



Universidad
Zaragoza

Trabajo de Fin de Grado

Estudio de las capacidades potenciales de los medios UAV/RPAS en actividades ISR en las PU's de Infantería.

Autor

C.A.C. Pedro Villarejo Molina

Director/es

Director académico: Dr. Juan Ramón Bolea Bolea

Director militar: Cap.D. Sixto Vicente Belda Pallarés

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar

202



AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi gratitud, en primera instancia, a mi tutor académico, el profesor y doctor Don Juan Bolea Bolea, por su orientación experta, y apoyo constante a lo largo de este proyecto. Por sus enseñanzas y comentarios constructivos para la consecución de este trabajo.

Agradezco al Capitán D. Sixto Vicente Belda Pallarés, por guiar mi investigación pese a estar de permiso por baja de paternidad. Por aconsejarme y sugerirme el camino más óptimo a seguir para la exitosa culminación de este trabajo. Le deseo lo mejor en su vida personal con su nuevo hijo.

También me gustaría reconocer el enorme respaldo recibido por parte de los tenientes Kasner, Buitrón, Canales, Ortiz, Castillo y Campos, mis mandos directos durante las prácticas en la unidad. Sus perspectivas, sugerencias y ejemplar liderazgo han servido como ejemplo para continuar mi desarrollo profesional como futuro mando. Compartieron su conocimiento y experiencia y demostraron con su completa entereza el significado de un mando ejemplar. Aprecio su dedicación por mostrarme los valores y principios que defienden esta institución.

A todos los mandos, oficiales, suboficiales y personal de tropa pertenecientes al Regimiento Zaragoza Nº5, Brigada Almogávares, y más concretamente a la 12 Compañía, por compartir sus vivencias conmigo y demostrarme lo que representa y rodea a un buen mando.

Agradecer por supuesto a mis compañeros de prácticas en la unidad, los Alféreces Segura, Montes y Herrera. Su camaradería, apoyo y colaboración me han permitido disfrutar plenamente de mi experiencia. Me enorgullece haber tenido la oportunidad de compartir este período de aprendizaje con compañeros tan dedicados como ellos.

Quiero concluir expresando mi más profundo agradecimiento a mi familia y pareja. Su inquebrantable apoyo y motivación me han permitido superar cada desafío y celebrar cada logro de este camino. Su cariño incondicional ha sido mi fortaleza. Gracias por inspirarme y por hacer este viaje aún más significativo.



I. RESUMEN

Este proyecto tiene como objetivo la maximización del rendimiento de vehículos aéreos no tripulados/sistemas de aeronaves pilotadas a distancia (UAV/RPAS), específicamente los modelos Raven y Black Hornet, en misiones de inteligencia, vigilancia, adquisición de blancos y reconocimiento (ISTAR) en las Pequeñas Unidades de Infantería del Ejército de Tierra. Se abordan dos líneas de investigación: un análisis exhaustivo de las fortalezas y debilidades de los RPAS en unidades de infantería, y la formulación de mejoras destinadas a su óptima utilización en tales unidades.

La evaluación de fortalezas y debilidades se concentra en la identificación precisa de las características, capacidades y limitaciones de los RPAS en entornos de combate y operaciones militares. La segunda línea de investigación se enfoca en concebir mejoras destinadas a optimizar la integración y ejecución de los RPAS en las unidades de infantería, considerando aspectos fundamentales como la eficiencia, seguridad, interoperabilidad y efectividad operativa.

El desarrollo del trabajo se estructura en fases que abarcan desde una exhaustiva revisión bibliográfica hasta pruebas de campo, entrevistas con especialistas, recopilación de resultados y propuestas de mejora. La evolución tecnológica, ejemplificada en la optimización del uso de UAV/RPAS en las Pequeñas Unidades de Infantería, destaca la urgencia imperante de adecuarse a la constante evolución tecnológica. Se enfatiza la necesidad inminente de adquirir, implementar y formar en el uso ético y estratégico de esta tecnología, reconociendo su papel continuo y evolutivo en el contexto de la guerra moderna.

PALABRAS CLAVE

UAV/RPAS, Infantería, ISTAR, Pequeñas Unidades.



II. ABSTRACT

This project aims to maximize the performance of Unmanned Aerial Vehicles/Remotely Piloted Aircraft Systems (UAV/RPAS), specifically the Raven and Black Hornet models, in intelligence, surveillance, target acquisition, and reconnaissance (ISTAR) missions within the Small Infantry Units of the Army. Two lines of research are pursued: a comprehensive analysis of the strengths and weaknesses of RPAS in infantry units and the formulation of improvements aimed at their optimal utilization in such units.

The assessment of strengths and weaknesses focuses on the precise identification of the characteristics, capabilities, and limitations of RPAS in combat environments and military operations. The second line of research focuses on conceiving improvements to optimize the integration and execution of RPAS in infantry units, considering fundamental aspects such as efficiency, safety, interoperability, and operational effectiveness.

The work is structured in phases ranging from a thorough literature review to field tests, interviews with specialists, compilation of results, and improvement proposals. Technological evolution, exemplified by the optimization of UAV/RPAS use in Small Infantry Units, highlights the pressing need to adapt to constant technological advancements. The imminent necessity of acquiring, implementing, and training in the ethical and strategic use of this technology is emphasized, recognizing its continuous and evolving role in the context of modern warfare.

KEYWORDS

UAV/RPAS, Infantry, ISTAR, Small Units.



III. ÍNDICE DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTOS	iii
I. RESUMEN	iv
PALABRAS CLAVE.....	iv
II. ABSTRACT	v
KEYWORDS	v
III. ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
IV. ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
V. ÍNDICE DE TABLAS	viii
VI. ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS.....	ix
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Ámbito de aplicación	2
1.2. Metodología	4
2. DESARROLLO DEL PROYECTO.....	6
2.1. Análisis técnico.....	6
2.1.1. Raven RQ-11 B	7
2.1.2. Black Hornet.....	10
2.2. Análisis táctico.....	14
2.2.1. Manuales y doctrina del ET	14
2.2.2. Entrevistas a técnicos especialistas y a cuadros de mando.....	18
2.3. Análisis DAFO	22
2.3.1. Black Hornet.....	22
2.3.2. Raven RQ-11B	24
3. CONCLUSIÓN Y LÍNEAS FUTURAS	28
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	xi
ANEXOS	xiii



IV. ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. (Izquierda) Carga útil EO (AeroVironment, Inc, 2020). 8

Figura 2. (Derecha) Imágenes Cuartel General BRILAT (Monteagudo, 2016). 8

Figura 3. (Izquierda) Carga útil EO (AeroVironment, Inc, 2020). 9

Figura 4. (Derecha) Imágenes Cuartel General BRILAT (Monteagudo, 2016). 9

Figura 5. RPA con ordenador y bolsa estanca del sistema (Ejército de Tierra, DIDOM, 2010). 10

Figura 6. Unidad CGS completa del Raven RQ-11B y cargador de baterías (AeroVironment, Inc, 2020). 10

Figura 7. Dimensiones del RPA Black Hornet (Sierra, 2018). 11

Figura 9. Carga térmica del BH3 (Ministerio de Defensa , 2022). 12

Figura 8. Carga EO del BH3 (Ministère des Armées, 2019). 12

Figura 10. Sector de la carga térmica e imágenes captadas por esta (Johnsen, 2022). 12

Figura 11. Sector vertical e imágenes tomadas con la carga EO del BH3 (Johnsen, 2022). 13

Figura 12. Dimensiones de la totalidad del sistema Black Hornet (Sierra, 2018). 13



V. ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipología de RPAS según sus características (Ejército de Tierra, MADOC, 2016)7

Tabla 2. Características básicas del Raven RQ-11B (AeroVironment, Inc, 2020).8

Tabla 4. Tabla de especificaciones del BH3 (Johnsen, 2022)11

Tabla 5. Capacidades de la carga útil del BH3 (Johnsen, 2022).12

Tabla 6. Características de la base estación del BH3 (Johnsen, 2022).13

Tabla 7. Clasificación del espacio aéreo (ENAIRE, 2023).17



VI. ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS.

AENA	- Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea.
AIC	- Aeronautical Information Circular.
AIP	- Publicación de Información Aeronáutica.
AME	- Antena de Misión Española.
APOEL	- Apoyo a Elecciones.
ASPFOR	- Afghanistan Spanish Force.
ATS	- Servicios de Tránsito Aéreo.
BCG	- Batallón de Cuartel General.
BH	- Black Hornet.
BLOS	- Beyond Line of Sight.
BMS	- Battlefield Management System.
BRILAT	- Brigada de Infantería Ligera Aerotransportable.
BRIPAC	- Brigada Paracaidista.
CAP	- Capitán.
CETA	- Compañía Española de Técnica Aeronáutica.
CÍA	- Compañía.
CIS	- Communication and Information Systems.
DGAM	- Dirección General de Armamento y Material.
DIDOM	- Dirección de Doctrina, Organización y Materiales.
DUO	- Designated UAV Operator.
EO	- Electrónico Óptico.
ET	- Ejército de Tierra.
GCS	- Ground Control Station.
GT	- Grupo Táctico.
HALE	- High Altitude Long Endurance.
IAS	- Velocidad Aerodinámica Indicada.
IFR	- Instrumental Flight Rules.
INTA	- Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial.
IR	- Infrarrojo.
ISR	- Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance.
ISTAR	- Intelligence, Surveillance, Target Acquisition, and Reconnaissance.
JEMA	- Jefe del Estado Mayor del Aire.
LR	- Long Range.
MADOC	- Mando de Adiestramiento y Doctrina.
MALE	- Medium Altitude Long Endurance.
MOE	- Mando de Operaciones Especiales.
MR	- Medium Range.
NOP	- Norma Operativa.



NOTAM	- Notice to Airmen.
OTAN	- Organización del Tratado del Atlántico Norte.
OV	- Operador de Vuelo.
PU	- Pequeña Unidad.
RD	- Real Decreto.
RE	- Reglamento Europeo.
RF	- Radio Frecuencia.
RMZ	- Zona Obligatoria de Radio.
RPA	- Remotely Piloted Aircraft.
RPAS	- Remotely Piloted Aircraft Systems.
RVT	- Terminal de Video Remoto.
TACOM	- Tactical Command.
TACP	- Tactical Air Control Party
TCOL	- Teniente Coronel.
TUAV	- Tactical Unmanned Aerial Vehicle.
UAS	- Unmanned Aerial System.
UAV	- Unmanned Aerial Vehicle.
VFR	- Visual Flight Rules.



1. INTRODUCCIÓN

Durante el último siglo, la sociedad ha evolucionado a una velocidad sin precedentes. Esto ha podido observarse a nivel político con el fin de la colonización, el desarrollo del concepto de los derechos humanos universalizados, las políticas medioambientales entre otros, y a nivel tecnológico con la aparición de los primeros sistemas de computación, Internet, así como en los últimos años la evolución de la robótica y de la inteligencia artificial. El progreso sufrido por estos dos campos ha sido el principal impulsor de los innumerables cambios que han podido percibirse en la tecnología y tácticas aplicadas en el combate desde la Primera Guerra Mundial.

La guerra ha sufrido grandes transformaciones durante los últimos 100 años. Para comenzar, la llegada de las ametralladoras y los vehículos de combate tanto aéreos como terrestres en 1914 ya “supuso una gran alteración en el *statu quo* de la carrera de las armas. Sin embargo, este ritmo de cambio solo aceleraría el desarrollo del concepto de “Guerra Relámpago” y el inicio de la guerra electrónica observados en la Segunda Guerra Mundial. Estos primeros conflictos de carácter global en el siglo XX supusieron el inicio de una era, en la que el desarrollo tecnológico adoptaría un rol esencial dentro de la estructura del ejército. Como resultado de esto, los conflictos posteriores estarán claramente influenciados por esta idiosincrasia, pudiendo verse reflejado en la investigación de agentes químicos llevada a cabo durante la Guerra de Vietnam, la carrera nuclear entre las dos potencias reinantes durante el período de la Guerra Fría, y finalmente por el uso de drones en las guerras de Irak, Afganistán, Siria y Ucrania.

