. En caso de ataque, reduce la densidad del blanco y mitiga los efectos letales del enemigo, y así degrada significativamente la eficacia de sus sistemas ofensivos.

4.1.1.4. Desplazamiento

(4-14) Entendiendo la *maniobra*, como el empleo de las fuerzas en el área de operaciones a través de la combinación de movimiento con los fuegos para lograr una posición de ventaja con respecto al enemigo (MFC 3-0), los componentes de fuerza deben integrar esta concepción en la ejecución de sus tácticas, técnicas y procedimientos en todos los dominios. Esta maniobra se adapta a las condiciones cambiantes del ambiente operacional, incluida la presencia de amenazas aéreas como los sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS).

UAS

Sistemas de aeronaves no tripuladas



MANIOBRA

Empleo de las fuerzas en el área de operaciones a través de la combinación de movimiento con los fuegos para lograr una posición de ventaja con respecto al enemigo.

MFC 3-0 (3-120)

(4-15) Ante un ataque o una amenaza inminente, las unidades pueden ejecutar desplazamientos hacia posiciones alternas, a fin de degradar la eficacia del ataque sin comprometer la continuidad de la maniobra ni la misión asignada. Durante el planeamiento se consideran las capacidades conocidas de los UAS del enemigo, adversario o amenaza, para establecer criterios claros de desplazamiento (eje de avance) y medidas asociadas, que pueden ir desde un repliegue hasta la retirada, para garantizar así la protección de la fuerza.

4.1.1.5. Refuerzo y protección de instalaciones

(4-16) Actualmente, la doctrina define los activos críticos como el conjunto de recursos que generan o representan valor operacional, incluyendo instalaciones, sistemas, redes, servicios, y equipos físicos o tecnológicos, cuya inhabilitación o destrucción tendría un impacto significativo sobre la Fuerza Conjunta o sus componentes. Por esta razón, el reforzamiento de instalaciones, vehículos o estructuras es una necesidad prioritaria para proteger dichos activos frente a artefactos explosivos convencionales, dispositivos explosivos improvisados (IED) y amenazas no explosivas, incluidas las aéreas. Estas medidas de protección pueden variar desde soluciones básicas, como la colocación de de arena o planchas de acero hasta la construcción de refugios reforzados con materiales especializados como hormigón y acero, capaces de resistir ataques con fuego indirecto o municiones lanzadas por aeronaves no tripuladas (UA).

4.1.2. MEDIDAS ACTIVAS

(4-17) Las medidas de defensa activa comprenden una secuencia de acciones que permiten a las fuerzas en movimiento y maniobra y las instalaciones militares (bases, campamentos base y puestos de mando) detectar, identificar, tomar decisiones y, si es necesario, atacar una aeronave no tripulada (UA) desconocida. La eficacia de las acciones de respuesta depende directamente de la rapidez con que se apliquen estos pasos; en especial, cuando se trata de una amenaza inminente.

4.1.2.1. Detectar

(4-18) Las aeronaves no tripuladas (UA) representan una amenaza difícil de detectar debido a su tamaño reducido, maniobrabilidad, bajo nivel de ruido y capacidad para volar a baja altura. Su identificación visual es complicada, incluso para observadores entrenados; sobre todo, bajo condiciones ambientales adversas. Operadores experimentados pueden aprovechar el terreno,

MEDIDAS ACTIVAS CONTRA UAS

- Detectar
- Guardias aéreos
- Advertencia o alerta
- Seguimiento
- Identificar
- Decidir
- Derrota
- Intervenir
- Explotar

las condiciones de luz, el viento y las tácticas de vuelo engañosas (como aproximaciones falsas o vuelos irregulares) para reducir aún más su propia visibilidad y aumentar su efectividad en el área de operaciones.

UA

Aeronave no tripulada

(4-19) La detección efectiva de la UA depende del tipo y ubicación de los sensores disponibles. Factores como el tipo de amenaza, el terreno, el eje de aproximación de la UA los activos críticos protegidos y las condiciones operacionales influyen en la colocación táctica de sensores. Se recomienda emplear múltiples tipos de sensores interconectados (visuales, de radar, ópticos, acústicos y de radiofrecuencia) para desarrollar una imagen completa de la amenaza, ya que no existe un sensor único totalmente eficaz.

(4-20) Además del uso de sensores tecnológicos, es necesario que todo el personal mantenga una conciencia constante de la amenaza aérea. Los soldados deben estar alerta durante todos los movimientos, y las unidades pueden asignar guardias aéreos dedicados para mejorar la capacidad de observación. El planeamiento deliberado, la integración de sensores y la coordinación con escalones superiores son clave para fortalecer la defensa frente a amenazas de UAS.

UAS

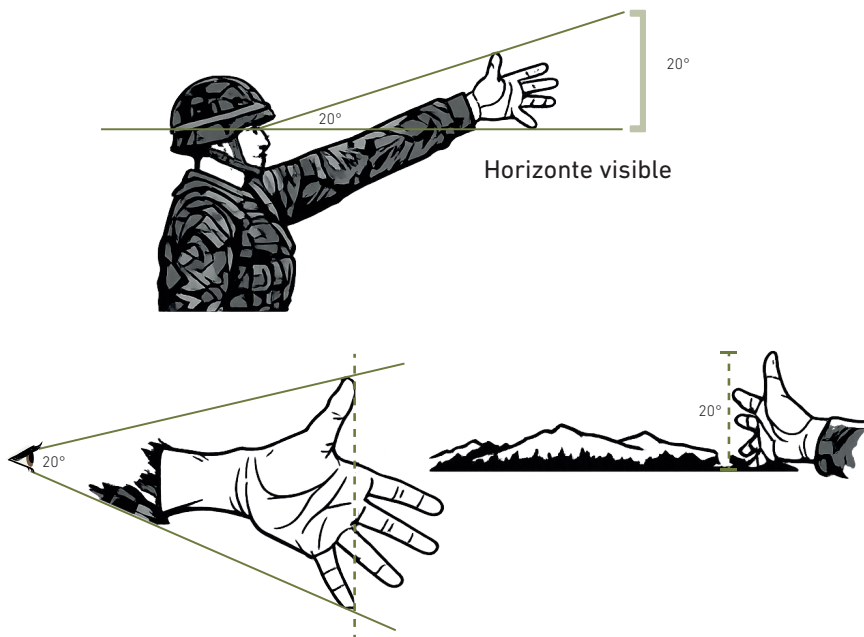
Sistemas de aeronaves no tripuladas

4.1.2.2. Guardias aéreos

(4-21) Los guardias aéreos son responsables de vigilar de forma continua el horizonte para detectar amenazas aéreas en las proximidades de la unidad, puesto de mando, base o aeródromo y alertar oportunamente sobre posibles actos hostiles. Pueden emplearse en operaciones tanto ofensivas como defensivas, montados o desmontados, y deben ubicarse dentro del alcance visual de la unidad (entre 500 m y 1,5 km) y cubriendo las vías de aproximación más probables. Cuando tienen medios contra sistemas de aeronaves no tripuladas (C-UAS), pueden actuar conforme a las reglas de enfrentamiento (ROE) y reglas de uso para la fuerza (RUF), según corresponda.

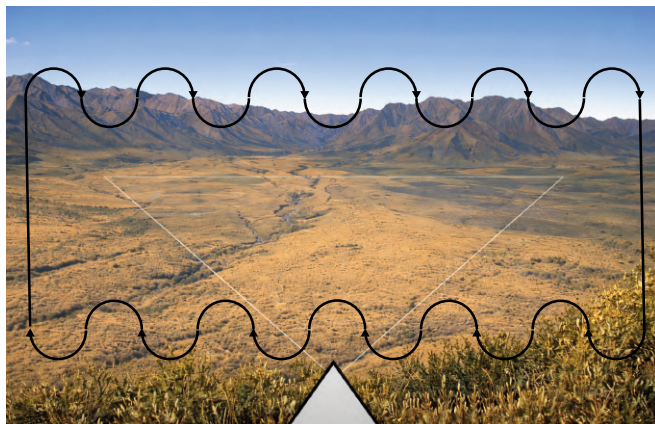
(4-22) Deben operar en todo tipo de condiciones, equipados con medios ópticos adecuados que les permitan aplicar técnicas de búsqueda eficaces y reducir las posibilidades de evasión enemiga. Durante la observación, el sector de escaneo recomendado es de 20° por encima y por debajo del horizonte, lo cual permite identificar aeronaves no tripuladas (UA) que vuelen a diferentes altitudes. Dicho ángulo puede estimarse visualmente con el brazo extendido y los dedos abiertos, para facilitar una búsqueda equilibrada y precisa.

