



Trabajo Fin de Grado

Implementación de plataformas voladoras no tripuladas en la logística de pequeñas unidades.

Autor

Francisco de Asís Pérez del Águila

Director académico: D. Roberto Jiménez Pacheco

Director militar: teniente. D. Mohamed Sufian Amar Mustafa

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar

Año 2022



Agradecimientos

En primer lugar, me gustaría agradecer a mi director académico del Trabajo Fin de Grado, D. Roberto Jiménez Pacheco y a mi director militar, teniente D. Mohamed Sufian Amar Mustafa, su constante dedicación e implicación a la hora del seguimiento y corrección del trabajo.

Al resto del profesorado, tanto civiles como militares que han formado parte de mi formación en mi paso por la Academia General Militar, tanto en lo profesional como en lo personal.

Al personal del Grupo de Regulares de Ceuta nº54 y a todos los que de alguna manera han colaborado en la consecución de los objetivos de esta memoria, en especial a los miembros de la tercera compañía “La Inmortal” agradecer fielmente el conocimiento transmitido de forma humilde y desinteresada.

Por último, pero no por ello menos importante, agradecer a las personas que me han acompañado durante mis varios años académicos, a mi familia y amigos, por dedicarme vuestro tiempo y mostrar ese apoyo incondicional que, sin duda alguna, ha conseguido ayudarme a mantenerme con estoicidad y llegar a donde he conseguido llegar. Gracias a todos.

CAC Francisco de Asís Pérez del Águila.

“Si vamos más lejos es porque caminamos sobre los hombros de gigantes.”

- Isaac Newton.



Resumen

El avance tecnológico que han supuesto los sistemas aéreos ha revolucionado el arte de la guerra tanto estratégica como tácticamente. El papel fundamental que han adquirido las plataformas aéreas no tripuladas hace necesario que cualquier ejército se adapte a la vanguardia tecnológica en cuanto al empleo de estos sistemas. Actualmente, en el caso del Ejército de Tierra el empleo de estos UAV se limita a funciones de inteligencia, acortando el abanico de posibilidades que pueden otorgar. Aprovechando debidamente las ventajas que otorgan, entre las que destaca una menor exposición del personal o realizar movimientos aéreos superando las limitaciones orográficas, se puede obtener un beneficio logístico importante si se integran adecuadamente estos medios en las pequeñas unidades de Infantería.

Para ello, se ha procedido a consultar cuáles serían las principales necesidades logísticas que una unidad desplegada demandaría, tras lo cual se realiza un estudio empírico de las magnitudes físicas del material a transportar. Posteriormente, se ha desarrollado un estudio de cómo sería conveniente integrar operativamente una escuadra de operadores RPAS en las compañías de fusiles de Infantería ligera, que actuando sobre vehículos VAMTAC tendrán la misión de abastecer logísticamente a sus pelotones. Consecuentemente se han realizado entrevistas selectivas para conocer la opinión y experiencia de algunos expertos en la materia pertenecientes al Grupo de Regulares de Ceuta nº54, quienes han ilustrado con su experiencia los conocimientos básicos sobre el empleo de medios RPAS y las posibilidades que estos sistemas ofrecen.

Finalmente y tras unas últimas consultas a los expertos sobre las características más relevantes que una plataforma aérea no tripulada deberá contar, se ha utilizado la información recopilada con el fin de definir los requisitos técnicos específicos que el posible futuro sistema UAV deberá disponer para cumplir con la misión de abastecer a los pelotones desplegados, permitiendo lanzar a concurso la obtención de un nuevo sistema que sería operado por una escuadra a nivel compañía de Infantería.

PALABRAS CLAVE

UAV, RPAS, logística, Infantería, compañía.



Abstract

The technological advance that aerial systems have brought about has revolutionized the art of war both strategically and tactically. The fundamental role that unmanned aerial platforms have acquired makes it necessary for any army to adapt to the technological forefront in terms of the use of these systems. Currently, in the case of the Army, the use of these UAVs is limited to intelligence functions, shortening the range of possibilities they can provide, among which less personnel exposure stands out or carrying out aerial movements overcoming orographic limitations, an important logistical benefit can be obtained if these means are properly integrated into small Infantry units.

For this, the main logistical needs that a deployed unit would require have been consulted, after which an empirical study of the physical magnitudes of the material to be transported is carried out. Subsequently, a study has been developed on how it would be convenient to operationally integrate a squad of RPAS operators into light infantry companies, which, acting on VAMTAC vehicles, will have the mission of logically supplying their platoons. Consequently, selective interviews have been carried out to find out the opinion and experience of some experts in the field belonging to the Group of Regulars of Ceuta nº54, who have illustrated with their experience the basic knowledge about the use of RPAS means and the possibilities that these systems offer.