Actualmente existe un consenso general entre los institutos de estudios estratégicos de las distintas naciones del mundo en que el dron ha sido el medio más revolucionario de los últimos años. De hecho, las distintas misiones que se le asignaban en un principio a este tipo de utensilios han ido diversificándose, hasta un punto en el que se utilizan incluso con fines ofensivos. El conflicto de Ucrania ha sido el máximo exponente de este tipo de tácticas y usos variados de los RPAS (Remotely Piloted Aircraft System), aunque estos ya se habían utilizado como facilitadores de información y clave esencial de las misiones ISTAR (Intelligence, Surveillance, Target Acquisition and Reconnaissance).

Con respecto a los diversos empleos que en la actualidad se le atribuyen a los RPAS, uno de los más revolucionarios ha sido el de apoyo al movimiento y la maniobra de pequeñas unidades de infantería. El regreso del combate convencional dentro de la guerra moderna sumado a la incorporación de este tipo de dispositivos con la finalidad de mejorar la precisión y la eficacia en el planeamiento y conducción de movimientos y maniobras realizados por parte de unidades de infantería, se han traducido en una innumerable lista de nuevos cometidos posibles para estos instrumentos que durante el transcurso de la era de la contrainsurgencia no podían siquiera concebirse. Esta nueva dirección tomada por la disciplina de la ciencia militar y la estrategia, han puesto de manifiesto la necesidad de una investigación y mejora del actual uso que las Fuerzas Armadas le dan a sus modelos de RPAS.

Por esta razón, el objetivo de este trabajo se centra la optimización del uso de los medios UAV/RPAS actualmente disponibles para las Pequeñas Unidades de Infantería del Ejército de Tierra.



1.1. Ámbito de aplicación

El contexto en el que se encuadra este trabajo fin de grado es en el de una unidad de infantería ligera, más concretamente en el de la 3ª Bandera Paracaidista "Ortiz de Zárate". Si bien por la versatilidad del medio estudiado sería más adecuado buscar un contexto que fuese más extrapolable no solo a distintas especialidades dentro del ejército (en Unidades de Artillería, se han utilizado este tipo de modelos para la adquisición de objetivos) sino a otro tipo de unidades de infantería como pueden ser las de tipo mecanizado (las cuales los utilizan para verificar la peligrosidad de avenidas y prevenir daños en el material de difícil reparación), se ha elegido una unidad ligera por ser la única que dispone de drones Black Hornet y Raven con sus respectivos pilotos titulados. Por esta razón, será esencial tener en cuenta que las conclusiones y resultados extraídos son susceptibles de pequeñas variaciones si cambiamos la naturaleza de la unidad que las utiliza y el tipo de operaciones en el que se desarrolle la acción planeada.

Por otro lado, con respecto a los modelos que se van a estudiar, serán únicamente el Black Hornet y el Raven. Esto es debido a que actualmente son los únicos del Ejército de Tierra que disponen de la homologación necesaria para ser utilizados sin que esto implique un posible riesgo en la seguridad de la operación. Los drones provenientes del ámbito civil serán descartados como sujeto del proyecto y únicamente se utilizarán con valor comparativo con la finalidad de mostrar cómo la falta de actualización de los dispositivos utilizados por el Ejército de Tierra puede suponer la obsolescencia total de medios UAV oficiales frente a aquellos utilizados por individuos aislados obtenidos por la vía civil. Además, también se descartarán todos aquellos RPAS cuyos requisitos excedan las competencias del Ejército de Tierra. En este caso se está haciendo referencia a todos aquellos que requieran una titulación específica impartida por el Ejército del Aire, y que de manera adicional su uso esté limitado al propio Ejército del Aire, al INTA, y al Regimiento de Inteligencia N.º 1 del Ejército de Tierra según dicta el Plan Director de RPAS (Dirección General de Armamento y Material, 2015) establecido hasta el año 2026. Es decir, la previsión es que las unidades de Infantería no dispondrán de drones de estas características hasta que se desarrolle un nuevo plan director, y por lo tanto se reestructuren tanto el plan de formación para pilotos como la política de adquisiciones orientadas a las propias unidades de infantería y el empleo de RPAS.

Y, por último, para conseguir un análisis cuyos resultados sean concretos y aplicables debe acotarse el tipo de misiones asignadas a los drones estudiados. Marcar los límites de los cometidos asignados exclusivamente a aquellos que puedan encuadrarse dentro del campo de las misiones ISTAR, es necesario para evitar que el proyecto caiga en el error de intentar abarcar un espectro de posibilidades excesivamente amplio encontrando así dificultades para gestionar de manera eficaz cada una de ellas. Por ello se excluirá del contexto del trabajo todo aquel cometido que implique lanzamiento de cualquier tipo de proyectil (como se ha observado con el lanzamiento de granadas por parte de drones ucranianos), entrega de suministros, o cualquier acción no destinada a la obtención de información, disuasión del enemigo, o decepción de este.



1.1.1. Alcance y Objetivos

El presente proyecto tiene como objetivo la optimización del uso de medios UAV/RPAS (Vehículos Aéreos No Tripulados/ Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia), y más concretamente Raven y Black Hornet, con misiones de inteligencia, vigilancia, adquisición de blancos y reconocimiento (ISTAR) en el ámbito de las Pequeñas Unidades de Infantería del Ejército de Tierra. Dentro de este proyecto, se pueden distinguir dos líneas de estudio claramente definidas:

Análisis de las Fortalezas y Debilidades de los Medios RPAS Actualmente encuadrados en Unidades de Infantería:

Este componente del trabajo tiene como propósito examinar en profundidad los medios RPAS actualmente integrados en las Unidades de Infantería, con el fin de identificar sus características, capacidades, limitaciones y desempeño en entornos específicos de combate y operaciones militares. A través de un análisis detallado, se buscará destacar las fortalezas que estos medios aportan a las unidades de infantería, así como identificar y documentar las debilidades que puedan requerir atención y mejora.

Generación de Potenciales Mejoras en el Contexto de la Utilización en Unidades de Infantería:

Esta parte del trabajo se centrará en la concepción y formulación de posibles mejoras, ajustes o innovaciones que puedan aplicarse a los medios RPAS con el objetivo de optimizar su integración y operación en el entorno de las Unidades de Infantería. Las mejoras propuestas se desarrollarán considerando la eficiencia, la seguridad, la interoperabilidad y la efectividad operativa de estos medios, garantizando que estén alineadas con las necesidades y requerimientos de las Pequeñas Unidades de Infantería.

El alcance del trabajo abarca, por lo tanto, el análisis exhaustivo de los medios UAV/RPAS en el contexto de ISTAR, con un enfoque específico en su uso por parte de las Unidades de Infantería. Además, busca proporcionar recomendaciones concretas y viables para la mejora de estos sistemas y su aplicación en operaciones militares.

Este proyecto se llevará a cabo mediante un enfoque metodológico riguroso que incluye una primera fase de investigación y análisis de documentación relativa a los dispositivos y su aplicación, una segunda etapa de pruebas de campo y entrevistas a especialistas, y un último tramo de análisis de los resultados y propuestas de mejora basadas en estos últimos.



1.2. Metodología

Para lograr el fin propuesto para el siguiente trabajo, se ha considerado el uso de diferentes métodos tanto cualitativos como cuantitativos. En un primer momento con la intención de sentar las bases para el futuro desarrollo del proyecto se procederán a realizar una fase de análisis y comprensión del estado del arte actual de los dispositivos Black Hornet y Raven en sus ámbitos técnico, táctico y normativo. Este período estará marcado por los siguientes procedimientos:

Revisión bibliográfica de documentación relativa a los modelos actualmente utilizados en el Ejército de Tierra: Este método se basa en la revisión y análisis exhaustivo de la documentación oficial que concierne al sistema Black Hornet y Raven. Este estudio estará estructurado en dos subcategorías claramente diferenciadas:

Análisis técnico: en este se trabajará con aquellos documentos oficiales que contengan información relacionada con las especificaciones y cualidades de ambos ejemplares en un contexto puramente técnico.

Análisis de la normativa referente al empleo táctico de drones en Unidades de Infantería: dentro de este subperíodo se tratarán todos aquellos documentos que permitan discernir una imagen clara de lo que son actualmente los procedimientos utilizados por Unidades de Infantería para el empleo táctico de drones, formación de pilotos, y otro tipo de normativa que puedan afectar a la utilización de este tipo de medios en el ámbito ISR.

En una segunda etapa se pretende obtener e integrar dentro del análisis bibliográfico toda aquella información extraída a través de la experiencia real en el empleo de RPAS en ejercicios reales llevados a cabo por unidades de Infantería. Para recopilar y plasmar estas ideas dentro del estudio se utilizarán lo siguientes métodos:

Entrevista Estructurada y Orientada al Empleo Técnico de Drones:

En esta fase, se llevarán a cabo entrevistas estructuradas con personal técnico especializado en el manejo y mantenimiento de los sistemas RPAS en el Ejército de Tierra. Estas entrevistas se centrarán en la recopilación de información detallada sobre aspectos técnicos, capacidades y limitaciones de los drones observadas a través de la experiencia y uso práctico de estos, así como en la identificación de posibles desafíos técnicos en su operación.

Entrevista Estructurada y Orientada al Empleo Táctico de Drones:

Paralelamente, se llevarán a cabo entrevistas estructuradas con personal militar con experiencia en el empleo táctico de drones en el contexto de misiones ISTAR. Estas entrevistas se enfocarán en la evaluación de la efectividad operativa de los drones en situaciones tácticas específicas, identificando fortalezas y debilidades en su utilización y recopilando sugerencias de mejora desde una perspectiva táctica.



En último lugar, durante la tercera fase del trabajo se recopilarán todos los resultados obtenidos durante las etapas anteriores y se procederá a realizar un análisis de estos cuyo producto final será un informe exhaustivo de las fortalezas y debilidades técnicas y tácticas de los dispositivos, y por lo tanto las amenazas y oportunidades que tendrán estos en un futuro próximo en el contexto de su empleo dentro de las Fuerzas Armadas. Las principales herramientas que se utilizarán durante este período final del trabajo serán las siguientes:

Análisis de resultados: aquí se procederá a un estudio de las gráficas generadas por los cuestionarios elaborados, una recopilación de las indagaciones de mayor relevancia realizadas durante las entrevistas a los distintos cuadros de mando, contrastación de datos técnicos de ambos drones sobre el terreno, y finalmente extracción de lecciones aprendidas durante el desarrollo de los temas tácticos realizados.

Elaboración de análisis DAFO: finalmente con toda la información recabada, se elaborará un informe relativo a cada uno de los dispositivos en el que se refleje la totalidad de los resultados de cada uno. Y por lo tanto se mostrarán las vías futuras o posibles obstáculos que estos se encontrarán durante el desarrollo de los próximos conflictos, y las propuestas de mejora a nivel técnico y táctico para poder optimizar el empleo de estos en el teatro de operaciones.



2. DESARROLLO DEL PROYECTO

2.1. Análisis técnico

Antes de comenzar con el análisis específico de cada uno de los RPAS estudiados, es necesario aclarar tanto la definición de RPAS como los distintos grupos en los que estos pueden clasificarse según sus características básicas. Estos conceptos y clasificaciones serán de gran relevancia para análisis posteriores, y de manera adicional nos ayudarán a comprender el material con el que se va a trabajar durante el trabajo.

En primer lugar, comenzaremos con la definición redactada por el Ejército de Tierra para describir la propia plataforma aérea de manera aislada, utilizaremos la encontrada en la Publicación Doctrinal 4-013 sobre el "Empleo táctico de la unidad RPAS" (Ejército de Tierra, MADOC, 2016).

"Aeronave pilotada remotamente (RPA, Remotely Piloted Aircraft): aeronave que no porta un operador humano y que es operada de forma remota usando varios niveles de funciones automatizadas; estas plataformas aéreas incluyen solo aquellos vehículos controlables en los tres ejes espaciales".