Figura 4-1. Ejemplo método de estimación 20° .



(4-23) El barrido vertical es una técnica de observación para optimizar la detección de amenazas aéreas. Consiste en mover la vista de forma secuencial desde el cielo hacia el horizonte, y luego, hacia el terreno, repitiendo este patrón de forma continua. El guardia aéreo debe cubrir un ángulo aproximado de 20° por encima y por debajo del horizonte, lo cual permite identificar aeronaves enemigas que vuelen a diferentes altitudes dentro del sector asignado.

Figura 4-2. Ejemplo método de barrido vertical.



(4-24) El barrido horizontal es una técnica de observación que comienza en el horizonte y se extiende gradualmente hacia arriba, cubriendo hasta 20° por encima. El vigilante aéreo debe mover la vista de lado a lado a lo largo del cielo, siguiendo este patrón ascendente de forma secuencial. Luego, para complementar, debe aplicar el mismo procedimiento descendente hasta 20° por debajo del horizonte, lo que permite detectar amenazas aéreas que vuelan a baja altura.

Figura 4-3. Ejemplo método de barrido horizontal.



4.1.2.3. Advertencia o alerta

(4-25) Una vez detectada una amenaza aérea, es fundamental alertar de inmediato a todas las unidades de los componentes de fuerza o fuerzas que se encuentran en el área de operaciones. Esto puede hacerse a través de un enfoque descendente (de escalones superiores hacia unidades subordinadas) o ascendente (de las unidades de vanguardia hacia los niveles superiores). Dado que las aeronaves no tripuladas (UA) suelen ser identificadas primero por las unidades avanzadas u observadores adelantados, es clave entrenar y ensayar el uso de la red de alerta temprana por medio de simulacros. Independientemente del enfoque utilizado, la transmisión de la información debe hacerse empleando la nomenclatura TALUTE, la cual describe de forma abreviada la situación con respecto al tamaño, actividad, localización, unidad, tiempo y equipo de la amenaza.

Tabla 4-1. Ejemplo de informe de detección de aeronave no tripulada.

INFORMACIÓN	EJEMPLO
Tamaño	Indique el número de UA.
Actividad	Informe detallado sobre las actividades: • ¿Cuál es la dirección de movimiento del UA? • ¿Ha habido algún acto hostil? • ¿El UA está sobrevolando un punto específico? • ¿Vuela en línea recta? • ¿Se observa la aproximación del UA? ¿Está sobre nuestras cabezas?
Localización	Informe dónde se observó la actividad, incluyendo coordenadas y punto de referencia.
Unidad (Descripción de la UA)	Incluir información detallada: • Ala fija o rotor, multirrotor. • Ala fija (configuración de la cola, longitud aproximada). • Rotor o multirrotor (número de rotores, carga útil, altura, sensores, armas, luces, otras características).
Tiempo	Indique la hora en que se observó la actividad.
Equipo	Informe sobre todo el equipo asociado a los UAS, y principalmente, el componente UA.

4.1.2.4. Seguimiento

(4-26) Mientras se emite la alerta, las unidades de la fuerza conjunta deben rastrear de manera continua el blanco (aeronave no tripulada) y supervisar sus movimientos hasta cuando se establezca la toma de decisiones sobre su neutralización o destrucción. Una ubicación o localización representa una estimación específica del lugar donde se encuentra una amenaza aérea en un momento específico, mientras que un seguimiento consiste en una serie de esas ubicaciones recolectadas a lo largo del tiempo. Según el sistema utilizado, este seguimiento puede visualizarse como un mapa de calor, una alerta sectorizada o un gráfico que muestre el centro estimado con su margen de error o línea de rumbo. La eficacia de dicho proceso depende directamente de la implementación del plan de detección, el cual permite un seguimiento aéreo continuo y preciso.

4.1.2.5. Identificar

(4-27) La *identificación de combate* (CID) es el proceso de lograr una caracterización precisa de los objetos detectados en el ambiente operacional suficiente para respaldar una decisión de enfrentamiento (MFC 3-0). En el contexto contra sistemas de aeronaves no tripuladas (C-UAS), su aplicación temprana es decisiva para maximizar el tiempo de respuesta, evitar fuego fratricida y permitir una toma de decisión debidamente informada. La complejidad radica en que un mismo tipo de UAS puede ser operado por fuerzas amigas o enemigas, lo que exige precisión al identificarlo, para preservar recursos, mejorar el conocimiento y entendimiento de la situación y reducir el riesgo de comprometer las propias tropas.

(4-28) Existen dos métodos de identificación, doctrinalmente establecidos: el **control por procedimientos**, el cual es el **método que se basa en una combinación de órdenes y procedimientos previamente acordados y publicados, la cual incluye alertas de defensa aérea, reglas**

IDENTIFICACIÓN DE COMBATE

Proceso de lograr una caracterización precisa de los objetos detectados en el ambiente operacional suficiente para respaldar una decisión de enfrentamiento.

MFC 3-0 (3-151)

CID

CONTROL POR PROCEDIMIENTOS

Método que se basa en una combinación de órdenes y procedimientos previamente acordados y publicados, el cual incluye alertas de defensa aérea, reglas de enfrentamiento, reglas para el uso de la fuerza, órdenes de coordinación y gestión del espacio aéreo, criterios de identificación y estado de control de las armas.

MBC 3-30.64 (4-28)

de enfrentamiento, reglas para el uso de la fuerza, órdenes de coordinación y gestión del espacio aéreo, criterios de identificación y estado de control de las armas, y el *control positivo*, el cual se define como el **método de procesamiento de datos con medios electrónicos (sensores y radares) para la identificación y seguimiento en tiempo real de la amenaza**. La identificación mediante el control positivo, basado en sistemas de identificación amigo/enemigo (IFF), es el método preferido, pero en la práctica suele combinarse con la identificación por control de procedimientos, que separa a los usuarios del espacio aéreo según criterios como geografía, altitud, rumbo, tiempo y maniobra. Esta combinación permite una aplicación flexible y segura de capacidades C-UAS en ambientes operacionales dinámicos.

4.1.2.6. Decidir

(4-29) La toma de decisiones frente a una amenaza de sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) y específicamente, sobre su principal componente, que es la aeronave no tripulada (UA) implica dos pasos fundamentales: determinar si es necesario intervenir y, en caso afirmativo, seleccionar el método adecuado para neutralizar o destruir. Esta elección depende de las reglas para el uso de la fuerza, el control del espacio aéreo, el riesgo de daños colaterales e incidentales y el derecho inherente a la legítima defensa. Las opciones pueden ser físicas o no físicas, y algunas fuerzas conjuntas o Fuerzas cuentan con capacidades cibernéticas que combinan ambas.

(4-30) Los métodos físicos buscan dañar, inutilizar o capturar la UA mediante contacto directo. Estos incluyen el uso de municiones explosivas, armas pequeñas, proyectiles, sistemas de enredo (como serpentinas o espuma en aerosol), energía dirigida (láseres o microondas de alta potencia) y técnicas de captura con redes. La selección del método debe responder al análisis detallado de las variables de la misión METT-TC (I), las capacidades disponibles y el tipo de amenaza enfrentada.

METT-TC(I)

Misión, enemigo, terreno y clima, tropas y apoyo disponible, tiempo disponible, consideraciones civiles y consideraciones de la información

UA

Aeronave no tripulada


CONTROL POSITIVO

Método de procesamiento de datos con medios electrónicos (sensores y radares) para la identificación y seguimiento en tiempo real de la amenaza.

MBC 3-30.64 (4-28)

4.1.2.7. Derrota

(4-31) Las técnicas de derrota se aplican una vez la autoridad de control del espacio aéreo transfiere la responsabilidad y control al nivel táctico. Para evitar el fratricidio -sobre todo, en ambientes donde operan múltiples sistemas- es necesario confirmar la identidad de los sistemas de aeronaves no tripuladas de pequeño tamaño, a través de procedimientos establecidos, y resolver posibles conflictos en el espectro radioeléctrico (conjunto de frecuencias del espectro electromagnético utilizado para comunicaciones). En algunos casos, las frecuencias operativas de sistemas amigos pueden coincidir con las de estas UA, por lo que los comandantes deben identificar y mitigar cualquier interferencia durante la acción. Las medidas de derrota pueden ser letales o no letales. En el caso de respuestas no letales, como el uso de bloqueadores de señal, debe mantenerse la interferencia hasta que el UAS quede completamente inoperativo. Una vez cesa toda señal de control, debe intervenir un equipo de disposición de artefactos explosivos (EOD), para así poder hacer un análisis técnico sobre las capacidades de armamento del enemigo, adversario o amenaza.