Finally, and after some final consultations with the experts on the most relevant characteristics that an unmanned aerial platform must have, the information collected has been used in order to define the specific technical requirements that the possible future UAV system must have in order to comply with the mission of supplying the sections deployed, making it possible to launch a tender to obtain a new system that would be operated by a squad of an Infantry company.

KEYWORDS

UAV, RPAS, logistics, Infantry, company.



ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	I
RESUMEN.....	II
ABSTRACT.....	III
INDICE DE CONTENIDO	IV
INDICE DE ILUSTRACIONES.....	VI
INDICE DE TABLAS	VII
ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS.....	VIII
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA.....	2
2.1 Objetivos y alcance	2
2.2 Metodología	2
3. ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO.....	4
3.1 Antecedentes	4
3.2 Marco teórico	5
3.2.1 Logística actual de pequeñas unidades de Infantería.....	5
3.2.2 Uso actual de drones en el Ejército de Tierra	5
3.2.3 Uso civil de drones en aplicaciones logísticas	7
4. DRONES APLICADOS A LA LOGÍSTICA.....	9
4.1 Necesidades logísticas	9
4.1.1 Comida	9
4.1.2 Agua	10
4.1.3 Munición	11
4.2 Integración operativa	14
4.2.1 Implementación en compañías de fusiles	15
4.2.2 Formación, experiencia y modo de empleo	16
4.2.3 Modo de empleo y cometidos tácticos	18
4.3 Especificaciones técnicas	22
4.3.1 Definición de requisitos	22
4.3.2 Características del sistema	25
5. CONCLUSIONES	28
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30
7. ANEXOS.....	32
7.1 Anexo I. Subgrupo Táctico de Infantería	32



7.2	Anexo II. Drones de carga.....	33
7.3	Anexo III. Composición RIC.....	35
7.4	Anexo IV. Gráfico QFD.....	37



INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: MI-100 Equipo mini-UAV Raven B. Fuente: MADOC	6
Ilustración 2: Circulación aérea operativa. Reglamento. Fuente: BOD 238, diciembre 2016.....	6
Ilustración 3:Guía para la instrucción de operadores UAV. Fuente: NATO Standardization Agency (NSA)	7
Ilustración 4: Prototipo de dron logístico. Fuente: El Confidencial.....	8
Ilustración 5: Ración de combate individual. Fuente: Inma Garrido López, RTVE, 2022.....	10
Ilustración 6: Cantimplora NBQ-R. Fuente: elaboración propia.....	11
Ilustración 7: Caja de munición ordinaria. Fuente: elaboración propia	12
Ilustración 8: Caja de munición eslabonada. Fuente: elaboración propia	12
Ilustración 9: Caja de munición ordinaria, reverso. Fuente: elaboración propia	13
Ilustración 10: Caja de munición eslabonada, reverso. Fuente: elaboración propia	13
Ilustración 11: Caja de munición ordinaria de 20 cartuchos. Fuente: elaboración propia	14
Ilustración 12: Gráfico de barras sobre encuestas a expertos. Fuente: Elaboración propia	17
Ilustración 13: Organigrama de una compañía de fusiles. Fuente: TFG Alejandro Samper López, 2016.....	18
Ilustración 14: Compartimento rígido acoplable (unidades en mm). Fuente: elaboración propia	24
Ilustración 15: Gráfico QFD. Elaboración propia.....	26
Ilustración 16: Composición S/GT	32
Ilustración 17: Dron Vulcan UAV Airlift.....	33
Ilustración 18: Dron AZ 4K UHD GreenBee 1200.....	33
Ilustración 19: Vulcan UAV Raven	33
Ilustración 20: Dron Freefly Alta 8	33
Ilustración 21: Dron Onyxstar Hydra-12	34
Ilustración 22: PPT RIC Desayuno.....	35
Ilustración 23: PPT RIC Comida "A"	35
Ilustración 24: PPT RIC Comida B	36



INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Magnitudes RIC. Fuente: Elaboración propia	10
Tabla 2: Magnitudes físicas agua. Fuente: Elaboración propia	11
Tabla 3: Magnitudes cajas de munición. Fuente: Elaboración propia	14
Tabla 4: Entrevista a CUMAS. Fuente: Elaboración propia.....	15
Tabla 5: Encuestas a expertos. Fuente: Elaboración propia	17
Tabla 6: Grafico sobre la distribución de personal de una compañía. Fuente: Elaboración propia	19
Tabla 7: Peso de las RIC. Fuente: Elaboración propia	19
Tabla 8: Volumen de las RIC. Fuente: Elaboración propia	20
Tabla 9: Magnitudes agua. Fuente: Elaboración propia	20
Tabla 10: Cantidad de munición de la que dispone un pelotón. Fuente: Elaboración propia	21
Tabla 11: Peso del material de un pelotón. Fuente: Elaboración propia	21
Tabla 12: Características principales de los drones. Fuente: Elaboración propia	22
Tabla 13: Análisis DAFO acoples de carga. Fuente: Elaboración propia	23
Tabla 14: Características del nuevo sistema UAV. Fuente: Elaboración propia	27



ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS

AML	Ametralladora ligera
CESEDEN	Centro Superior de Estudios de la Defensa Nacional
CUMA	Cuadro de mando
DAFO	Debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades
DIDOM	Dirección de doctrina, orgánica y materiales
DOS	Day of Supply
DFQ	Design by quality
EOD	Desactivador de artefactos explosivos
EOR	Reconocimiento de artefactos explosivos
ET	Ejército de Tierra
FEFCO	Federación europea de fabricantes de cartón ondulado
GPS	Sistema de posicionamiento global
GREG	Grupo de Regulares
IED	Artefacto explosivo improvisado
MAPO	Sección de mando y apoyo
NSA	NATO Standardization Agency
NBQ-R	Nuclear, biológico, químico y radiactivo
OTAN	Organización del Atlántico Norte
PLMM	Plana mayor de mando
PPT	Pliego de prescripciones técnicas
PVC	Policloruro de vinilo
RIC	Ración Individual de Combate
RPAS	Remote Piloted Aircraft System
S/GT	Subgrupo táctico
TFG	Trabajo de Fin de Grado
TTP	Técnicas, tácticas y procedimientos
UAV	Vehículo aéreo no tripulado
VAMTAC	Vehículo de alta movilidad táctica



1. INTRODUCCIÓN

En el ámbito de la guerra, las largas campañas de combates en las trincheras quedaron atrás, los grandes trenes logísticos resultan incluso algo arcaico. Los importantes avances tecnológicos han ido modificando el concepto de las batallas que, sumado a la actual guerra híbrida, han ido derivando en una guerra donde la información es primordial.

La integración de las plataformas aéreas no tripuladas como medios de obtención de información han abierto nuevas posibilidades al uso de estos mismos sistemas con otros fines. Uno de estos otros usos es la razón de ser de este trabajo: el empleo de medios UAV con fines logísticos. Esto abriría nuevas fronteras en el despliegue estratégico de las unidades, pudiendo realizar labores que actualmente se desarrollan empleando a personal embarcado en vehículos terrestres, sustituyéndolos por medios aéreos no tripulados.

El origen de esta memoria reside en una propuesta realizada desde el Tabor “Tetuán” I/54, perteneciente al Grupo de Regulares de Ceuta nº54, a fin de analizar la viabilidad de la posible dotación de plataformas voladoras no tripuladas en cumplimiento de las demandas logísticas a las pequeñas unidades. Para ello se ha desarrollado un trabajo basado en el análisis, la medición empírica y el estudio de los factores necesarios en el desarrollo de un nuevo sistema. Seguidamente se han establecido las bases necesarias para lanzar a concurso la obtención de un nuevo sistema que cumpla con los requisitos y características especificados.

También se han determinado los primeros pasos a seguir en el camino de integrar un nuevo sistema fundamentado en el transporte de material de abastecimiento a las pequeñas unidades de infantería desplegadas en el frente. El empleo de estos sistemas no tripulados permite asumir los cometidos que actualmente se efectúan utilizando vehículos VAMTAC, pero dotando al personal de unos niveles de seguridad nunca alcanzados, al no tener que exponer a la escuadra de operadores directamente y pudiendo realizar el abastecimiento remotamente.

En definitiva, este estudio se ha centrado en plantear la obtención e integración de un nuevo sistema aéreo no tripulado para realizar las gestiones de abastecimiento logístico para las pequeñas unidades de Infantería ligera.