Una vez definida la base del sistema, para poder describir con exactitud la totalidad de las herramientas utilizadas para el empleo de la propia plataforma es necesario comprender los términos de "Carga útil" y "Estación de control en tierra". Para seguir una doctrina unificada, utilizaremos la misma publicación del Ejército de Tierra previamente mencionada.

"Carga útil o carga de pago (Payload): dispositivos portados por la RPA no necesarios para el vuelo. Los más comunes son de tipo electroóptico, pero también puede portar materiales tan diferentes como radares, armas, municiones, dispositivos de comunicaciones, etc."

"Estación de control en tierra (GCS, Ground Control Station): instalación en tierra que consiste, por lo general, en un contenedor desplegable, el cual contiene los elementos que permiten controlar la RPA y su carga útil. Puede quedar reducida, si la RPA es de muy pequeño tamaño y peso, a un simple ordenador portátil."

Una vez acotados estos conceptos, la propia definición de RPAS (Remotely Piloted Aircraft System) puede deducirse. Este término hace referencia al conjunto formado por los otros tres elementos (RPA, Carga útil y GCS) y de manera adicional engloba cualquier otro componente que resulte necesario para la ejecución del vuelo y el desempeño de las funciones atribuidas a la plataforma (esto puede referirse a sistemas CIS, vehículos, o a la propia tripulación).

Una vez establecida una definición común del RPAS, resulta inevitable avanzar hasta la siguiente cuestión que marcará la dirección del proyecto, los distintos tipos de RPAS según el ET (Ejército de Tierra). En este trabajo, los prototipos observados serán únicamente el Black Hornet y el RQ-Raven, que estarán clasificados dentro de los de Tipo I (ver Tabla 1).



Tarjeta operador RPA	Clase según peso máximo al despegue	Categoría OTAN y acrónimo	Radio normal de misión	Ejemplo de RPAS
Tipo I	Clase I ≤ 150 Kg	Micro-RPA	2 Km	Black Hornet
		Mini-RPA	10 Km	Raven RQ-11B
		Small-RPA	50 Km (alcance medio: MR, <i>medium range</i>)	Pelicano
Tipo II	Clase II > 150 y ≤ 600 Kg	TUAV (táctico)	200 Km (largo alcance: LR, <i>Long Range</i>)	Searcher MK-III
	Clase III > 600 Kg	UCAV (de combate)	Sin límite(enlace por satélite: BLOS, <i>Beyond Line of Sight</i>)	Reaper
		MALE (<i>Medium Altitude Long Endurance</i>)		Heron TP
		HALE (<i>High Altitude Long Endurance</i>)		Global Hawk

Tabla 1. Tipología de RPAS según sus características (Ejército de Tierra, MADOC, 2016)

Una vez definidos y clasificados los sistemas, el siguiente paso es el análisis de las especificaciones técnicas y pequeñas limitaciones que encontramos en cada uno de nuestros dispositivos.

2.1.1. Raven RQ-11 B

En primer lugar, hay que definir los componentes principales del modelo de Mini-RPAS Raven (Ejército de Tierra, DIDOM, 2010):

- El sistema está compuesto por 3 plataformas aéreas RQ-11B Raven.
- Una estación de control en tierra (GCS).
- Un **ordenador portátil** con software de planeamiento de misión y grabación.
- Una terminal remota de video.
- Un **cargador** de baterías.

Una vez hecho esto, y para conseguir comprender la magnitud de la plataforma que vamos a estar maniobrando, observaremos las cualidades físicas y técnicas del RPA (ver Tabla 2). Entre ellas podemos destacar el peso y algunas de las limitaciones que el propio fabricante ya advierte antes de cualquier prueba de campo del vehículo (AeroVironment, Inc, 2020).

Parámetro	Característica
Envergadura	1,4m
Longitud	0,9m
Estructura	Modular, compuesto de Kevlar
Peso de aeronave con carga EO	1,9 kg
Peso de aeronave con carga IR	2,13 kg
Altitud operativa	45-300m
Velocidad de crucero	56 km/h
Radio de acción	10km
Duración de vuelo	60-90 min (baterías de ion-litio)
Temperatura operativa	-30°C a +50°C



Peso total del sistema	2 empaques de 5kg cada uno (en su configuración mínima)
Velocidad del viento	Máximo 20 nudos

Tabla 2. Características básicas del Raven RQ-11B (AeroVironment, Inc, 2020).

Este primer análisis básico ya nos permite observar algunos de los valores que deberán ser tenidos en cuenta a la hora de integrar el Raven como herramienta de inteligencia durante cualquier maniobra llevada a cabo por una unidad de infantería.

Como última cualidad básica de la plataforma, es importante resaltar que esta dispone de cuatro diferentes frecuencias en las que puede operar. Esto permite que desde la estación de tierra puedan utilizarse hasta cuatro dispositivos de manera simultánea, sin embargo, debido a las posibles interferencias que puedan producirse entre señales no se recomienda que estos se operen a menos de 400m uno del otro. Los canales de los que estos disponen son los siguientes:

FRECUENCIAS DE OPERACIÓN		
CANAL	TRANSMISIÓN	RECEPCIÓN
1	370,500 MHz	2209,25 MHz
2	370,550 MHz	2231,75 MHz
3	370,600 MHz	2254,25 MHz
4	370,650 MHz	2276,25 MHz

Tabla 3. Frecuencias operativas del Raven (Ejército de Tierra, MADOC, 2015).

Una vez estudiado el propio RPA, el siguiente componente que resultará determinante para el cumplimiento de la misión, y que por lo tanto deberá ser tenido en cuenta es la carga útil. El Raven RQ-11B dispone de tres tipos de carga útil, no obstante, nosotros sólo estudiaremos las que posee actualmente en ET en su inventario: la carga EO y la IR.

Carga útil EO (Electroóptica): “cámaras digitales de vista frontal y lateral capaces de realizar funciones de giro, inclinación y zoom digitales (ver Figura 1).” (Ejército de Tierra, MADOC, 2015). Esta carga útil será la más básica en cuanto a cualidades especiales, las imágenes transmitidas por ésta tendrán una resolución de 2592 x 1944 píxeles tanto con la cámara lateral como la frontal.



Figura 1. (Izquierda) Carga útil EO (AeroVironment, Inc, 2020).

Figura 2. (Derecha) Imágenes Cuartel General BRILAT (Monteagudo, 2016).



Carga útil IR (Infrarroja): esta es de mirada lateral fija y posee un “iluminador láser de tipo infrarrojo térmico”, este dispone de dos polaridades (Monteagudo, 2016) “blanco-caliente” o “negro-caliente”, el fin principal de este posible cambio son aquellas horas en las que se dan cambios en la temperatura del ambiente o la densidad del aire. Sin embargo, este iluminador al mismo tiempo que detecta la firma térmica de todo aquello que posee algún tipo de iluminación, también puede ser detectado a corta distancia (2m o menos) (AeroVironment, Inc, 2020) por personal que posea un dispositivo de visión nocturna. La calidad de la imagen recogida por esta cámara es de 320x240 (AeroVironment, Inc, 2020).



Figura 3. (Izquierda) Carga útil EO (AeroVironment, Inc, 2020).

Figura 4. (Derecha) Imágenes Cuartel General BRILAT (Monteagudo, 2016).

En último lugar, haremos un análisis del material usado por los operadores desde el suelo, esto nos brindará una visión más amplia sobre el tiempo total que podremos utilizar el dispositivo, la logística implicada en su transporte y aquellos pequeños elementos que el piloto deberá portar y tener en cuenta para aprovechar al máximo las posibilidades del sistema.

Estación de control de tierra (CGS): aunque su tripulación básica está formada por dos operadores, esta puede ser manipulada por un solo OV (operador de vuelo). El operador dispone de todos los datos del RPA a través de esta estación, y en cuanto a sus componentes dispone de:

- **Un control manual** (el cual debe ser guardado en su respectiva bolsa estanca) y que tiene un peso aproximado de 3,6 kg (que pueden alcanzar los 5,8kg si incluimos un ordenador).
- La propia antena, con su unidad de radiofrecuencia (RF) y la unidad central de la estación.
- Una **batería BB-2257** con una autonomía de entre 1,5 a 2 horas.
- Y por último **dos conectores de alimentación** que permiten la operación continua de la estación incluso durante un cambio de baterías.

Un terminal de video remoto (RVT): cuya función es la transmisión de vídeo en tiempo real. Ahora bien, cuando la GCS se utiliza con este incorporado para cumplir la función previamente mencionada, la conexión con el RPA se interrumpe. Por ello para poder transmitir en directo el vídeo captado por el RPA, será necesario tener 2 GCS a nuestra disposición, una recibiendo y otra emitiendo. El RVT funciona con las mismas baterías que la CGS, las BB-2257.



Y en último lugar, el sistema posee una **batería recargable** por cada **plataforma aérea** incluida dentro de este (un total de 3), **10 baterías BB-2 257** y un **cargador de baterías universal**.



Figura 5. RPA con ordenador y bolsa estanca del sistema (Ejército de Tierra, DIDOM, 2010).

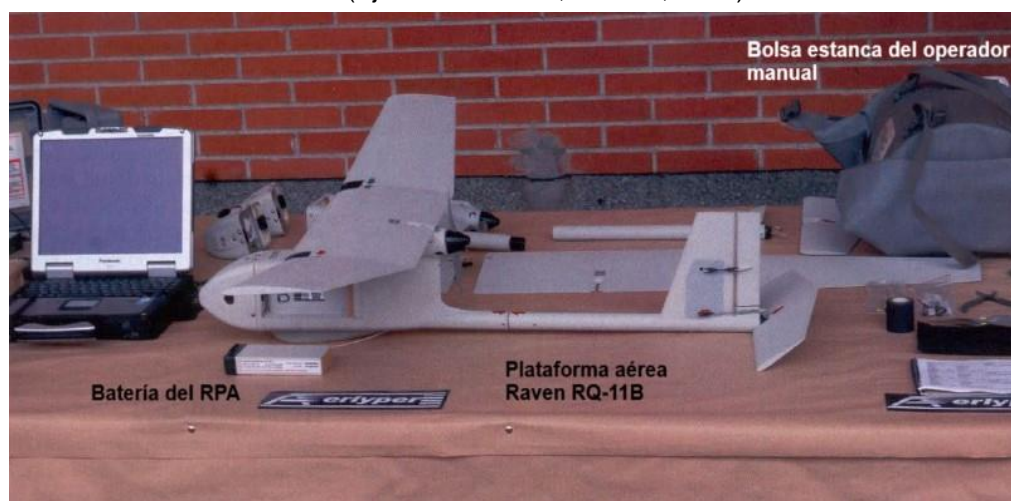
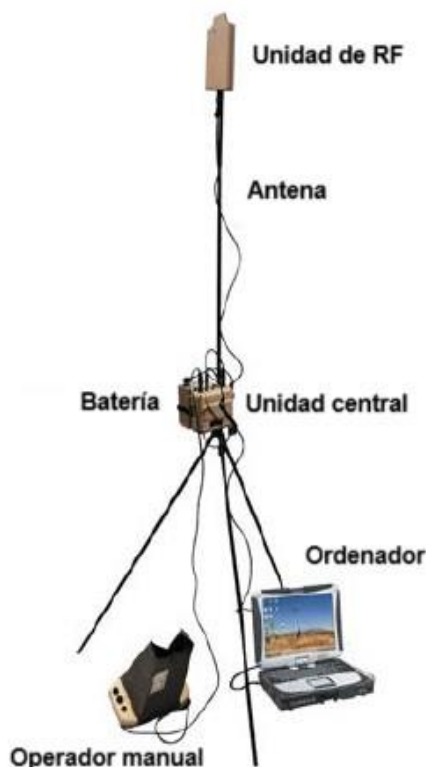


Figura 6. Unidad CGS completa del Raven RQ-11B y cargador de baterías (AeroVironment, Inc, 2020).

2.1.2. *Black Hornet*

El Black Hornet o PD-100, a diferencia de su compañero el Raven RQ-11B cuyo primer vuelo fue en 2001, fue lanzado en 2014 por Prox Dynamics (Autonomous Media, LLC, 2014) y adquirido por el ET durante el año 2016 (Calpena, 2016). Esto lo convierte en un sistema con características muy diferentes al anteriormente mencionado, no solo por su modernidad sino también por sus cualidades técnicas. Este dispositivo está dentro de la clasificación de Micro-RPAS por su reducido tamaño y menor radio de acción (2km a diferencia de los 10km que consigue abarcar el Raven RQ-11B).