UA

Aeronave no tripulada

UAS

Sistemas de aeronaves no tripuladas

4.1.2.8. Intervenir

(4-32) Una vez se ha tomado la decisión de intervenir frente a una aeronave no tripulada y se ha determinado la capacidad más adecuada para ello, dicha capacidad entra en acción con el objetivo de neutralizar la amenaza. Sin embargo, el resto de las capacidades disponibles no quedan inactivas: continúan haciendo el seguimiento del blanco para mantener el conocimiento y entendimiento de la situación y asegurar la continuidad de la respuesta. En caso de pérdida de contacto o de que la amenaza persista, esas capacidades pueden intervenir o reintervenir según como sea necesario.

(4-33) Este enfoque se enmarca en una arquitectura escalonada de respuesta, donde múltiples capacidades

(tanto letales como no letales) se integran y se activan de manera coordinada, en función de la evolución de la amenaza. Esta **redundancia**, que doctrinalmente se define como el **empleo de dos o más recursos similares para gestionar información en función del mismo requerimiento de inteligencia**, permite de forma funcional una defensa flexible, adaptable y sostenida en el tiempo. Así se garantiza que ninguna brecha en la detección, seguimiento o derrota del UAS o la UA pueda ser explotada por el enemigo, adversario o amenaza.

4.1.2.9. Explotar

(4-34) La explotación sobre los sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) o la aeronave no tripulada (UA) es esencial para el desarrollo de contramedidas eficaces. Siempre que la situación táctica lo permita, debe recuperarse el mayor número posible de componentes del sistema neutralizado. Las unidades que encuentren un UA en el terreno, deben, desde una distancia segura y utilizando medios ópticos, inspeccionarlo en busca de rastros de modificaciones o de cargas útiles sospechosas (letales o no letales).

(4-35) Una vez efectuada la evaluación preliminar desde una distancia segura, si no se detectan señales visibles de riesgo, la aeronave no tripulada (UA) deberá ser considerada insegura hasta que sea inspeccionada y asegurada por un equipo de disposición de artefactos explosivos (EOD). En ninguna circunstancia el personal de la unidad deberá manipular directamente el dispositivo. Si se sospecha la presencia de explosivos, el área será marcada con materiales visibles y duraderos, ubicados a una distancia de entre 50 m y 100 m. Finalmente, tras la verificación del equipo de disposición de artefactos explosivos, la UA podrá ser recuperada para su explotación técnica e inteligencia.

UAS

Sistemas de aeronaves no tripuladas

UA

Aeronave no tripulada

REDUNDANCIA

Empleo de dos o más recursos similares para gestionar información en función del mismo requerimiento de inteligencia.

MBC 3-30.64 (4-33)

PÁGINA DEJADA EN BLANCO INTENCIONALMENTE

CAPÍTULO 5

ACCIONES OFENSIVAS CONTRA SISTEMAS DE AERONAVES NO TRIPULADAS

(5-1) Este capítulo aborda cómo la Fuerza Conjunta, actuando en el rango de las operaciones militares y mediante herramientas como la preparación de inteligencia conjunta del ambiente operacional, puede localizar, fijar y atacar sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) del enemigo, adversario o amenaza, en todas las fases de su empleo. El momento más oportuno para neutralizar un UAS es antes de su lanzamiento, ya que atacar elementos críticos del sistema, como la estación de control en tierra, los enlaces de datos, las zonas de despegue y recuperación, o el propio operador de UAS de la amenaza, enemigo o adversario, cuando participe directamente en hostilidades, puede impedir su empleo, interrumpir su misión o degradar su operatividad.

(5-2) El estado mayor de fuerza conjunta desarrolla la inteligencia conjunta del ambiente operacional y las fuerzas del escalón táctico en su nivel desarrollan la preparación de inteligencia del campo de combate para identificar las amenazas UAS en sus áreas operacionales, caracterizar sus patrones de empleo, y orientar los esfuerzos de inteligencia, vigilancia y reconocimiento. Esta herramienta apoya directamente el proceso de selección y priorización de blancos permitiendo asignar

UAS
Sistemas de aeronaves no tripuladas

UAS

Sistemas de aeronaves no tripuladas

capacidades de ataque contra los distintos eslabones de la estructura enemiga de UAS, que incluyen:

- **Plataformas aéreas:** Aeronave no tripulada (UA) en tierra o en vuelo.
- **Estaciones de control:** Fijas o móviles, tripuladas o automatizadas.
- **Enlaces de comunicaciones y datos:** Vulnerables a interrupción, degradación o explotación.
- **Carga útil:** sensores, cámaras e incluso depósitos de armamento o dispositivos explosivos improvisados (IED).
- **Medios logísticos de soporte:** Combustible, repuestos, mantenimiento.

(5-3) Con este enfoque operacional, la Fuerza Conjunta mantiene una postura ofensiva integral, degradando progresivamente la red UAS enemiga y reduciendo su capacidad para atacar las fuerzas en un área de responsabilidad. Esta ofensiva, basada en inteligencia y sincronización entre los componentes de fuerza, contribuye de forma decisiva con los requerimientos de información crítica del comandante y la libertad de acción conjunta.

5.1. PREPARACIÓN DE INTELIGENCIA CONJUNTA DEL AMBIENTE OPERACIONAL

(5-4) La *preparación de inteligencia conjunta del ambiente operacional* (JIPOE), la cual se define como la secuencia de actividades mediante la cual la información se convierte en producto de inteligencia, resultante de la recolección, procesamiento, integración, evaluación, análisis e interpretación de la información disponible (MFC 3-0). Constituye un elemento esencial en el enfoque de la defensa aérea. En el contexto de la protección de la fuerza, la preparación de inteligencia conjunta del ambiente operacional permite identificar las capacidades de los sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) que representan una amenaza, así como anticipar sus tácticas y técnicas de empleo más probables.



PREPARACIÓN DE INTELIGENCIA CONJUNTA DEL AMBIENTE OPERACIONAL

Secuencia de actividades mediante la cual la información se convierte en producto de inteligencia, resultante de la recolección, procesamiento, integración, evaluación, análisis e interpretación de la información disponible.

MFC 3-0 (3-81)

JIPOE

(5-5) El proceso de la preparación de inteligencia conjunta del ambiente operacional, de carácter continuo y adaptativo, se compone de cuatro pasos fundamentales: definir el ambiente operacional, describir los efectos medioambientales, evaluar la amenaza y determinar el curso de acción más probable de la amenaza. En su primer paso, que es la definición del ambiente operacional, no se requieren consideraciones adicionales específicas para acciones C-UAS. Sin embargo, el segundo paso, que es describir los efectos medioambientales, es de naturaleza iterativa y resulta crítico, ya que evalúa cómo el medioambiente físico, humano y electromagnético afecta tanto a las acciones UAS enemigas como a las operaciones C-UAS de la Fuerza Conjunta o Fuerzas.

C-UAS

Contra sistemas de aeronaves no tripuladas

(5-6) Durante este análisis, los estados mayores de fuerza conjunta y comandantes subordinados las unidades estudian el terreno considerando avenidas de aproximación terrestres y aéreas, así como posiciones defensivas enemigas. Los UAS de mayor tamaño pueden requerir superficies despejadas o improvisadas como pistas de aterrizaje, mientras los UAS tácticos, operados por escalones inferiores, pueden desplegarse cerca de posiciones de combate para ofrecer alerta temprana. El análisis detallado del terreno y del tiempo son inseparables, por lo que deben incluirse evaluaciones meteorológicas como la climatología, el estado actual del tiempo y los pronósticos meteorológicos. Estas condiciones afectan las capacidades operativas tanto de los sistemas enemigos como de los propios, pues todos los sistemas de armas presentan limitaciones asociadas a factores meteorológicos como viento, visibilidad, temperatura o humedad.

UAS

Sistemas de aeronaves no tripuladas

(5-7) Para las operaciones C-UAS se recomienda utilizar esquemas del espectro electromagnético que permitan identificar rutas aéreas probables de aproximación de amenazas, basadas en la actividad electrónica en el área. Estos esquemas deben contemplar todos los emisores relevantes, incluyendo:

- Radares.

UAS

Sistemas de aeronaves no tripuladas

- Radios.
- Bloqueadores de señal.
- Señales GPS.

(5-8) Este enfoque integrado y multidominio permite anticipar con mayor precisión las oportunidades y restricciones en la defensa contra sistemas de aeronaves no tripuladas fortaleciendo la toma de decisiones y la aplicación eficaz de medidas activas y pasivas dentro de la Fuerza Conjunta.

(5-9) El tercer paso consiste en evaluar la amenaza. Al hacerlo se examinan en detalle las capacidades y limitaciones de cada UAS que se considera que posee la amenaza, y cómo se organizará la amenaza para el combate y se llevarán a cabo operaciones con esas plataformas en condiciones normales. Los resultados de la evaluación de la amenaza se representan en modelos de amenaza adecuados y representaciones gráficas de las capacidades y limitaciones de los UAS de la amenaza. Se crea un esquema de sistema aéreo no tripulado que sirve para responder a los siguientes requerimientos de información:

Tabla 5-1. Ejemplo de evaluación de factores de sistemas de aeronave no tripuladas.

FACTOR DE EVALUACIÓN	PREGUNTAS CLAVE
Duración del vuelo (Autonomía)	¿Cuánto tiempo puede operar la UA antes de regresar? ¿Se puede usar esto para determinar puntos de lanzamiento y recuperación?
Trayectorias de vuelo	¿Cómo llega la UA desde el punto de lanzamiento hasta la zona de operaciones? ¿Se puede analizar la ruta y comportamiento para clasificar la amenaza?
Contramedidas de la UA	¿La UA amenazante lleva contramedidas?
Número de plataformas UAS	¿Cuántos UAS tiene el enemigo en su inventario?
Plataformas de lanzamiento	¿Cuántas plataformas de lanzamiento existen? ¿Hay plataformas compartidas? ¿Esto permite calcular COA de la amenaza?
Capacidad de rastreo por radar	¿Qué bandas de frecuencia detectan los UAS? ¿Cuántos tienen esta capacidad? ¿Cómo las usará el enemigo?

FACTOR DE EVALUACIÓN	PREGUNTAS CLAVE
Generación máxima de salidas	¿Cuántos UAS pueden operar simultáneamente? ¿Cuál es la tasa de lanzamiento y duración de operaciones sostenidas?
Tiempo de permanencia	¿Cuánto tiempo esperará una UA en la zona para cumplir su misión?
Guía de la UA	¿Cómo se guía la UA? ¿Requiere línea de visión, GPS, comparación de terreno? ¿Es posible interferir esta guía?
Velocidad de la UA	¿A qué velocidades viajan? ¿Cómo afecta esto la capacidad C-UAS para reaccionar?
Altitud de la UA	¿Cuál es la altitud estimada de operación? ¿Cómo afecta esto a la capacidad C-UAS?
Alcance de la UA	¿Cuál es el alcance máximo y mínimo del UAS? ¿Permite esto descartar amenazas?
Limitaciones de lanzamiento	¿Qué limitaciones de lanzamiento existen? ¿Pueden usarse para refinar la identificación de plataforma o zona de lanzamiento?
Recuperación de la UA	¿Cómo se recupera la UA? ¿Cuánto tarda en reacondicionarse y estar lista para un nuevo uso?

(5-10) El último paso de la preparación de inteligencia conjunta del ambiente operacional consiste en determinar el curso de acción de la amenaza. Este paso integra los resultados de los pasos anteriores en conclusiones significativas. Como mínimo, este paso crea el curso de acción más peligroso de la amenaza y el curso de acción más probable. Estos cursos de acción se desarrollan creando matrices de eventos y esquemas centradas en las acciones o actos hostiles de los UAS de la amenaza.

UA

Aeronave no tripulada

UAS

Sistemas de aeronaves no tripuladas

5.2. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

(5-11) Durante el desarrollo de las operaciones ofensivas C-UAS, la recolección de información constituye la actividad que sincroniza e integra el planeamiento y el empleo de sensores y medios, así como el procesamiento, explotación y difusión (PED), a fin de apoyar las operaciones actuales y futuras. Esta integración permite generar inteligencia (información analizada y procesada), por lo cual desempeña un papel clave en la selección precisa y oportuna de blancos vinculados a UAS.

UAS

Sistemas de aeronaves no tripuladas

(5-12) La recolección de información es una fase estructurada del proceso de inteligencia que permite obtener datos decisivos para responder a los requerimientos prioritarios de inteligencia (RPI) del comandante de fuerza conjunta. En este contexto, los planes de recolección deben ajustarse para incorporar, de manera concreta, los requerimientos generados durante el desarrollo de la preparación de inteligencia conjunta del ambiente operacional enfocándose en las capacidades, ubicaciones y patrones de operación de los sistemas de aeronaves no tripuladas del enemigo, adversario o amenaza.

(5-13) La preparación de inteligencia conjunta del ambiente operacional proporciona el marco de análisis que permite identificar brechas de información, formular requerimientos específicos de recolección y asignar los medios de inteligencia, vigilancia y reconocimiento adecuados. Esta integración garantiza que los esfuerzos de recolección se orienten a los puntos de decisión más relevantes. Los componentes del UAS (aeronave no tripulada, estación de control, enlaces de datos, sensores y medios logísticos) son seleccionados como objetivos potenciales mediante tareas de vigilancia, reconocimiento, adquisición de blancos y evaluación de efectos.

(5-14) Los analistas, apoyados por los productos de la preparación de inteligencia conjunta del ambiente operacional, determinan las áreas y momentos en los que la amenaza de UAS tiene mayor probabilidad de actuar, y asignan distintos medios de recolección para cumplir con los requerimientos de información crítica del comandante. Esto permite anticipar rutas de aproximación, identificar centros de control o detectar sitios de lanzamiento. Por ejemplo, identificar de forma temprana estaciones de control en tierra a través de inteligencia, vigilancia y reconocimiento puede permitir su neutralización o destrucción anticipada por medios letales o no letales, e interrumpir así la operación del UAS antes de que sea utilizado contra las unidades de la fuerza conjunta o Fuerzas.

(5-15) Este enfoque asegura que recolectar información no sea un esfuerzo aislado, sino una función dirigida por el análisis detallado del ambiente operacional y orientada a la toma de decisiones del comandante, para así contribuir directamente al proceso de selección y priorización de blancos y a la protección de la fuerza.

5.3. PROCESO DE SELECCIÓN Y PRIORIZACIÓN DE BLANCOS

(5-16) Las operaciones ofensivas contra sistemas de aeronaves no tripuladas (C-UAS) no son una misión independiente, sino que se integran como un esfuerzo de apoyo directo dentro del concepto de operaciones más amplio de operaciones conjuntas. Su propósito es negar, degradar o destruir la capacidad del enemigo, adversario o amenaza para emplear sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) en un área operacional. Para lograr ese estado final deseado, dichas operaciones deben fundamentarse en los productos de la preparación de inteligencia conjunta del ambiente operacional, así como en la información obtenida mediante las actividades de recolección durante las fases de detección y decisión del proceso de selección y priorización de blancos.

(5-17) Las unidades de la fuerza conjunta integran y sincronizan sus medios disponibles para ejecutar acciones letales y no letales que permitan atacar con eficacia las plataformas (aeronaves no tripuladas), componentes y posiciones asociadas a los UAS enemigos. Esto puede incluir el uso de fuegos indirectos (artillería de campaña), ataques aéreos, guerra electrónica o interferencia de enlaces de control y navegación, con el fin de neutralizar las capacidades identificadas. Los miembros de estado mayor de la fuerza conjunta designados para cumplir con los requerimientos de apoyo de fuego deben incorporar estas amenazas en la lista de blancos de alta retribución y en la matriz de guía de ataque (AGM), según los efectos deseados: destruir, degradar, perturbar, retrasar o desviar las capacidades de los sistemas de aeronaves no tripuladas.

UAS
Sistemas de aeronaves no tripuladas

UAS

Sistemas de aeronaves no tripuladas

C-UAS

Contra sistemas de aeronaves no tripuladas

DIH

Derecho Internacional Humanitario

(5-18) El apoyo del personal de defensa aérea y de operaciones UAS en los grupos de trabajo de selección y priorización de blancos es clave para asegurar una correcta integración de las capacidades C-UAS en el proceso de selección y priorización de blancos. Su análisis ayuda a priorizar blancos de alto valor (HVT) y blancos de alta retribución, definir métodos de ataque con pleno respeto de los principios del DIH y coordinar el empleo efectivo y coordinado de medios de otras Fuerzas para contrarrestar la amenaza UAS en el ambiente operacional conjunto.