A continuación, se expondrán, a través de imágenes, los diferentes elementos que conforman la totalidad del sistema. Sin embargo, estos se encontrarán divididos en tres grupos, con la finalidad de brindar una visión más esquemática y estructurada de los componentes de este RPAS. En primer lugar, tendremos los componentes básicos del sistema Black Hornet, estos comprenden las herramientas mínimas para poder poner en funcionamiento la plataforma aérea.

Micro RPA Black Horner Nano: el sistema dispone de 2 unidades de vuelo BH3 (Carga útil EO) y una BH3T (Carga útil Térmica). La única diferencia entre estos es el tipo de detectores que portan como carga útil, pero en cuanto a dimensiones y valores técnicos son totalmente idénticos.

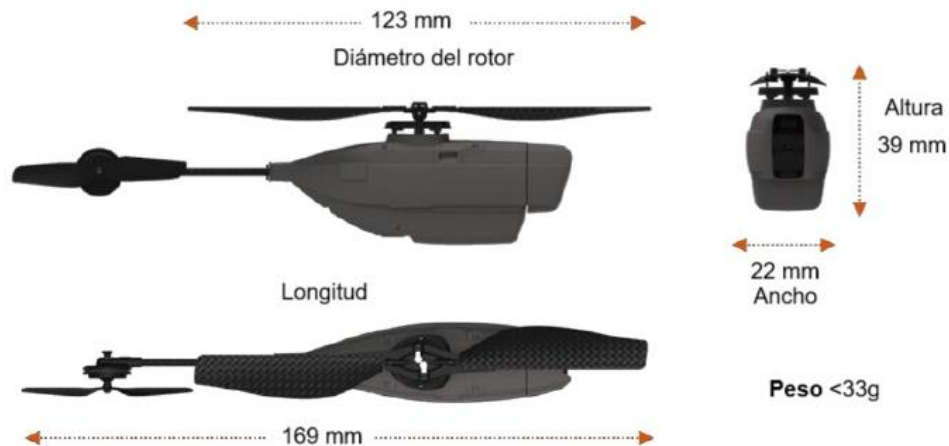


Figura 7. Dimensiones del RPA Black Hornet (Sierra, 2018).

Magnitud	Valores específicos
Condiciones meteorológicas	Temperatura: -10°C a 49°C // Humedad: 10% a 90% // Precipitaciones: 2.5mm/h Viento: Brisa constante de 8m/s // Ráfagas de viento de 10 m/s
Tiempo de inicio	Entre 0.5 y 2 min – Aproximadamente 1 minuto desde Modo Apagado.
Velocidades máximas	Hacia delante: 6 m/s // Lateralmente: 2m/s // Hacia atrás: 1m/s Ascenso: 2m/s // Descenso: 2m/s // Rotacional: 45º/segundo
Autonomía	Hasta 25 minutos de vuelo
Altitud	Altitud de operatividad máxima: 3000m sobre el nivel del mar Altitud de operatividad normal: entre 3 y 100m sobre el nivel del mar
Rango de detección	Muy difícilmente detectable sin ningún tipo de medio más allá de 20 metros Firma acústica <25 dBA @ 50 metros
Recarga	De 0-90%: Aproximadamente 40 minutos De 0-100%: Aproximadamente 60 minutos

Tabla 4. Tabla de especificaciones del BH3 (Johnsen, 2022).

En cuanto a las cargas útiles de este, dispone principalmente dos tipos: la EO y la IT (Imagen térmica). Cada una de estas dispone de una calidad y de un sector de vigilancia distintos, y por lo tanto estudiaremos las características de ambas. Las cargas útiles son modulares, a pesar de esto debido a la fragilidad del material y la complejidad del proceso se desaconseja hacerlo sin un técnico especialista. Por ello en el sistema propiedad del ET se encuentran preconfigurados, 2 con EO y uno con IT.

Magnitud	BH3 (EO)	BH3T (EO e IT)
Rango de visión	>2000m de línea de visión. Buena calidad más allá de esta	
Calidad de imagen en movimiento	640x480 píxeles con color	EO- 640x480 píxeles con color
		IT- 160x120
Calidad de fotografía	1600x1200 píxeles con color	EO- 1600 x 1200 píxeles con color



		IT- 160x120 pixeles
Zoom	EO=8x	EO=8x
		IT=3x
Sector de vigilancia del sensor	83°x67° ± 1 (horizontal x vertical)	EO: 83°x67° ± 1
		IT: 54°x42° ± 1
Sector de cobertura total	De 18° por encima del horizonte hasta 108.5° debajo (123° total)	EO: de 8.5° encima a 74.5° debajo (83° total)
		IT: de 12° debajo a 54° debajo (42° total)

Tabla 5. Capacidades de la carga útil del BH3 (Johnsen, 2022).

El BH3T dispone de 4 configuraciones de imagen: blanco-caliente, negro-caliente, modo combinado 1 (Imagen EO con perfil térmico), y modo combinado 2 (Imagen térmica a color).



Figura 8. Carga EO del BH3 (Ministère des Armées, 2019).



Figura 9. Carga térmica del BH3 (Ministerio de Defensa , 2022).

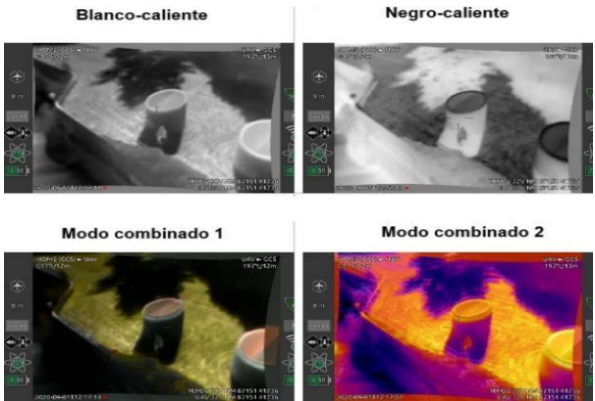
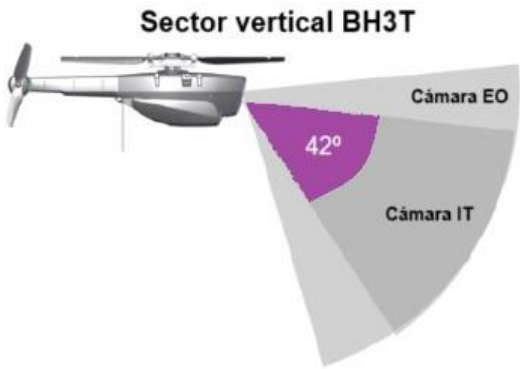


Figura 10. Sector de la carga térmica e imágenes captadas por esta (Johnsen, 2022).



Figura 11. Sector vertical e imágenes tomadas con la carga EO del BH3 (Johnsen, 2022).

Ahora que las posibilidades de vuelo y grabación que nuestra plataforma aérea nos ofrece ya han sido expuestas continuaremos con el resto de los componentes básicos. La estación base será el núcleo central de estos, y a esta se le acoplarán el mando de control y la unidad de monitorización completando así las herramientas mínimas necesarias para que el piloto pueda realizar un vuelo con el Black Hornet.

Estación base	
Condiciones meteorológicas	Similares a las del RPA
Tiempo de inicio	15-20 segundos desde Modo Apagado
Autonomía	Con el brillo medio: 3 horas incluyendo 6 vuelos del RPA y 4 recargas de este (2h de uso del RPA).
	Con el brillo alto: 2 horas incluyendo 4 vuelos del RPA y 2 recargas (1h20' de uso del RPA)
Capacidad de almacenamiento	Máxima capacidad soportada 128Gb
Voltaje de entrada	10-36 V DC.
Tiempo de recarga	0-80% - 80 minutos
	0-90% - 110 minutos
	0-100% - 160 minutos

Tabla 6. Características de la base estación del BH3 (Johnsen, 2022).



Figura 12. Dimensiones de la totalidad del sistema Black Hornet (Sierra, 2018).



El sistema además incorporará una serie de accesorios que circunstancialmente serán necesarios para la recarga, transporte y otras funcionalidades. Estos serán los siguientes:

- Cargador de 12V (para vehículo) y fuente de alimentación.
- Antena externa para funcionamiento inalámbrico del mando.
- Recambio para las hélices del RPA.
- Bolsillo táctico para el monitor, bolsillo táctico de transporte de la estación base y maletín de guardado para la totalidad del sistema.

2.2. Análisis táctico

El siguiente análisis se centrará en recoger aquellas limitaciones y consignas dictadas tanto por la doctrina del ET como por técnicos con alta experiencia en la utilización de estos medios y cuadros de mando que hayan hecho empleo táctico de este en cualquier tipo de ejercicio.

2.2.1. Manuales y doctrina del ET

En primer lugar, tras una profunda revisión del manual de “Empleo táctico de la unidad de RPAS” (Ejército de Tierra, MADOC, 2016) se extraerán las principales conclusiones y premisas de este:

La **orgánica básica** de esta unidad se encontrará compuesta por:

- **Un jefe de misión:** este será el operador elegido por el jefe de la unidad para ser el responsable del cumplimiento de la misión que le sea asignada. Como cometidos tendrá la coordinación de la defensa inmediata con la unidad a la que apoye, ayudar al jefe de la unidad con todo lo relativo al dron durante el planeamiento de la misión, y actualizar los datos de vuelo del RPAS (horas de vuelo, identificación del piloto, incidencias y resto de información requerida) una vez finalizado el ejercicio.
- **Operador de vuelo/carga útil:** este miembro de la tripulación se encargará de la manipulación directa tanto del RPA como de su carga útil, ya que en el caso de la clase I estos son controlados por un solo piloto.
- **Equipo de lanzamiento/recuperación y mantenimiento:** se encargarán de lanzar el dron, y de recogerlo allí donde este haya caído. Deberán cerciorarse de que el dron se encuentra en perfecto estado, y posteriormente prepararlo para que este se encuentre en disposición de efectuar un nuevo vuelo.

Limitaciones operativas:

- Deberá hacerse un estricto control del espacio aéreo, esto será con la finalidad de evitar cualquier tipo de choque con otro RPA, o cualquier intromisión en una operación ajena. Debiendo establecerse contacto con la TACP (Tactical Air Control Party) que se encuentre encargada de la coordinación aérea.



Para poder operar un RPA de Clase I se requerirá una mínima titulación, y la tripulación de apoyo deberá encontrarse instruida de manera específica para este tipo de misiones. Según la Orden Ministerial 18/2012 (Ministerio de Defensa, 2014) esta consistirá en una formación básica de DUO (Designated UAV Operator) impartida por el ejército del aire, tras la cual se le asignará la Tarjeta Marrón (Documento acreditativo de piloto de RPAS tipo I), y una posterior centrada en el medio específico que será realizada en la propia unidad.

- El medio deberá ser utilizado teniendo en cuenta su vulnerabilidad a la meteorología, a las defensas anti-dron del enemigo, a la propia orografía y a cualquier onda electromagnética que pueda afectar a su mando y control.
- La logística destinada al personal encargado del uso de estos dispositivos estará muy limitada, y por lo tanto estos deberán gestionar de manera autónoma el material y los medios necesarios para el cumplimiento de la misión.