5.4. CONSIDERACIONES CONJUNTAS

(5-19) La lucha contra los sistemas de aeronaves no tripuladas (C-UAS) no es una responsabilidad exclusiva de la fuerza conjunta. En un ambiente operacional conjunto las capacidades aéreas de la Fuerza Aeroespacial, la Armada y el Ejército pueden complementar los esfuerzos terrestres; sobre todo, en la interdicción aérea de los sistemas de aeronaves no tripuladas de grupos 4 y 5, que, por su tamaño, alcance y altitud operativa, requieren medios avanzados de detección y neutralización. La *interdicción aérea* se define como las operaciones aéreas realizadas para desviar, interrumpir, retrasar o destruir la capacidad militar de superficie del enemigo antes de que pueda ser utilizada efectivamente contra fuerzas amigas o para cumplir sus objetivos que se conducen a tal distancia de las fuerzas amigas que no es necesaria la integración de cada misión aérea con el fuego y movimiento de fuerzas amigas (MFC 3-0).

(5-20) Aunque el objetivo ideal es la destrucción física de las amenazas UAS, el solo hecho de que la amenaza perciba un alto riesgo de destrucción de su propia capacidad puede forzarla a modificar su *modus operandi* retrasando su empleo y obligando al adversario, enemigo o amenaza a desviar sus intenciones. En este sentido, los UAS de grupos 4 y 5 deben integrarse en la lista conjunta integrada de priorización de blancos


INTERDICCIÓN AÉREA

Operaciones aéreas realizadas para desviar, interrumpir, retrasar o destruir la capacidad militar de superficie del enemigo antes de que pueda ser utilizada efectivamente contra fuerzas amigas o para cumplir sus objetivos que se conducen a tal distancia de las fuerzas amigas que no es necesaria la integración de cada misión aérea con el fuego y movimiento de fuerzas amigas.

MFC 3-0 (3-107)

CID

(JIPTL) permitiendo su seguimiento, priorización y asignación de medios de ataque adecuados, en coordinación entre componentes de fuerza y Fuerzas. Sistemas de sensores elevados, como radares con matriz activa de escáner electrónico, pueden apoyar la detección de aeronaves no tripuladas de tamaño pequeño y de vuelo bajo. Aunque no es su función principal, la Fuerza Aeroespacial puede proveer con vigilancia de área extensa facilitando la transferencia de trayectorias detectadas a sistemas de gestión del espacio aéreo y, eventualmente, a las unidades C-UAS encargadas de ejecutar las medidas de respuesta correspondientes.

PÁGINA DEJADA EN BLANCO INTENCIONALMENTE

ANEXO A

EMPLEO OFENSIVO DE SISTEMAS DE AERONAVES NO TRIPULADAS Y CONTROL DEL ESPACIO AÉREO

1. CONTEXTO DOCTRINAL

(A-1) Los sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) cumplen múltiples misiones dentro de las operaciones militares. Su empleo predominante ha sido en inteligencia, vigilancia y reconocimiento (ISR), por la persistencia y reducción de riesgo que aportan frente a plataformas tripuladas. No obstante, su participación en operaciones de ataque constituye una capacidad complementaria, que se integra como extensión de las capacidades aéreas tripuladas en el marco de las ordenes de tareas aéreas (ATO) y bajo la conducción del componente aéreo conjunto de la fuerza conjunta. En este contexto, los UAS operan sujetos a las reglas de enfrentamiento (ROE) y bajo control positivo, entendido como un proceso electrónico de detección y seguimiento en tiempo real de amenazas mediante el uso de sensores y radares, ejercido por la autoridad de control del espacio aéreo (ACA), normalmente delegada en la Fuerza Aeroespacial Colombiana (FAC). Bajo la conducción del componente aéreo de la fuerza conjunta y en coordinación con la ACA, se sincronizan el planeamiento y el empleo de

ACA
Autoridad de control del
espacio aéreo

CAS

Apoyo aéreo cercano



APOYO AÉREO CERCANO

Acción aérea ejecutada por aeronaves tripuladas o no tripuladas, de ala fija y rotatoria, contra blancos hostiles que están muy cerca de las fuerzas amigas y que requieren una integración detallada de cada misión aérea con el fuego y el movimiento de esas fuerzas.

MFC 3-0 (3-101)

CAS

sensores, plataformas y los sistemas de procesamiento, explotación y difusión (PED), con el fin de apoyar de forma directa las operaciones actuales y futuras. En un plano normativo distinto, la FAC actúa como autoridad aeronáutica de aviación de estado (AAAES), responsable de la seguridad operacional de la aviación de Estado (Ver RACAE 94).

2. EMPLEO EN OPERACIONES DE ATAQUE

(A-2) Algunos sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) armados pueden participar en misiones CAS. El *apoyo aéreo cercano* (CAS) se define como la acción aérea ejecutada por aeronaves tripuladas o no tripuladas, de ala fija y rotatoria, contra blancos hostiles que están muy cerca de las fuerzas amigas y que requieren una integración detallada de cada misión aérea con el fuego y el movimiento de esas fuerzas (MFC 3-0) y en operaciones de interdicción aérea. Estas acciones requieren un planeamiento detallado y coordinación con controladores aéreos avanzados de combate conjunto (JTAC). En concordancia con la doctrina conjunta y multinacional, los UAS armados empleados en estas misiones se encuentran subordinados al comandante del componente aéreo de la fuerza conjunta (CDT-CAFC), quien ejerce control operacional (OPCON) y control táctico (TACON) sobre las plataformas, sus operadores y demás personal involucrado en su operación.

3. TIPOLOGÍA Y CAPACIDADES

(A-3) La clasificación de los sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) según su configuración aerodinámica permite conocer y entender mejor sus capacidades y adecuación o configuración para el desarrollo y cumplimiento de diferentes tipos de misión.

- Ala fija:** Se caracterizan por una mayor autonomía, persistencia y alcance operacional. Son ideales

para misiones de inteligencia, vigilancia y reconocimiento (ISR) de carácter estratégico, así como operaciones de *interdicción*, definida como la acción para desviar, desarticular, retrasar o destruir la capacidad de la amenaza, adversario o enemigo, antes de que pueda ser utilizada efectivamente (contra fuerzas, población, infraestructura crítica de la nación o nación anfitriona) o cumplir sus objetivos (MFC 3-0), las cuales podrían ser de largo alcance, donde la cobertura amplia y la permanencia prolongada en el área objetivo resultan determinantes y decisivas para apoyar la toma de decisiones en el nivel operacional y estratégico.

- **Ala rotatoria:** Se caracterizan por su flexibilidad y su capacidad para operar en ambientes restringidos o urbanos. Se emplean principalmente en misiones de apoyo aéreo cercano (CAS) y en técnicas de reconocimiento (de área, de ruta, de zona y reconocimiento especial), dado que pueden despegar y aterrizar en espacios reducidos, mantener vuelo estacionario (Hover) y adaptarse a los cambios dinámicos del ambiente operacional. Estas características las convierten en plataformas idóneas para proporcionar apoyo directo a las maniobras de la fuerza terrestre y para atender requerimientos de reacción inmediata.

 **INTERDICCIÓN**

Acción para desviar, desarticular, retrasar o destruir la capacidad de la amenaza, adversario o enemigo, antes de que pueda ser utilizada efectivamente (contra fuerzas, población, infraestructura crítica de la nación o nación anfitriona) o cumplir sus objetivos.

MFC 3-0 (3-107)

4. DISTINCIÓN CON ACCIONES CONTRA SISTEMAS DE AERONAVES NO TRIPULADAS

(A-4) El empleo ofensivo de los sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) se diferencia doctrinalmente de las acciones contra sistemas de aeronaves no tripuladas (C-UAS), las cuales comprenden tanto medidas defensivas como ofensivas. Esto quiere decir, que mientras el empleo de UAS en acciones ofensivas busca generar efectos directos sobre el enemigo, adversario o amenaza mediante ataques planeados y controlados, las acciones C-UAS se orientan a la protección, detección y

UAS
Sistemas de aeronaves no tripuladas

C-UAS
Contra sistemas de aeronaves no tripuladas

neutralización y desarticulación de amenazas con aeronaves no tripuladas (UA).

(A-5) Tal como se desarrolla en los capítulos "Acciones defensivas contra sistemas de aeronaves no tripuladas y acciones ofensivas contra sistemas de aeronaves no tripuladas", estas operaciones se conducen con el propósito de preservar la integridad de las capacidades propias de la fuerza conjunta o Fuerzas y asegurar la libertad de acción en el espacio aéreo.

(A-6) Esta distinción doctrinal permite clarificar el empleo de capacidades evitando la superposición o duplicidad en la asignación de recursos, fortaleciendo la coherencia operacional y la unidad de esfuerzo en operaciones conjuntas y multidominio.

5. CONSIDERACIONES NACIONALES (RACAE 94)

(A-7) La regulación colombiana (RACAE 94, Enmienda 2) establece que el empleo de sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS/RPAS), incluidas aquellas con capacidad para portar carga útil o armamento, es responsabilidad directa de cada Ente de Aviación de Estado (EAE), Ejército Nacional, Armada Nacional, Fuerza Aeroespacial Colombiana y Policía Nacional. Dicho empleo debe efectuarse en estricto cumplimiento del marco normativo colombiano, el ordenamiento jurídico vigente y los convenios internacionales suscritos por el Estado.

UAS

Sistemas de aeronaves no tripuladas

(A-8) Toda operación ofensiva con UAS requiere planeamiento centralizado, coordinación con el componente aéreo de la fuerza conjunta y autorización superior, aplicando el principio de unidad de esfuerzo y mando en el espacio aéreo, bajo el control del espacio aéreo ejercido por la autoridad de control del espacio aéreo (ACA), normalmente delegada en la Fuerza Aeroespacial Colombiana (FAC). En un plano distinto, y para efectos de seguridad operacional de la aviación de Estado, la FAC actúa como autoridad aeronáutica de aviación de estado (AAAES) (ver RACAE 94).

6. CONTROL DEL ESPACIO AÉREO

(A-9) El control del espacio aéreo es el ejercicio de autoridad sobre un espacio aéreo designado y sus usuarios mediante procedimientos de control y medidas de coordinación, para maximizar la eficacia operacional y la seguridad. En el ambiente conjunto, esta función corresponde a la autoridad de control del espacio aéreo (ACA) designada por el comandante de la fuerza conjunta (CDT-FC), quien establece el plan de control del espacio aéreo (ACP) y la orden de control del espacio aéreo (ACO) y conduce su ejecución; en el contexto nacional, se ejerce por medio del comandante del componente aéreo de la Fuerza Conjunta (CDT-CAFC). En un plano normativo distinto, la Fuerza Aeroespacial Colombiana (FAC), como autoridad aeronáutica de aviación de estado (AAAES) conforme al RACAE 94, es responsable de la seguridad operacional de la aviación de Estado y ejerce la regulación, vigilancia y control correspondientes, sin perjuicio de la responsabilidad orgánica que cada ente de aviación de estado (EAE) mantiene sobre sus medios, tripulaciones y operadores de los sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS).

(A-10) El control efectivo del espacio aéreo es esencial para las operaciones ofensivas con sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS), ya que garantiza la integración segura con otros medios aéreos, reduce el riesgo de fratricidio y permite el empleo coordinado de fuegos y maniobras. En este contexto, los UAS asignados a la fuerza conjunta se integran las ordenes de tarea aéreas bajo control operacional (OPCON) y control táctico (TACON) del CDT-CAFC, asegurando la unidad de esfuerzo en la conducción de operaciones aéreas. Este control se estructura en tres niveles doctrinales:

- **Paridad aérea:** condición en la que ninguna de las partes posee el control total del espacio aéreo, lo que puede limitar la libertad de acción.

UAS

Sistemas de aeronaves no tripuladas

- **Superioridad aérea:** condición que permite a las propias fuerzas realizar operaciones aéreas con un grado aceptable de riesgo.
- **Supremacía aérea:** condición que otorga la capacidad de llevar a cabo operaciones aéreas sin interferencia significativa del enemigo, adversario o amenaza.

(A-11) El empleo ofensivo de sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) armados en Colombia no está restringido por la normativa aeronáutica vigente, sino delegado a los entes de aviación de estado (Ejército nacional, Armada nacional, Fuerza Aeroespacial Colombiana y Policía Nacional), cada uno responsable por sus medios aéreos en el marco de la legislación nacional y de los tratados internacionales aplicables. La Fuerza Aeroespacial Colombiana (FAC), como autoridad aeronáutica de aviación de estado (AAAES) conforme al RACAE 94, es responsable de la seguridad operacional de la aviación de Estado y ejerce la regulación, vigilancia y control en la materia; ello sin perjuicio de la responsabilidad orgánica que cada ente de aviación de estado (EAE) mantiene sobre sus medios, tripulaciones u operadores UAS. En el nivel operacional, el control del espacio aéreo corresponde a la autoridad de control del espacio aéreo (ACA), normalmente delegada al componente aéreo de la fuerza conjunta, que conduce la coordinación, la sincronización y la unidad de esfuerzo; en este contexto, las operaciones ofensivas con UAS se ejecutan bajo la autoridad del CDT-CAFC, conforme a las ROE y al principio de unidad de mando.

UAS

Sistemas de aeronaves no tripuladas

7. DIFERENCIACIÓN CONCEPTUAL ENTRE AERONAVES NO TRIPULADAS IRREGULARES Y EMPLEO MILITAR REGULAR

(A-12) Los sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) constituyen capacidades legítimas cuando son empleados por las Fuerzas Militares y la Policía en el marco de

la Constitución, la ley y el Derecho Internacional Humanitario (DIH). Su operación se integra doctrinalmente a las funciones de conducción de la guerra y se conduce conforme al planeamiento conjunto y al control del espacio aéreo ejercido por la autoridad de control del espacio aéreo (ACA), designada por el comandante de la fuerza conjunta y normalmente delegada al componente aéreo de la fuerza conjunta.

(A-13) El empleo regular de UAS por parte de los entes de aviación de estado se caracteriza por su planeamiento centralizado, ejecución descentralizada, control positivo del espacio aéreo y articulación a las reglas de enfrentamiento (ROE). En este marco, los UAS cumplen misiones de inteligencia, vigilancia, reconocimiento (ISR), apoyo a operaciones ofensivas y defensivas, y tareas logísticas o de asistencia humanitaria.

UAS
Sistemas de aeronaves no tripuladas

(A-14) La conducción de operaciones con UAS regulares garantiza el respeto a la normatividad aeronáutica nacional (RACAE 94 – Enmienda 2, 2025), los tratados internacionales y la interoperabilidad con doctrina multinacional. Estos parámetros aseguran su legitimidad y eficacia operacional.

(A-15) En contraste, actores no estatales y grupos armados organizados han recurrido al uso artesanal o adaptado de aeronaves no tripuladas, fuera de todo marco legal. Dicho empleo constituye un medio ilícito, contrario al DIH y al ordenamiento jurídico nacional, y se enmarca como amenaza asimétrica que debe ser considerada en el planeamiento conjunto.

(A-16) Estas aeronaves artesanales, generalmente construidas o modificadas a partir de plataformas comerciales de bajo costo, carecen de certificación aeronáutica, ponen en riesgo la seguridad operacional y son utilizadas con fines contrarios a la ley, como ataques indiscriminados, tráfico ilícito (estupefacientes, armas, municiones, explosivos o mercancías de contrabando) o actividades de propaganda. Su uso configura una

UAS

Sistemas de aeronaves no tripuladas

práctica ilegal y no puede equipararse al empleo doctrinal y legítimo de los UAS por parte de las Fuerzas del Estado.

(A-17) Para efectos doctrinales, la diferenciación central radica en que el empleo regular de UAS se desarrolla dentro de un marco jurídico y doctrinal establecido, con control del espacio aéreo y responsabilidad estatal; mientras que el empleo irregular corresponde a prácticas ilícitas de actores no estatales que carecen de legitimidad y certificación. En consecuencia, este manual se limita a describir el empleo doctrinal de los UAS en operaciones conjuntas, dejando la caracterización detallada de amenazas irregulares al ámbito de la inteligencia y de los anexos jurídicos especializados.

UA

Aeronave no tripulada

8. CLASIFICACIÓN DOCTRINAL CONSOLIDADA DE UAS Y UA OFENSIVOS

(A-18) La siguiente clasificación doctrinal permite diferenciar de forma clara y detallada los tipos de UAS y UA empleados con fines ofensivos, alineada con el contexto de operaciones conjuntas y multidominio. Esta taxonomía tiene como propósito facilitar el conocimiento y entendimiento, planeamiento y toma de decisiones sobre el empleo de plataformas no tripuladas, considerando tanto sus capacidades como el nivel de control y doctrinas aplicables.