Si bien esta documentación es suficiente para tener una visión general de lo que supone una unidad de RPAS y como puede ser adaptada a las propias unidades de Infantería, resulta muy superficial y poco detallada para comprender el uso específico que se les ha dado a los drones tipo mini o nano en operaciones. Por ello el siguiente documento que inevitablemente deberá ser tenido en cuenta es la Norma Operativa " EMPLEO DEL MINI UAV RAVEN B EN OPERACIONES" (Ejército de Tierra, 2010), aunque la última versión de esta sea del 10 de agosto de 2010. A continuación, se formularán las conclusiones más relevantes resultadas del análisis de este manual:

- En cuanto a la **orgánica**, esta sufrirá leves modificaciones. Mientras que la figura del jefe de misión y el operador de vuelo se mantendrán, el equipo de lanzamiento y recuperación formado por 2 pax asumirán cometidos adicionales durante el transporte y establecimiento de la unidad en posición. Estos cometidos serán el de conductor y tirador de Ametrallador Pesada, brindando a la unidad autonomía de movimiento y seguridad.
- La **formación** de pilotos de este modelo se realizará en las unidades, esta será impartida por aquellos operadores que fueron instruidos de manera contractual durante el período de adquisición de estos sistemas. Si no hubiera personal con dicha titulación, sería necesario que estos realizaran tanto el curso de DUO como una formación específica en el medio. Es de vital importancia para la programación de la instrucción tener en cuenta que el plazo mínimo de formación básica oscila entre dos y tres semanas.
- Por otro lado, se encuentran los **modos de vuelo aconsejables**. Estos constan de una serie de recomendaciones para los pilotos con menor experiencia para cada una de las fases de la misión:
 - **"Despegue y lanzamiento:** Modo "MANUAL", siendo aconsejable tomar altura en modo "ALTITUD" para evitar el fundido del fusible de la batería de la aeronave
 - **Vuelo:** Se aconseja como forma habitual realizar la misión en modo "NAVEGACIÓN", salvo en determinados momentos en que la misión requiera el modo "ALTITUD". No operar en esta situación en "MANUAL".



- **Vuelo sobre un punto:** Modo “ALT” hasta visionar el punto. A partir de este momento, colocar un “ORBITAL”, en modo “NAV”, o en modo “LOIT”, controlando el desplazamiento lateral.”
- Por último, se encuentra la información que describe los espacios aéreos habilitados para el empleo del Raven, y por lo tanto de todo tipo de mini RPA. La normativa aplicable a este tipo de drones es la siguiente:
 - AIP.
 - AIC.
 - Especificaciones de EUROCONTROL para el empleo de UAV, S.
 - Normas del JEMA para la gestión de actividades militares en el espacio aéreo.
 - Normas de coordinación militares para programación y activación de zonas peligrosas activadas por NOTAM y ejercicios que requieran reservas de espacio aéreo.
 - Carta Militar del EA 1:500.000 (informativa).
 - Carta Militar del EA 1:2.000.000 (informativa).
 - Publicaciones NOTAM de AENA.

De entre todos estos, nosotros nos centraremos en la de AIP, ya que esta será la que regirá el uso de estos dispositivos en territorio nacional. Dentro de la “CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ESPACIO AÉREO ATS” elaborada por la AIP, estos drones tendrán asignados los espacios aéreos definidos con la letra G. Antes de realizar cualquier vuelo se necesitará realizar una serie de trámites, y además deberán cumplirse una serie de consignas:

- Será obligatorio que estos operen en CENADs (Centro de Adiestramiento) o CMT (Campo de maniobras y Tiro), y de manera adicional deberán realizar la “reserva del espacio aéreo mediante NOTAM ”.
- El resto de las zonas dentro de la clasificación quedarán totalmente restringidas para su uso por parte del dron.
- Si van a utilizarse durante unas maniobras en las que vayan a intervenir otro tipo de medios aéreos habrá que coordinarse con estos mediante la célula AME (Antena de Misión Española, Helios), G-3 AIRE o aquel elemento de coordinación que se haya designado para el ejercicio.

A continuación, y para finalizar con la normativa destinada a regular el espacio aéreo, veremos que implicaciones tendrá el volar en este espacio definido como G. Aunque antes de hacer esto veremos algunas definiciones que nos ayudarán a comprender los términos que en este se utilizan.

IFR (Instrument Flight Rules): son el conjunto de normas dirigido a aquellas aeronaves que vuelan haciendo uso de instrumentos de navegación, es decir, estas no requieren contacto visual del piloto con el terreno.



VCR (Visual Flight Rules): estas por otro lado son aquellas normas y regulaciones dirigidas a mantener la seguridad del espacio aéreo en el que las aeronaves que se encuentren en él estén siendo utilizadas con el contacto visual del piloto con el terreno como único elemento de navegación.

IAS (Velocidad Aerodinámica Indicada): es la propia velocidad de la aeronave según indican los instrumentos de esta, y se mide en nudos (250 kt = 463 km/h).

Clase	Tipo de vuelo	Separación proporcionada	Servicios suministrados	Limitaciones de velocidad	Capacidad para la comunicación por radio obligatoria	Requisitos de radiocomunicación	Sujeto a autorización ATC
G	IFR	Ninguna	Servicio de información de vuelo	250kt IAS por debajo de 3050m sobre el nivel del mar. (*)	Sí (**)	Continua en ambos sentidos	No
	VFR				No (**)	No (**)	No

Tabla 7. Clasificación del espacio aéreo (ENAI, 2023). *Excepto los vuelos militares en misiones operativas o de defensa aérea, o cuando sus características de actuación no lo permitan. **Los pilotos se mantendrán a la escucha de la comunicación aeroterrestre continua por voz y establecerán una comunicación en ambos sentidos, según sea necesario, por el canal de comunicaciones apropiado en RMZ (Zona obligatoria de Radio).

El último documento que se ha considerado de especial relevancia dentro del apartado táctico concerniente a los RPA ha sido el de “OPERACIÓN ROMEO ALFA AFGANISTÁN ANALISIS DE EXPERIENCIAS UAV” (SECCIÓN DE LECCIONES APRENDIDAS, DIDOM, 2014) . Para evitar citarlas en su totalidad, se ha elaborado un breve resumen de aquellas que se han considerado más importantes y válidas para el contexto que nos concierne. Las conclusiones más importantes han sido:

- La necesidad de crear un mayor foco en la instrucción del equipo RPAS en Territorio Nacional, para evitar errores técnicos una vez fuera de este.
- Mayor integración de los RPAS dentro del planeamiento general de la maniobra, y mayor compenetración entre el mando y el equipo.
- Aumento del uso del RPAS no solo como medio de inteligencia sino también de disuasión, e incluso como localizador de objetivos u orígenes de fuego.

Es importante recalcar que, aunque estas lecciones hayan resultado útiles durante los despliegues llevados a cabo en Afganistán, donde encontrábamos que los métodos del enemigo consistían en guerrillas e insurgencia, ahora podemos observar guerras donde predomina el combate convencional como la de Ucrania (Vershinin, 2023). Y esto implicaría que muchas de estas conclusiones perderían validez, por ello es de vital relevancia tener en cuenta que estas son meramente circunstanciales.



2.2.2. Entrevistas a técnicos especialistas y a cuadros de mando

Para complementar la visión teórica aportada por los diversos manuales de empleo técnico y táctico de los drones, se ha decidido entrevistar a 2 técnicos especialistas y a 2 mandos con experiencia en sendos dispositivos. Con la finalidad de evitar un exceso de información, se expondrá una versión resumida con los puntos más importantes extraídos de esta empezando con aquellas relativas al Black Hornet y acabando con las entrevistas sobre el Raven.

Entrevista al Cabo 1º

El Cabo1º es piloto de Black Hornet desde abril de 2022. Su formación consistió en dos semanas de teórico-prácticas, simulador y finalmente los primeros vuelos con el dron en entornos controlados. Este proceso fue realizado en Alicante con el MOE, ya que tanto esta unidad como la BRIPAC fueron las únicas en recibir la última versión del RPA, el BH3. Desde entonces ha sido el único piloto de este dispositivo en toda la 3ª Bandera, debido a que los ejemplares de BH3 son extremadamente limitados.

En cuanto a su experiencia con el dron, existen numerosas conclusiones a destacar que no podrían deducirse solo del estudio de manuales prácticos. Por ejemplo, la falta de capacidad de observación de este modelo. Aunque el BH3 ciertamente dispone de sensores que aparentemente podrían parecer de suficiente calidad como para realizar una misión de vigilancia de un itinerario, esto es incorrecto. Su capacidad para realizar patrullajes y captar información relevante de itinerarios o zonas amplias es extremadamente reducida, no solo por la duración de su batería sino porque las imágenes obtenidas no son de suficiente calidad como para determinar la operación que se esté realizando. Por otro lado, su capacidad para hacer reconocimientos y extraer información de puntos concretos (edificios, puntos en el plano, vaguadas...), previamente definidos y con un posible interés para la maniobra, es extremadamente alta.

Otra de las cualidades resaltadas durante esta entrevista fue la dificultad para detectar este RPA. La firma acústica de este y su reducido tamaño lo hacen prácticamente indetectable, sin embargo, estas pequeñas dimensiones también presentan sus desventajas. El dron ante ráfagas de quince nudos de viento (8 m/s) se vuelve extremadamente inestable. Si bien en el manual indica que el Black Hornet debería soportar estas condiciones climatológicas, se ha comprobado que la imagen que este recoge pierde totalmente la calidad debido a la gran inestabilidad que el viento le supone. Además, en este tipo de situaciones, la batería se ve reducida de sus 25 minutos en ambiente óptimo a unos 15 minutos de tiempo eficaz.

En lo que se refiere a su versión térmica, esta utiliza una combinación de las ondas térmicas y las formas percibidas por el sensor EO para orientarse y navegar. Este sistema dificulta extremadamente el uso del RPA dentro de edificaciones cuando se encuentra equipado con este tipo de carga útil. Por esta razón, cuando se introduce el BH3T en habitaciones vacías con paredes blancas o sin pintar este suele colisionar. Se ha observado que para su correcta utilización debe volarse en zonas en las que este disponga de obstáculos y referencias que permitan al piloto observar por donde está avanzando, evitando así que este se estrelle y pierda su utilidad.

Uno de los problemas observados dentro de las unidades, es la falta de conocimiento del cuadro de mandos del Black Hornet. Esto ha invisibilizado completamente al dispositivo, causando que no se



le atribuya ninguna misión superior a nivel sección durante el desarrollo de las maniobras. La importancia atribuida a la instrucción de este dron durante los diferentes ejercicios es prácticamente nula, dejando así la totalidad de la iniciativa en el propio equipo de UAV encuadrado en la sección de Reconocimiento y en el Capitán a su mando. Esta sensación de desaprovechamiento y de falta de integración del dron dentro de los diferentes despliegues, dándole únicamente un uso circunstancial y extremadamente reducido, ha sido la culpable de una cierta pérdida de interés dentro de estos equipos.

En último lugar, el problema de la instrucción de pilotos. Debido al reducido material RPAS existente en la mayoría de las unidades de Infantería (Solo hay Black Hornet en la BRIPAC y MOE, y dentro de la BRIPAC solo hay 1 en toda la 3ª Bandera), la instrucción de pilotos no se encuentra entre las prioridades de esta. Esto ha generado una alta escasez de operadores (En toda la Bandera el Cabo 1º era el único piloto) que a su vez ha reducido el propio uso de estos medios, generando así una falta notable tanto de personal como material que ha castigado duramente el sector RPAS dentro de las unidades de Infantería. Además, actualmente no existe un tiempo especialmente dedicado a la formación de operadores, sino que el piloto instructor tiene que sacar pequeños momentos entre ejercicios para instruir a sus alumnos, esta situación dificulta notablemente la continuidad en el aprendizaje de los nuevos pilotos e impide la posibilidad de que estos se formen como es debido.

Entrevista al Capitán

El Capitán es el actual jefe de la 14 Compañía de la 3ª Bandera Paracaidista, entre 2019 y 2022 estuvo como teniente mandando la sección de reconocimiento donde se encontraba encuadrado el Black Hornet. La orgánica con la que él estuvo trabajando constaba de un piloto (Cabo 1º) y un auxiliar. Estos formaban parte de su Plana de Mando, y en consecuencia le acompañaban en todo momento. Esta disposición de personal fue diseñada con la finalidad de poder hacer uso de este medio con la mayor inmediatez posible y de recibir la información recabada por el dispositivo de manera inmediata, sin necesidad de hacer uso de radio.

Una de las mayores ventajas a nivel táctico que mostró este dispositivo a lo largo de diversas maniobras fue la posibilidad de recabar información del enemigo momentos previos a un ataque sin la necesidad de poner en riesgo a personal para que realice este cometido. Asimismo, el dispositivo raramente fue detectado, permitiendo mantener la sorpresa en todo momento.

Con respecto a dónde debería encontrarse el Black Hornet, se determinó tras varias pruebas en diferentes ejercicios que si solo se disponía de uno a nivel Batallón este debía encontrarse en la Sección de Reconocimiento. Esto se debe a que esta unidad tiene como cometido principal apoyar la maniobra del Batallón, principalmente con inteligencia obtenida de la realización de misiones ISTAR, y por ello era la que más podría aprovechar este tipo de medios. Esta dedicación exclusiva al apoyo y obtención de Información les dota de un tiempo y medios de los que una compañía de fusiles, cuyos cometidos residen en el despliegue de sus fuerzas y en el combate, no dispone. No obstante, en un caso concreto en el que la Unidad dispusiera de un Black Hornet por cada Compañía de fusiles del Batallón (como sería en un caso ideal) estos deberían encontrarse encuadrados en las propias compañías. Y la razón para esto, es que de esta manera podrían realizar sus propios reconocimientos de manera descentralizada, dotando así de fluidez y velocidad al movimiento de estas unidades.



En el contexto de la compatibilidad de este sistema con las transmisiones, este ha resultado altamente integrable dentro del sistema ATAK. La conexión entre el RPAS y el sistema ATAK ha resultado satisfactoria en la mayoría de los ejercicios, permitiendo visualizar vídeos e imágenes en directo emitidas por este. Esta posibilidad de disponer de información de un objetivo al momento ha resultado en una inmensa ventaja táctica, permitiendo al Mando de la unidad corregir o cambiar algún punto de la maniobra en base al enemigo o simplemente reafirmarse en las decisiones tomadas en el planeamiento previo. A pesar de esto, también se han presentado algunas dificultades como la necesidad de cobertura o conexión a internet para la transmisión de datos al propio sistema ATAK. En ciertas zonas debido a la orografía, pueden encontrarse grandes dificultades para retransmitir video o imágenes al puesto de mando, es decir, al jefe de la unidad inmediatamente superior. Esto fuerza al capitán jefe de la sección de reconocimiento a comunicar esta información por radio, y por consiguiente se pierde mucha calidad en la información recibida por el jefe de Batallón.

Como último elemento a destacar de esta entrevista está el hecho de la fragilidad del RPAS. La escasez de recambios dentro de la unidad (solo hay un recambio para cada rotor) y la falta de técnicos que puedan repararlo dentro de esta (en la 3ª Bandera no había personal con conocimiento para repararlo) hacen que el uso que se le da a este sea el mínimo posible. Con la finalidad de no poner en riesgo la integridad del sistema, se evita utilizarlo en muchas situaciones que involucren salir del propio cuartel. Esto ha causado un daño aún mayor a la reducida instrucción de los nuevos pilotos, dejando al Black Hornet en un rumbo abocado al desuso. A causa de esto se ha empezado a plantearse en unidades (concretamente en la BRIPAC, aunque en unidades como la Legión también ha empezado a ocurrir) la posibilidad de instruir pilotos con sistemas RPAS civiles. Estos son mucho más económicos y disponen de recambios prácticamente inacabables, por lo que resultan perfectos para enseñar a nuevos pilotos e incluso practicar el vuelo durante algún ejercicio táctico. El Black Hornet, en este caso solamente se utiliza para maniobras importantes y para operaciones fuera de territorio nacional, reduciendo así la posibilidad de dañarlo sin que exista un perjuicio en la instrucción de sus operadores.

Entrevista al Cabo 1º

El Cabo 1º es piloto de Raven, realizó dos cursos: uno en el año 2008 impartido en las unidades (monográfico). Y posteriormente en el 2011 hizo uno en la Base aérea de Maticán, con el que recibió la acreditación DUO Tipo I. Ha hecho uso de este dispositivo en numerosas misiones, como Afganistán o Irak, y en ejercicios tácticos de todo tipo.

Una de las mayores ventajas de este dispositivo a nivel operativo es su gran autonomía, la cuál se mantiene a pesar de las distintas condiciones meteorológicas encontradas, y de manera independiente a la carga útil que lleve equipada. Esta se combina a la perfección con la calidad superior de imagen que este puede captar, haciéndolo un dispositivo ideal para la vigilancia de itinerarios o rutas de media duración.

Sin embargo, también posee grandes problemas que pueden resultar fatales durante una misión fuera de territorio nacional, un claro ejemplo de esto es su sistema de toma de tierra. La composición modular elaborada con material Kevlar de este RPAS tiene como objetivo la reducción de daños durante el aterrizaje del dron, pero esta puede resultar a la vez totalmente contraproducente. Esta situación se ha observado en ambientes boscosos o con obstáculos de gran altura (líneas de alta tensión o



edificios), donde el Raven por su diseño se desarticulaba al mínimo contacto recibido, dificultando notablemente la tarea de recuperación y el propio cumplimiento de la misión.

Otra de las grandes dificultades encontradas es el tiempo de montaje de estación y puesta en el aire del Raven. Este RPAS debido a su antigüedad resulta más lento en cuanto a su tiempo de inicio que los modelos como el Black Hornet. Esta demora frente al resto en su proceso de puesta en funcionamiento hace que su utilidad se reduzca notablemente durante misiones de combate, esto se debe a que en este tipo de operaciones la inmediatez y la velocidad para localizar al enemigo pueden resultar determinantes a la hora de efectuar nuestro ataque. En este respecto se encuentra bastante obsoleto, teniendo como tiempo de despegue aproximado 8 minutos desde que se encuentra apagado, frente a los micro drones militares o ante un dron civil de gama media (DJI Mini 2), cuyo tiempo de despegue es inferior a 90".

En el contexto de su obsolescencia también encontramos su falta de compatibilidad con los nuevos sistemas como el ATAK. A diferencia de otros RPAS que tienen una sencilla conexión a ATAK (como el Black Hornet) explicada en sus propios manuales de usuario u otro tipo de drones (DJI Mini 2) que directamente pueden controlarse desde el teléfono móvil reenviando así el video al programa previamente mencionado, el dispositivo Raven RQ-11B solo puede hacer esto a través de la conexión de un ordenador portátil a su GCS. Este proceso resulta tedioso, complejo y muy lento en comparación a los dispositivos más actualizados, lo que presenta una gran desventaja de este sistema RPAS a la hora de realizar ejercicios tácticos a gran escala donde la inmediatez de la información resulte de vital importancia.

Entrevista al Teniente Coronel

El Teniente Coronel es el actual jefe de la 3ª Bandera Paracaidista, durante el año 2009 estuvo encuadrado en la ASPFOR XXIII como jefe del GT APOEL en Afganistán. Allí dispuso de un Raven bajo TACOM, que utilizó en numerosas ocasiones a lo largo de su estancia en el país. Bajo su mando este dispositivo realizó más de ciento diez vuelos, y acumuló más de cien horas de uso del sistema RPAS.

Al ser el Raven material de reciente adquisición durante el desarrollo de esta misión, se realizaron muchos cambios y pruebas con la finalidad de encontrar la estructura orgánica más adecuada para su uso óptimo. La decisión final fue posicionar al equipo completo de UAV, que incluye un piloto y tres auxiliares, dentro de la plana del GT. Esta disposición permite mantener un mayor control sobre este medio, y de manera adicional disponer de la información de manera inmediata. Esta organización resulta eficaz para mantener una rigurosa supervisión del medio, pero al mismo tiempo requiere de un nivel adicional de atención por parte del mando.

Una de las mayores dificultades es la integración del Raven dentro de la cadena de mando. Las numerosas complicaciones técnicas para transmitir las imágenes y videos a los ordenadores disponibles en el puesto de mando hacen que esta manera de proceder sea inviable. Esto exige una confianza férrea en el operador por parte del mando, ya que este último debe confiar plenamente en las descripciones y conclusiones que el propio piloto de RPAS le transmita a la voz. Por esta razón, el



proceso de toma de decisiones puede verse muy influenciado por la propia visión subjetiva del técnico al mando, pudiendo afectar de manera negativa al desarrollo de la misión.

Otra de las cualidades que pueden resultar positivas o negativas dependiendo del contexto es el ruido emitido por el Raven. Este RPA es muy ruidoso, siendo fácilmente detectado por el enemigo durante sus vuelos de reconocimiento. Esto puede resultar negativo si la intención de su misión asignada es mantener la sorpresa y extraer información sin que este se percate. Sin embargo, por esta misma característica puede resultar extremadamente beneficioso si la finalidad asignada es de disuasión o decepción del enemigo. Uno de los usos más comunes durante la estancia del ET en Afganistán fue engañar al enemigo haciéndole creer que el dron se enviaba a lo largo de un itinerario para reconocerlo y que posteriormente avanzase un convoy por este, cuando realmente ese mismo convoy aliado ya se encontraba avanzando por una ruta distinta de manera simultánea.

Por último, es necesario destacar los fallos existentes en el propio procedimiento descrito en el manual de uso del Raven en operaciones. El hecho de que en este manual indique que el Raven debe transportarse en un vehículo que vaya incorporado en el propio convoy de GT resulta carente de practicidad. La situación ideal del equipo Raven es en la plana de jefe de GT, como se ha mencionado previamente. La razón para esto es no solo su lento montaje de estación y lanzamiento, sino también la falta de aprovechamiento de su rango de empleo de 10 km. Resulta mucho más útil y fácil de controlar cuando la estación se encuentra ya montada dentro del puesto de mando y simplemente requiere del lanzamiento del propio RPA. Además, como se ha explicado anteriormente, a pesar del consumo de atención que requiere para el mando, resulta mucho más sencillo de controlar y más eficaz en la transmisión de información cuando se encuentra físicamente cerca del mando.

2.3. Análisis DAFO

En este apartado se recopilará toda la información recabada, y se elaborará un análisis de la situación actual tanto del Black Hornet como del Raven en el contexto militar. La finalidad de este apartado es brindar una visión completa de las opciones y peligros que pueden determinar el futuro cercano de ambos dispositivos. Por esta razón se incorporarán tanto las conclusiones extraídas durante el período de entrevistas como toda aquella información encontrada en las publicaciones doctrinales del ET sobre estos.

2.3.1. *Black Hornet*

En base a las entrevistas realizadas, se expondrán de manera esquemática las fortalezas del dispositivo:

- **Tamaño y portabilidad:** el BH3 es uno de los drones más pequeños, y por lo tanto más fáciles de transportar que existe actualmente en el sector militar (Fernández, 2021). Esta característica los hace perfectos para operaciones de inteligencia y reconocimiento.
- **Firma Acústica muy reducida:** junto con su tamaño esta es la principal razón por la que este RPAS resulta muy difícil de detectar. Permitiendo así que este pueda aproximarse a muy cortas distancias del enemigo sin que este tenga consciencia de ello.



- **Alta compatibilidad con sistemas ATAK o similares:** este sistema presenta una gran facilidad para conectarse a los nuevos sistemas de transmisiones existentes dentro del contexto de las Fuerzas Armadas. Esto puede verse reflejado en su manual sin ir más lejos, donde ofrece una manera fácil y rápida de conectar el RPAS a sistemas ATAK o similares.
- **Alta manejabilidad:** pilotar este tipo de RPAS resulta tremendamente intuitivo, y esto permite la formación de operadores sin que estos requieran ninguna titulación tipo DUO. Además, el período de instrucción es bastante reducido (1 semana y media como mucho) frente al tiempo de los cursos de certificación de otros modelos (El Raven es mínimo 1 semana de monográfico y 2 semanas de DUO).