(A-19) Los sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) estratégicos armados, como el MQ-9 Reaper, representan la capacidad ofensiva de mayor alcance y persistencia. Están diseñados para misiones de ataque de precisión y apoyo aéreo cercano (CAS), siempre bajo el control centralizado del componente aéreo (FAC en el contexto colombiano), garantizando la supremacía aérea y el control positivo del espacio. El empleo de estas plataformas es planeado a nivel operacional y estratégico, con ROE claramente definidos y validación jurídica previa.

(A-20) Por su parte, los UAS tácticos ligeros armados, tales como las municiones merodeadoras (loitering munitions) tipo Lancet o Switchblade, están orientados a ataques puntuales y de precisión limitada. Su integración doctrinal es táctica, pero requiere coordinación y sincronización, especialmente en ambientes dinámicos donde el blanco puede aparecer de manera inesperada. Aunque su empleo es más flexible, sigue sujeto a mandos superiores y control aéreo para evitar interferencias y fratricidio.

(A-21) En un nivel inferior, las UA pequeños improvisados, como los drones denominados vista en primera persona (FPV, por su sigla en inglés) usados en Ucrania, representan una capacidad ofensiva de reacción y de corto alcance, caracterizada por la ausencia de control aéreo formal. Son empleados principalmente para desorganizar líneas de contacto o como efecto psicológico, pero presentan altos riesgos operacionales y limitaciones de precisión. En el contexto criminal, se observa el empleo de drones comerciales adaptados como vectores improvisados de IED, destacando la diferencia fundamental entre el empleo doctrinal militar y el uso irregular.

(A-22) Los UAS empleados exclusivamente en misiones ISR, tanto de ala fija como rotatoria, mantienen su propósito original de recolección de información y apoyo al entendimiento de la situación. Aunque podrían integrarse en el proceso de selección y priorización de blancos, su función principal es la vigilancia y la generación de información en tiempo real.

(A-23) La siguiente tabla comparativa resume estos aspectos, consolidando los elementos doctrinales expuestos en los puntos anteriores y facilitando la integración conceptual en operaciones conjuntas y multidominio. Se hace claridad que esta clasificación no corresponde a la clasificación técnica OTAN por clases y subcategorías, sino que describe perfiles doctrinales de empleo y rol operacional.

	UA Aeronave no tripulada
	UAS Sistemas de aeronaves no tripuladas
	IED Dispositivo explosivo improvisado
	ISR Inteligencia, vigilancia y reconocimiento

NOTA

En el contexto de la amenaza, el término “vector improvisado para IED” hace referencia a cualquier medio o plataforma improvisado o adaptado de forma artesanal para transportar y emplear un dispositivo explosivo improvisado (IED). Estos vectores pueden incluir aeronaves no tripuladas comerciales (ej. drones DJI o FPV), vehículos civiles modificados u otros dispositivos que originalmente no fueron diseñados con fines ofensivos o de intimidación psicológica.

Tabla A-1. Elementos doctrinales e integración conceptual.

TIPO DOCTRINAL DE EMPLEO	TIPO DE PLATAFORMA	EJEMPLO	ROL DOCTRINAL PRINCIPAL	NIVEL DE CONTROL	USO OFENSIVO
UAS estratégico armado	Ala fija, gran autonomía	MQ-9 Reaper	ISR persistente y ataque preciso	Control aéreo centralizado (FAC)	Sí, planeado y autorizado (CAS, interdicción)
UAS táctico ligero armado	Ala fija pequeña (loitering)	Lancet, Switch-blade	Ataque puntual, precisión limitada	Control operacional o táctico	Sí, ataque puntual kamikaze
UA pequeño improvisado	Ala rotatoria (multirrotor)	FPV Ucrania	Ataques improvisados cortos	Sin control formal aéreo	Sí, limitado y de reacción (IED aéreo)
UAS ISR puro	Ala fija / rotatoria	ScanEagle, Puma	Reconocimiento, vigilancia	Control técnico o táctico	No, uso netamente ISR
UA irregular	Ala rotatoria comercial	DJI (denominación marca china) adaptados	Terror psicológico o sabotaje	Sin control formal aéreo	Sí, improvisado
En desarrollo	Variable (IA/ autónomos)	Variable	Certificada	Alto	Operaciones autónomas, enjambres, guerra electrónica

(A-24) Esta clasificación doctrinal no solo refuerza el entendimiento de las capacidades, sino que también consolida la importancia del control aéreo y la necesidad de mantener una separación clara entre el empleo doctrinal legítimo y los usos irregulares o criminales. Asimismo, refleja la evolución tecnológica y la necesidad de integrar estos conceptos en el marco de operaciones multidominio (MDO), donde la coordinación entre componentes terrestre, aéreo, naval, ciber y espacial es esencial para garantizar la unidad de esfuerzo y la superioridad operacional.

(A-25) El empleo ofensivo de sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) representa una capacidad diferenciadora y en constante evolución dentro de los escenarios modernos. Su correcta integración en operaciones conjuntas exige una coordinación estrecha con el componente aéreo, así como la subordinación plena al control del espacio aéreo ejercido por la Fuerza Aeroespacial

Colombiana (FAC) y la Autoridad de Control del Espacio Aéreo (ACA).

(A-26) Alineado con los principios de planeamiento y conducción multinivel, el empleo ofensivo de UAS armados debe responder a reglas de enfrentamiento (ROE) estrictas y cumplir con validaciones jurídicas y técnicas previas. Esta integración busca no solo ampliar el espectro de efectos militares posibles, sino también garantizar la seguridad operacional, evitar interferencias con medios tripulados y preservar la libertad de acción en el ambiente operacional.

(A-27) De manera complementaria, el análisis comparativo presentado, junto con la clasificación doctrinal consolidada, permite distinguir con claridad el empleo regular, doctrinal y controlado de los UAS de los usos irregulares o improvisados por actores no estatales. Esto refuerza la legitimidad y la coherencia del esfuerzo militar enmarcado en operaciones conjuntas y multidominio.

(A-28) En síntesis, el empleo ofensivo de UAS no se concibe como una capacidad aislada, sino como un elemento integrado y sincronizado dentro del esfuerzo conjunto, maximizando la eficacia de la fuerza conjunta y Fuerzas y potenciando el logro de los objetivos estratégicos y operacionales definidos por el comandante de la fuerza conjunta.

UAS

Sistemas de aeronaves no tripuladas

PÁGINA DEJADA EN BLANCO INTENCIONALMENTE

GLOSARIO

1. SIGLAS Y ACRÓNIMOS

ABREVIATURA, SIGLA O ACRÓNIMO	SIGNIFICADO	ACRÓNIMO EN INGLÉS (OTAN*)	SIGNIFICADO
ACA	Autoridad de control del espacio aéreo	ACA*	<i>Airspace Control Authority</i>
ACM	Medidas de coordinación del espacio aéreo	ACM	<i>Airspace Coordinating Measures</i>
ACO	Orden de control del espacio aéreo	ACO*	<i>Airspace Control Order</i>
ACP	Plan de control del espacio aéreo	ACP*	<i>Airspace Control Plan</i>
COMAC	Colaboración militar a la autoridad civil	DSCA	<i>Defense Support of Civil Authorities</i>
ATC	Control de tráfico aéreo	ATC	<i>Air Traffic Control</i>
AOR	Área de responsabilidad	AOR	<i>Area of Responsibility</i>
AO	Área de operaciones	AOO*	<i>Area of Operations</i>
BDA	Evaluación de daños en combate	BDA	<i>Battle Damage Assessment</i>
BLOS	Más allá de la línea de visión	BLOS*	<i>Beyond Line of Sight</i>
QBRN	Químico, biológico, radiológico y nuclear	CBRN*	<i>Chemical, Biological, Radiological and Nuclear</i>
COA	Curso de acción	COA*	<i>Course of Action</i>