A continuación, se explicarán sus principales debilidades:

- **Limitación de alcance:** El Black Hornet 3 tiene un rango operativo de 2 km lo que le sitúa por detrás de otros drones de tipo I existentes actualmente en el ET como el Raven o el Pelicano, cuyos rangos oscilan entre los 10km y los 50km.
- **Autonomía limitada:** de manera similar a su rango, la autonomía del BH3 es mucho menos duradera (25' como máximos) que la de otros drones de tipo I (Raven tiene 60'-90' de autonomía), limitando mucho sus capacidades de patrullaje o vigilancia sobre un punto.
- **Poca versatilidad de su carga útil:** la complejidad del sistema de montaje y desmontaje de la carga útil y la consecuente necesidad de un técnico especializado para este proceso, son la causa principal de la necesidad de cambio de plataforma aérea dependiendo del tipo de imagen que se quiera obtener. Esto dificulta la fluidez del trabajo, y las posibilidades que el propio modelo ofrece.
- **Costo elevado:** el precio de este dron asciende a los 32.000 euros (Nacho G. Pandavenes, 2021), esto influye de manera sustancial en la ausencia de recambios y reparaciones posibles para este modelo en concreto.

Una vez analizadas detenidamente las principales cualidades positivas y negativas del dispositivo, es momento de continuar con las oportunidades de éxito que tendrá este RPAS en su futuro inmediato:

- **Evolución tecnológica del combate durante la aparición de nuevos conflictos:** este dron ya ha podido observarse integrado dentro de unidades de Infantería durante el desarrollo de la guerra de Ucrania (Santos, 2022). Durante estos, el BH3 ha demostrado ser una herramienta esencial de reconocimiento para el despliegue de unidades tanto en campo abierto como en entornos urbanos.
- **Obsolescencia de los modelos de mini-RPAS en el ET:** actualmente modelos como el Raven o el Pelicano están llegando al final de su vida útil teórica (González, 2019), además estos no disponen de la capacidad de adaptación a los medios digitales que tiene el BH3. Esto puede resultar determinante para que micro drones modernos como el Black



Hornet releven la posición que ocupan actualmente los RPAS que adquirió el ET para afrontar sus operaciones en Afganistán.

Y por último las amenazas que pueden suponer un riesgo para el dispositivo:

- **Competencia:** actualmente el mercado de los drones se encuentra en pleno crecimiento, de hecho, se estima que este tendrá una cuota de mercado de más de cincuenta mil millones de dólares para 2030 (Herranz, 2022). Esto supone un aumento de las compañías de diseño y producción de drones, y por lo tanto una menor probabilidad de que FLIR consiga establecer una relación contractual estable con el ET.
- **Aumento de las regulaciones:** la normativa actual de drones está basada en los Reglamentos Europeos RE-2019/947 y RD 2019/945 (Grupo One Air, 2021). Sin embargo, a raíz de los últimos conflictos y de los potenciales peligros que durante el desarrollo de estos han presentado los RPAS, esta normativa es muy susceptible de cambiar. Por esta razón, un mayor control sobre el espacio aéreo puede suponer un mayor número de trámites burocráticos para el vuelo de RPAS, y por lo tanto una reducción notable de su uso en territorio nacional.
- **Seguridad cibernética:** la alta capacidad de estos drones para conectarse a distintos sistemas de transmisión de información los hace más vulnerables que aquellos con sistemas más rudimentarios. El sistema ATAK, al ser operado desde un teléfono móvil conectado a un servidor creado por un administrador principal, es muy susceptible a este tipo de ciberataques si no se utilizan las medidas de seguridad adecuadas.

2.3.2. *Raven RQ-11B*

De la misma manera que se han analizado las fortalezas del Black Hornet, se realizará el mismo proceso con el Raven:

- **Elevada autonomía:** a diferencia del resto de prototipos del mercado como el DJI Mini 2 o el propio Black Hornet, este RPAS posee baterías de ion-litio que le permiten mantenerse volando durante un período superior a 1 hora. Esto lo convierte en un dispositivo de alta utilidad para vuelos largos, o reconocimientos de zona que pueden requerir de procedimientos más lentos y exhaustivos.
- **Composición modular:** este diseño permite que el RPA mantenga un mejor estado que otros cuya estructura es fija. Esto se debe a que el impacto recibido se diversifica, evitando que puntos concretos de la estructura se encuentren sometidos a un gran estrés durante el proceso de aterrizaje. Cada una de estas piezas está elaborada con material Kevlar, dándole un extra de durabilidad ante las constantes colisiones sufridas.
- **Alta calidad de la imagen:** la carga útil portada por el Raven supera en calidad de imagen a los drones tipo micro como el Black Hornet, y está al nivel de los mejores drones en cuanto a calidad dentro de su clasificación por tamaño como el VESPER (3840 x 2160).



- **Alta disponibilidad de recambios:** este RPAS inició su período de operatividad en el ejército en 2007, y desde entonces se han realizado numerosas adquisiciones de este mismo modelo (CETA, 2020). Esto ha dado lugar a un gran número de existencias en el contexto de recambios y piezas para el Raven dentro del inventario del ejército. Convirtiéndolo así en un dispositivo con mucho margen de maniobra a la hora de ser utilizado durante ejercicios y maniobras.

En cuanto a sus debilidades principales:

- **Falta de compatibilidad con sistemas CIS modernos:** este sistema no dispone de facilidades para su conexión a los nuevos sistemas de posicionamiento existentes en el ejército de tierra. Las dificultades encontradas para su conexión al sistema ATAK (requiere de un ordenador y de la instalación de WINTAK en ese monitor, además de una serie de modificaciones para conectar el video en vivo a WINTAK), y su incompatibilidad con el sistema BMS (por ser este un sistema cerrado, sin posibilidad de introducir fuentes de datos externas) hacen que este dispositivo solo pueda transmitir la información extraída vía radio.
- **Gran fragilidad de su estructura:** el diseño modular de su estructura consigue evitar daños en las piezas de manera particular, pero resulta profundamente ineficiente para el reconocimiento en zonas con obstáculos. La facilidad con la que este RPAS se desmonta al mínimo impacto recibido supone un problema constante durante su uso en entornos boscosos o similares. Además, esta característica dificulta tremendamente su recuperación, pudiendo quedar desmontado en terreno enemigo de manera accidental.
- **Elevada firma acústica y visual:** el modelo Raven RQ-11B no se destaca por su discreción. Su tamaño y el ruido que sus hélices producen durante el vuelo lo convierten en un blanco fácilmente detectable para el enemigo. Si bien esto se ha utilizado con fines de decepción y disuasión, resulta una cualidad muy ineficiente para el cumplimiento de sus funciones de reconocimiento.
- **Vulnerabilidad ante las interferencias en su sistema GPS:** este dispositivo ha demostrado ser especialmente susceptible a los ataques a su sistema de navegación. Durante el ejercicio "Trident Juncture 2018" se extravió un ejemplar de Raven del Ejército de Tierra por un fallo causado por estas condiciones (González, 2019).
- **Necesidad de certificación para su uso:** a diferencia del Black Hornet, el Raven sí que requiere de una titulación específica. Si bien es cierto que esta no se caracteriza por su dificultad, teniendo un tiempo estimado de entre 2 y 4 semanas para una formación íntegra, sí que exige al menos de la existencia de un operador con título DUO tipo I para actuar como instructor. Esto dificulta la enseñanza de nuevos pilotos, creando un efecto cuello de botella en este respecto en las unidades del ET.
- **Elevado tiempo de despegue:** el tiempo aproximado de despegue del Raven es de 8 minutos, este valor resulta demasiado elevado frente a los 90 segundos del Black Hornet



y del VESPER (Fisher, 2020), o los 60 segundos del DJI Mini (obtención a través de experimentos de campo).

- **Procedimientos desactualizados:** muchas de las maneras de proceder a nivel táctico que se encuentran redactadas en los manuales resultan poco prácticas en el tipo de despliegues y combates actuales. Estos estaban basados en las lecciones aprendidas de Afganistán, y no ha habido cambios en estas publicaciones desde entonces, generando numerosos errores o procesos poco optimizados para el empleo del Raven.

En siguiente lugar se tratarán las oportunidades existentes para este dron:

- **Vuelta a los conflictos convencionales** (Cardinale, 2022): guerras como la de Ucrania, la de Yemen o las tensiones militares en la península de Corea, han demostrado que ha vuelto a hacerse uso del combate convencional. La contrainsurgencia en ambientes urbanos contra células terroristas no ha desaparecido, pero los enfrentamientos entre Estados empiezan a aumentar en número. Este tipo de combates entre fuerzas regulares y en distintos campos de batalla, son los óptimos para el Raven RQ-11B. Este RPAS tiene la capacidad de observar con facilidad los movimientos de tropas que se den en el campo de batalla, recuperando así la utilidad y relevancia que estaba perdiendo en los últimos años.
- **Aumento de las tensiones fronterizas:** en el contexto actual de Europa, y teniendo en cuenta el aumento de los incidentes relacionados con el conflicto en Palestina en occidente, estos dispositivos pueden adquirir una nueva forma de utilización que ayude a una estabilización de la situación actual. El dron Raven RQ-11B puede ejercer un rol esencial en este contexto, ya que puede brindar una visión aérea estratégica y rápida en áreas de interés. Su utilidad radica en su capacidad para recopilar inteligencia y proporcionar vigilancia en tiempo real, lo que permite una comprensión detallada de las dinámicas fronterizas y la detección de movimientos cruciales.

Por último, las amenazas a las que este se enfrenta:

- **Obsolescencia frente a la competencia:** el Raven es un dispositivo que, por sus características y falta de compatibilidad con otros medios modernos, se encuentra actualmente por detrás del resto de drones del mercado. Esto se debe a que la falta de superioridad aérea en los conflictos actuales, han generado una carrera por la ratio inmediatez/calidad de la información. Dentro de esta competición la lentitud de puesta en funcionamiento de este modelo, y la única posibilidad de transmisión de información vía radio lo dejan muy atrás frente al resto.
- **Posición intermedia entre los micro y los de Tipo II:** como se ha podido observar en la guerra de Ucrania, los reconocimientos requeridos por las unidades que avanzan por terreno enemigo requieren de una inmediatez de la que el Raven no dispone, causando la donación de un gran número de Black Hornet (Trinko, 2023) o modelos similares. De manera similar, desde este mismo conflicto muchos países han adquirido



drones de altitud media como el Heron (González, 2022), cuya calidad de imagen y sigilo destacan notablemente sobre los de menor tamaño y características. Este aumento de la importancia de los micro drones y los RPAS de alta gama con fines de espionaje, han colocado al Raven en un punto intermedio en el que no cumple los requisitos ni prestaciones suficientes para contentar las nuevas necesidades de los ejércitos del mundo.

Como hemos podido observar existen una gran cantidad de retos y oportunidades para estos dos modelos de RPAS, sin embargo, es necesario aportar soluciones o alternativas para que ambos puedan sacar provecho de sus respectivas situaciones.



3. CONCLUSIÓN Y LÍNEAS FUTURAS

Conclusión

La rápida evolución tecnológica ha dejado una profunda impresión en la naturaleza y conducta de la guerra contemporánea. En el último siglo, hemos sido testigos de transformaciones sin precedentes en el ámbito militar, desde la introducción de armamento avanzado en las dos Guerras Mundiales hasta la actualidad, caracterizada por el empleo de sistemas de aeronaves no tripuladas, conocidos como drones o RPAS (Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia). Este constante desarrollo tecnológico ha ejercido una influencia altamente significativa en la evolución de las tácticas y estrategias militares, así como en la forma en que las fuerzas armadas abordan los desafíos contemporáneos. La creciente sofisticación y accesibilidad de la tecnología han permitido a los actores militares aprovechar estas innovaciones en beneficio propio, pero también han generado nuevos dilemas éticos relacionados con el uso de armas de alta tecnología.

La versatilidad y adaptabilidad de los drones han marcado un punto de inflexión en el campo de batalla. A pesar de estar inicialmente diseñados para la recopilación de información, su capacidad para asumir una variedad de roles y funciones ha quedado clara en conflictos recientes, como el conflicto en Ucrania. Los drones no solo se han convertido en herramientas valiosas para la obtención de información, vigilancia y apoyo en la toma de decisiones en el campo de batalla, sino que también se han habilitado para transportar armamento y participar en misiones ofensivas, transformando la naturaleza de los conflictos armados. Estos avances tecnológicos han requerido una revisión constante de las estrategias militares, destacando la necesidad apremiante de adaptarse a las cambiantes capacidades de los adversarios.