ABREVIATURA, SIGLA O ACRÓNIMO	SIGNIFICADO	ACRÓNIMO EN INGLÉS (OTAN*)	SIGNIFICADO
EMS	Espectro electromagnético	EMS	<i>Electromagnetic Spectrum</i>
EMOE	Ambiente operacional electromagnético	EMOE	<i>Electromagnetic Operational Environment</i>
EEIPT	Elementos esenciales de información de las propias tropas	EEFI*	<i>Essential Elements of Friendly Information</i>
EW	Guerra electrónica	EW*	<i>Electronic Warfare</i>
GCS	Estación de control en tierra	GCS	<i>Ground Control Station</i>
GEOINT	Inteligencia geoespacial	GEOINT	<i>Geospatial intelligence</i>
IMINT	Inteligencia de imágenes	IMINT*	<i>Imagery Intelligence</i>
IR	Infrarrojo	IR	<i>Infrared</i>
IRC	chat de Retransmisión por internet	IRC	<i>Internet relay chat</i>
ISAR	radar de apertura sintética inversa	ISAR	<i>inverse synthetic aperture radar</i>
ISR	Inteligencia, vigilancia y reconocimiento	ISR*	<i>Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance</i>
JIPOE	Preparación de inteligencia conjunta del ambiente operacional	JIPOE	<i>joint intelligence preparation of the operational environment</i>
LOS	Línea de vista	LOS	<i>Line of Sight</i>
LRS	Sistema de lanzamiento y recuperación	LRS	<i>Launch and Recovery System</i>
LWIR	Infrarrojo de onda larga	LWIR	<i>Long-Wave Infrared</i>
MRI	Medios de recolección de información	---	---

ABREVIATURA, SIGLA O ACRÓNIMO	SIGNIFICADO	ACRÓNIMO EN INGLÉS (OTAN*)	SIGNIFICADO
MTOW	Peso máximo de despegue	MTOW	<i>Maximum Take Off Landing</i>
METT-TC(I)	Misión, enemigo, terreno y clima, tropas y apoyo disponible, tiempo disponible, consideraciones civiles y consideraciones de la información	METT-TC(I)	<i>Mission, enemy, terrain and weather, troops and support available, time available, civil considerations and informational considerations</i>
MWIR	Infrarrojo de onda media	MWIR	<i>Medium-Wave Infrared</i>
OCM	Operador comandante de misión, piloto remoto.	---	---
ODM	Órdenes de misión	---	---
OE	Ambiente operacional	OE	<i>Operating environment</i>
OMI	Operador de misión	---	---
OTAN	Organización del Tratado del Atlántico Norte	NATO*	<i>North Atlantic Treaty Organization</i>
OSM	Operadores soporte a la misión	---	---
PICC	Preparación de inteligencia del campo de combate	IPB	<i>Intelligence Preparation of the Battlefield</i>
PMTD	Proceso militar para la toma de decisiones	MDMP*	<i>Military Decision-Making Process</i>
PSPB	Proceso de selección y priorización de blancos	---	---
RF	Radiofrecuencia	RF	<i>Radio Frequency</i>
RPI	Requerimientos prioritarios de inteligencia	---	---

ABREVIATURA, SIGLA O ACRÓNIMO	SIGNIFICADO	ACRÓNIMO EN INGLÉS (OTAN*)	SIGNIFICADO
RICC	Requerimiento de información crítica del comandante.	CCIR	<i>Commander's Critical Information Requirement</i>
RIPT	Requerimientos de información de las propias tropas	---	---
ROE	Reglas de enfrentamiento	ROE*	<i>Rules of Engagement</i>
ROZ	Zona de operaciones restringidas	ROZ	<i>Restricted Operations Zone</i>
RVT	Terminal de video remoto	RVT	<i>Remote Video Terminal</i>
SA	Conocimiento de la situación	SA	<i>Situational Awareness.</i>
SIGINT	Inteligencia de señales	SIGINT*	<i>Signals Intelligence</i>
SAR	Búsqueda y rescate	SAR	<i>Search and Rescue</i>
SAR	Radar de apertura sintética	SAR*	<i>Synthetic Aperture Radar</i>
SOP	Procedimiento operacional estandarizado	SOP	<i>Standard Operating Procedure</i>
SWIR	Infrarrojo de onda corta	SWIR	<i>Short-wave Infrared</i>
STANAG	Acuerdo de estandarización	STANAG*	<i>Standardization Agreement</i>
TACON	Control táctico	TACON	<i>Tactical control</i>
UA	Aeronave no tripulada	UA	<i>Unmanned Aircraft</i>
UAS	Sistemas de aeronaves no tripuladas	---	<i>Unmanned Aircraft Systems</i>
UHF	Frecuencia ultra alta	UHF	<i>Ultra High Frequency</i>

2. TÉRMINOS¹

***Blanco de oportunidad:** objetivo militar detectado por sensores terrestre o medios aéreos, o por un observador adelantado, que se encuentra dentro del alcance de los medios disponibles y contra el cual no se había planeado ni solicitado previamente una acción.

***Control por procedimientos:** método que se basa en una combinación de órdenes y procedimientos previamente acordados y publicados, el cual incluye alertas de defensa aérea, reglas de enfrentamiento, reglas para el uso de la fuerza, órdenes de coordinación y gestión del espacio aéreo, criterios de identificación y estado de control de las armas.

***Control positivo:** método de procesamiento de datos con medios electrónicos (sensores y radares) para la identificación y seguimiento en tiempo real de la amenaza.

Decepción: conjunto de medidas o acciones deliberadas para engañar al enemigo, adversario o amenaza de tal forma que contribuya a la intención del comandante (MBC 3-05).

Gestión del riesgo (RM): proceso de identificar, evaluar y controlar riesgos que emergen de los factores operacionales y tomar decisiones que equilibren el costo de los riesgos con el beneficio de la misión (MFC 5-0).

Identificación de combate (CID): proceso de lograr una caracterización precisa de los objetos detectados en el ambiente operacional suficiente para respaldar una decisión de enfrentamiento (MFC 3-0).

Interdicción aérea: operaciones aéreas realizadas para desviar, interrumpir, retrasar o destruir la capacidad militar de superficie del enemigo antes de que pueda ser utilizada efectivamente contra fuerzas amigas o para lograr sus objetivos que se conducen a tal distancia de las fuerzas amigas que no es necesaria la integración de cada misión aérea con el fuego y movimiento de fuerzas amigas (MFC 3-0).

¹ Los términos que esta publicación propone están señalados con un asterisco y los tomados de otros manuales están acompañados de su correspondiente referencia en paréntesis.

Maniobra: empleo de las fuerzas en el área de operaciones a través de la combinación de movimiento con los fuegos para lograr una posición de ventaja con respecto al enemigo (MFC 3-0).

Preparación de inteligencia conjunta del ambiente operacional (JIPOE): secuencia de actividades mediante la cual la información se convierte en producto de inteligencia, derivado de la recolección, procesamiento, integración, evaluación, análisis e interpretación de la información disponible (MFC 3-0).

Proceso militar para la toma de decisiones (PMTD): (Ejército) metodología de planeamiento reiterado que permite entender la situación y la misión, desarrollar cursos de acción y producir un plan u orden de operaciones (MFE 5-0).

***Redundancia:** empleo de dos o más recursos similares para gestionar información en función del mismo requerimiento de inteligencia.

***Sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS):** conjunto integrado cuyos componentes incluyen una o más aeronaves no tripuladas, los segmentos de control en tierra, los enlaces de comunicaciones y todos los equipos, personal y redes de apoyo necesarios para su operación segura y efectiva.

***Supervivencia:** capacidad de las fuerzas militares que les permite evitar o resistir acciones hostiles o condiciones ambientales, al tiempo que mantienen los medios y condiciones necesarias para cumplir su misión.

Técnicas: formas o métodos no obligatorios utilizados para ejecutar misiones, funciones o tareas (MFC 1-01).

REFERENCIAS

Colombia, Congreso de la República. (1991). Constitución Política de Colombia.

Colombia, Ejército Nacional. (2025). Manual fundamental del Ejército 5-0, Proceso de operaciones. Ejército Nacional.

Colombia, Fuerzas Militares. (2018). Manual fundamental conjunto 1.0, Doctrina conjunta. Área imprenta y publicaciones CDGFM.

Colombia, Fuerzas Militares. (2023). Manual fundamental conjunto 3-0, Operaciones conjuntas. Área imprenta y publicaciones CDGFM

Colombia, Fuerzas Militares. (2024). Manual fundamental conjunto 5-0, Planeamiento conjunto. Área imprenta y publicaciones CDGFM

Organización de Aviación Civil Internacional [OACI]. (2011). Sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS), Circular 328. https://www.icao.int/meetings/uas/documents/circular%20328_es.pdf

Organización del Tratado del Atlántico Norte [OTAN]. (14 de octubre del 2022). Standardization. https://www.nato.int/cps/su/natohq/topics_69269.htm

PÁGINA DEJADA EN BLANCO INTENCIONALMENTE

MBC 3-30.64
SISTEMAS DE AERONAVES
NO TRIPULADAS



Escuela Superior de Guerra
General Rafael Ángel Sanjuán
1975

CEDCO
CENTRO DE
DOCTRINA CONJUNTA