En el contexto del combate convencional, los drones han demostrado ser herramientas esenciales para respaldar a las pequeñas unidades de infantería. Su incorporación ha resultado en mejoras notables en la precisión y eficacia de las maniobras y operaciones militares. Los drones han desempeñado un papel fundamental al proporcionar una visión aérea detallada del campo de batalla y al colaborar en la identificación de objetivos, permitiendo una toma de decisiones más ágil y precisa. Este exitoso proceso de integración de los drones en las operaciones militares ha culminado en una mayor colaboración entre las fuerzas terrestres y aéreas, resaltando la importancia de un enfoque conjunto en el contexto de la guerra moderna.

La investigación presentada subraya la urgente necesidad de adaptarse a la constante evolución tecnológica en el ámbito militar. El objetivo de optimizar el empleo de UAV/RPAS en las Pequeñas Unidades de Infantería del Ejército de Tierra es un testimonio manifiesto de esta necesidad. La tecnología militar sigue avanzando a un ritmo acelerado, y las fuerzas armadas deben estar debidamente preparadas para incorporar nuevas capacidades y tácticas que aprovechen al máximo estas innovaciones. Esto no solo implica la adquisición y despliegue efectivo de drones, sino también la provisión de la capacitación y la formulación de un marco doctrinal necesario para garantizar un uso ético y estratégico de esta tecnología. En última instancia, el papel de los drones en el campo de batalla



continuará evolucionando, y su exitosa integración requerirá una planificación meticulosa y una adaptación constante a las cambiantes realidades de la guerra moderna.

Líneas Futuras

El constante avance de la tecnología y la dinámica cambiante de los conflictos militares imponen una necesidad ineludible: la investigación continua en la integración de nuevas herramientas y tácticas en el teatro de operaciones militares. Este imperativo surge de la comprensión de que la capacidad de adaptación y adopción de tecnología avanzada en el ámbito militar es esencial para mantener la relevancia y eficacia de las fuerzas armadas en un entorno operativo en constante evolución.

Una dirección de investigación prometedora sería llevar a cabo un análisis más profundo sobre cómo otras especialidades militares, como las Unidades de Artillería, podrían beneficiarse del uso de los RPAS (Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia). Estas aeronaves no tripuladas han demostrado su versatilidad en diversas funciones, que van desde la recopilación de información hasta la vigilancia, así como la capacidad de transporte de armamento. En consecuencia, se justifica una exploración detallada para evaluar de qué manera los RPAS pueden optimizar las operaciones de las Unidades de Artillería y mejorar su capacidad para adquirir objetivos con precisión y rapidez.

La formación y capacitación ininterrumpida de las unidades de infantería en el uso y manejo de tecnologías avanzadas son componentes esenciales en la preparación de las Fuerzas Armadas para afrontar los desafíos futuros. Asegurar que los soldados estén debidamente capacitados en el funcionamiento de estos sistemas es fundamental para maximizar su eficacia en el campo de batalla, al mismo tiempo que reduce los riesgos asociados con su empleo. Esta inversión en formación no solo garantiza que las unidades de infantería estén preparadas para operar sistemas avanzados como los RPAS, sino que también promueve un nivel más alto de seguridad y eficacia en el despliegue de estas tecnologías en situaciones de combate. En última instancia, la capacitación continua es un medio para asegurar que las Fuerzas Armadas se mantengan un paso adelante en el campo de batalla, aprovechando al máximo las herramientas y tácticas más avanzadas a su disposición.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AeroVironment, Inc, 2020. *Manual de Raven RQ-11B*. Arlington: AeroVironment, Inc.

Autonomous Media, LLC, 2014. *INSIDE UNMANNED SYSTEMS*. [En línea]

Available at: <https://insideunmannedsystems.com/prox-dynamics-launches-the-pd-100-t-nano-uav-with-night-flying-and-surveillance-capability/>

[Último acceso: 22 Octubre 2023].

Calpena, S., 2016. *Defensa.com*. [En línea]

Available at: <https://www.defensa.com/espana/moe-despliega-nuevo-micro-uav>

[Último acceso: 21 Octubre 2023].

Cardinale, M. E., 2022. *Revista Riberas*. [En línea]

Available at: <https://riberas.uner.edu.ar/la-guerra-convencional-todavia-existe/>

[Último acceso: 27 Octubre 2023].

CETA, 2020. *CETA*. [En línea]

Available at: <https://www.ceta.aero/post/el-rq11b-raven-en-las-ffaa-españolas-el-mejor-rpas-de-su-categoría>

[Último acceso: 25 10 2023].

Ejército de Tierra, DIDOM, 2010. *Informe Raven RQ-11B*. Granada: Ministerio de Defensa.

Ejército de Tierra, MADOC, 2015. *EQUIPO MINI-UAV RAVEN B*. Granada : Ministerio de Defensa.

Ejército de Tierra, MADOC, 2016. *EMPLEO TÁCTICO DE LA UNIDAD DE RPAS*. Granada: Ministerio de Defensa.

Ejército de Tierra, 2010. *EMPLEO DEL MINI UAV RAVEN B*. s.l.:Ministerio de Defensa.

ENAIRE, 2023. *AIP*. [En línea]

Available at: https://aip.enaire.es/AIP/contenido_AIP/ENR/LE_ENR_1_4_en.pdf

[Último acceso: 15 Octubre 2023].

Fernández, J., 2021. *El Confidencial*. [En línea]

Available at: https://www.elconfidencial.com/tecnologia/2021-05-16/drones-tecnologia-militar-black-hornet-rq11-raven_3081456/

[Último acceso: 19 Octubre 2023].

Fisher, T., 2020. *Vantage Robotics*. [En línea]

Available at: <https://vantagerobotics.com/announcing-vesper-vision-gcs/>

[Último acceso: 29 Octubre 2023].

González, I., 2022. *El Español*. [En línea]

Available at: https://www.elespanol.com/omicrono/tecnologia/20220412/heron-tp-espia-alemania-armando-misiles-amenaza/663183775_0.html

[Último acceso: 28 Octubre 2023].

Grupo One Air, 2021. *One Air*. [En línea]

Available at: <https://www.oneair.es/nuevo-reglamento-europeo-drones/>

[Último acceso: 30 Octubre 2023].

Herranz, F., 2022. *Industry Talks*. [En línea]

Available at: <https://industrytalks.es/drones-un-mercado-en-plena-expansion-pero-aun-por-madurar-a-escala->



industrial/

[Último acceso: 25 Octubre 2023].

Johnsen, S. T., 2022. *Manual del Operador del BH3*. Noruega: Teledyne Flir.

Ministère des Armées, 2019. *Site Officiel de l'Armée de Terre*. [En línea]

Available at: https://www.defense.gouv.fr/sites/default/files/styles/16_9_lg/public/terre/black-hornet.jpg?h=d1cb525d&itok=sYejNzIX

[Último acceso: 15 Octubre 2023].

Ministerio de Defensa , 2022. *Twitter*. [En línea]

Available at: <https://pbs.twimg.com/media/Fc3a3bvXgAEpwIJ?format=jpg&name=large>

[Último acceso: 27 Octubre 2023].

Ministerio de Defensa, 2014. Resolución 420/38035/2014. En: *Boletín Oficial del Estado* Nº 92. Madrid: Ministerio de Defensa, p. 5.

Monteagudo, P. L., 2016. *Modernización de la tecnología de obtención de inteligencia en UAS de la Compañía de Infantería*. Zaragoza: Universidad de Zaragoza.

Nacho G. Pandavenes, 2021. *Infodefensa*. [En línea]

Available at: <https://www.infodefensa.com/texto-diario/mostrar/2964745/fuerzas-especiales-armada-recibiran-mini-dron-black-hornet->

[3#:~:text=El%20importe%20del%20expediente%20asciende,salto%20al%20Black%20Hornet%203.](https://www.infodefensa.com/texto-diario/mostrar/2964745/fuerzas-especiales-armada-recibiran-mini-dron-black-hornet-3#:~:text=El%20importe%20del%20expediente%20asciende,salto%20al%20Black%20Hornet%203.)

[Último acceso: 20 Octubre 2023].

Santos, Á. L. D., 2022. *La Razón*. [En línea]

Available at: <https://www.larazon.es/tecnologia/20221123/bjne5u3665aenoepdgdf5bshtu.html>

[Último acceso: 18 Octubre 2023].

SECCIÓN DE LECCIONES APRENDIDAS, DIDOM, 2014. *OPERACIÓN ROMEO ALFA AFGANISTÁN ANALISIS DE EXPERIENCIAS UAV*. s.l.:MADOC.

Sierra, S. G., 2018. *Manual de Uso del Black Hornet 3*. Madrid : Compañía de Inteligencia, BCG BRIPAC VI.

Trinko, M., 2023. *GaGadget*. [En línea]

Available at: <https://gagadget.com/es/277516-noruega-entregara-a-ucrania-un-nuevo-lote-de-microdrones-black-hornet-para-la-guerra-urbana/>

[Último acceso: 20 Octubre 2023].

Vershinin, A., 2023. *mpr21*. [En línea]

Available at: <https://mpr21.info/analisis-tactico-y-estrategico-de-la-guerra-de-ucrania/>

[Último acceso: 29 Octubre 2023].



ANEXOS

Anexo I. Entrevista a técnicos sobre el empleo táctico del Raven/Black Hornet.

- ¿Cuál es su empleo y encuadramiento actual?
- ¿Cuánto lleva trabajando como técnico de Raven/Black Hornet, en qué misiones/ejercicios tácticos ha participado como piloto de dron?
- ¿Que misiones se le han asignado durante el desarrollo de ejercicios tácticos?
- ¿Qué características ha encontrado ventajosas para el cumplimiento de la misión?
- ¿Que limitaciones o problemas ha encontrado para llevar a cabo estas misiones?
- ¿Qué misiones que no le han sido encomendadas al dispositivo cree que este podría realizar?
- ¿Cree que debería haber una mayor formación de los mandos en el empleo táctico del dron, o cree que el aprovechamiento actual de este es el óptimo?
- ¿Cree que el número de profesionales especializados en drones es suficiente en el ET?
- ¿Que fallos en los procedimientos de uso durante un ejercicio cree que deberían actualizarse?
- ¿Cuál cree que es el papel de los drones en futuros conflictos?
- ¿Que factor cree que es la mayor limitante actualmente para la mejora del uso de drones (formación, procedimientos, material, orgánica...)?
- ¿Que actualizaciones técnicas cree que debería tener el dispositivo para mejorar su uso táctico?
- ¿Cómo valora la integración/compatibilidad de este dispositivo con los sistemas de transmisiones del Ejército de Tierra?
- ¿Cuál ha sido su experiencia durante enlaces con ATAK?



Anexo II. Entrevista a cuadros de mando sobre el empleo táctico del Raven/Black Hornet.

- ¿Cuál es su nombre y empleo actual?
- ¿Ha tenido usted la posibilidad de hacer empleo táctico del UAV Raven/Black Hornet, en qué misión, y que empleo ostentaba en el momento?
- ¿Dónde se encontraba encuadrado el Raven/Black Hornet durante el desarrollo de esta misión?
- ¿Qué tipo de objetivos/misiones se le asignaban a este dispositivo durante su estancia allí?
- ¿Qué éxitos y puntos fuertes descubrió en el uso del UAV Raven/Black Hornet?
- ¿Qué limitaciones pudo encontrar en el desempeño de este en las actividades que le fueron asignadas?
- ¿Qué otro tipo de misiones que no le fueran asignadas al dron cree que habrían sido adecuadas para este?
- ¿Qué modificaciones en la orgánica o empleo táctico actual del dron considera que ayudarían a conseguir una optimización de su uso?
- Dentro de las limitaciones técnicas que encontró durante su uso, ¿cuáles cree más determinantes corregir, y por qué?
- ¿Cuál cree que será la importancia del Raven/Black Hornet en futuros conflictos?
- ¿Cree que debería aumentar la instrucción dentro del cuadro de mandos del empleo táctico de Raven/Black Hornet y su uso durante ejercicios tácticos?