2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

2.1 Objetivos y alcance

Con el fin de analizar la viabilidad de la posible dotación de plataformas voladoras no tripuladas en cumplimiento de las demandas logísticas a las pequeñas unidades se plantea como objetivo principal la definición de las características técnicas que debería tener un futuro dron aéreo con fines logísticos que de apoyo de calidad a las pequeñas unidades de Infantería ligera. Este dron sería diseñado y adquirido posteriormente mediante uno de los procesos de obtención habituales en el Ministerio de Defensa.

Como finalidades específicas se pretende también que este nuevo dron alcance altos niveles de calidad, entendida esta como la capacidad de satisfacer las necesidades del usuario. Por ello se hace necesario garantizar que las características técnicas exigidas respondan a las necesidades reales de una unidad de Infantería. De este modo, para llevar a cabo el presente trabajo y alcanzar este fin es necesario:

- Analizar las necesidades logísticas a cubrir.
- Definir el método de empleo del sistema y su integración operativa en la unidad.

Finalmente, también se busca que las características que se exigirán al futuro sistema logístico no tripulado deban ser alcanzables técnicamente. Puesto que algunas de las alternativas de obtención del Ministerio de Defensa permiten asumir fuertes inversiones en I+D+I, no es necesario que estas sean actualmente viables, pero sí que deben ser alcanzables mediante unos niveles razonables de inversión. Por ello, también se analizará el estado del arte de los sistemas aéreos actuales empleados en labores logísticas para tomarlos como referencia a la hora de definir las características del futuro dron de uso militar.

El alcance de este trabajo se limitará al estudio de las necesidades logísticas básicas de las pequeñas unidades de Infantería desplegadas en las distintas zonas de operaciones del escenario internacional, y de la viabilidad de que estas sean suplidas mediante el empleo de plataformas aéreas no tripuladas fundamentalmente con cometidos de carga de material, víveres y equipo.

2.2 Metodología

La metodología utilizada para alcanzar objetivos propuestos sigue el enfoque definido por las primeras fases de la metodología empleada por la Dirección General de Armamento y Material (DGAM) para la obtención de recursos materiales [1] definiendo unas características técnicas del sistema a adquirir. Para la realización del presente trabajo se ha realizado un proceso de varias semanas de duración que agrupan en cada una de ellas las diferentes herramientas que se han empleado para ello:

Para la recopilación inicial de documentación se ha realizado una búsqueda documental exhaustiva en fuentes militares, tanto nacionales como internacionales. Además, para determinar el estado actual de la tecnología civil en el ámbito del empleo de los drones de carga con fines logísticos se ha investigado en diferentes fuentes civiles sobre las principales capacidades y características de estos sistemas. Esta documentación ha sido empleada como punto de partida a la hora de establecer las bases sobre las que se sustentará la nueva plataforma aérea no tripulada.



Por otra parte, para recopilar información de expertos se ha utilizado una metodología basada en aprovechar el conocimiento del personal de la unidad. Para ello se han usado herramientas como tormenta de ideas, entrevistas y cuestionarios a personal de distintos niveles jerárquicos. A estas entrevistas se les ha aplicado metodología cualitativa, realizándose a un reducido número de personas, pero valorando en profundidad la experiencia y conocimientos de cada uno de los encuestados en cuestión, obteniendo diferentes puntos de vista de algunos de los cuadros de mando que integran un regimiento de infantería. El fin de estas entrevistas consistía en conocer las necesidades del suministro logístico crítico de las pequeñas unidades, así como valorar la opinión de los encuestados en cuanto a si consideran un avance tecnológico y táctico la implementación de plataformas aéreas no tripuladas para cubrir estas necesidades.

Asimismo, para analizar y comparar alternativas se han utilizado análisis DAFO, una adaptación propia del Despliegue Funcional de la Calidad (QFD), así como el uso de radar chart. La información obtenida con estas herramientas ha sido empleada para fijar los parámetros técnicos y los requerimientos operativos que el dron logístico ha de requerir a la hora de poder cumplir con la misión de abastecimiento encomendada.

Finalmente, se establecen una serie de conclusiones que tienen como finalidad estructurar de forma organizada toda la información expuesta, analizando su utilidad y estableciendo una serie de ideas futuras útiles para la confección de la presente memoria. Las conclusiones concretarán la viabilidad de la adquisición de un nuevo sistema aéreo de cara a los avances tecnológicos existentes.



3. ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedentes

Tal y como ha quedado demostrado a lo largo de la historia, la ventaja en el campo de batalla no solo la obtiene quien disponga de la última tecnología, sino que será de aquel contendiente que sea capaz de combinarla adecuadamente con los medios de los que disponga. Es por ello por lo que, desde el desarrollo e implementación de los primeros vehículos aéreos no tripulados, como lo son los UAV o loa RPAS por sus siglas en inglés, los ejércitos han ido modificando sus métodos tácticos enfocando una nueva visión algo más centrada en el uso de estas plataformas no tripuladas. La utilización de estos sistemas se ha ido incrementando exponencialmente ya que otorgan una ventaja estratégica, operacional y táctica sin precedentes.

Gracias a sus capacidades únicas, las plataformas aéreas no tripuladas han supuesto un cambio para el desarrollo de cualquier tipo de operación asignada a las pequeñas unidades de infantería. En la actualidad la guerra ha ido siguiendo una línea progresiva que desemboca en lo que la publicación del profesor Robin Gueiss, de la Universidad de Nueva York, *Las estructuras de los conflictos asimétricos*, [2] define que estas asimetrías, aunque ni son en absoluto un fenómeno nuevo en el ámbito de la guerra, ya no constituyen una incidencia ocasional de determinadas batallas, sino que son una característica estructural de la guerra moderna. Asimismo, la publicación divulgativa *El conflicto armado asimétrico* [3] define como conflicto asimétrico, aquel en el que los contendientes se enfrentan entre sí con capacidades militares distintas y con modelos estratégicos sustancialmente diferenciados. Es por ello por lo que la importancia del empleo logístico de plataformas aéreas no tripuladas se hace sensiblemente más relevante de cara a los conflictos asimétricos, en contraposición de las grandes cadenas logísticas habitualmente aplicadas en los conflictos convencionales.

En este sentido, es necesario afirmar que la Infantería es por excelencia el arma del combate en primera línea, del choque de fuego en vanguardia y del movimiento a pie, por lo que mantener un adecuado abastecimiento logístico se convierte en algo crucial de cara al cumplimiento de la misión en las líneas más avanzadas del frente o en cualquier tipo de operación. Es por ello por lo que las pequeñas unidades de Infantería dentro de la estructura del Ejército de Tierra, tal y como expone la correspondiente orden ministerial [4] abarcan desde la sencillez de una escuadra hasta la complejidad de un regimiento, pasando por la compañía que podría estructurarse, en ocasiones, como un subgrupo táctico. (véase anexo1).

Para el cumplimiento de estos abastecimientos logísticos puede resultar muy interesante y disruptivo la implementación de plataformas voladoras no tripuladas. Estas podrían actuar en el beneficio de la unidad consiguiendo las mismas capacidades operacionales y reduciendo considerablemente el riesgo de la unidad, sin comprometer al personal y mejorando su supervivencia.

En la actualidad los UAV con los que cuenta el Ejército de Tierra no han sido diseñados para llevar a cabo un empleo logístico, si no que se centran en el cumplimiento de misiones de reconocimiento e inteligencia. Es por ello por lo que el presente trabajo se centrará en el estudio de la implementación y adquisición de estas plataformas aéreas no tripuladas de cara al empleo logístico de las pequeñas unidades de Infantería, teniendo como punto de partida las necesidades logísticas que estas unidades demanden y los nuevos desarrollos de drones de carga en el mercado civil (véase anexo 2).



3.2 Marco teórico

Pese a tratarse de unos de los capacitadores más relevantes en el campo de batalla, las plataformas aéreas no tripuladas son un elemento relativamente moderno en cuanto a su uso en el Ejército de Tierra, aún existen muchos asuntos a mejorar y otras cuantos se encuentran aún en desarrollo, es por ello por lo que la documentación existente puede resultar en ocasiones algo escasa.

3.2.1 Logística actual de pequeñas unidades de Infantería

En la actualidad, el método de empleo de la logística de las pequeñas unidades de Infantería ligera depende de factores como la misión, el enemigo o el terreno, es por ello por lo que no existe una norma que establezca la forma de proceder en el caso de abastecer a las unidades desplegadas en campo de batalla. No obstante, es posible determinar unas bases para entender como la mayoría de las unidades de ET realizan estos cometidos durante los ejercicios de instrucción, de forma común y generalizada. Esta situación se contempla para el caso de las unidades de Infantería ligera.

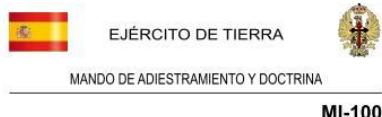
Las unidades se agrupan, salvo casos excepcionales, en entidades de tamaño compañía. Estas disponen de capacidad para proveer a sus secciones de los suministros logísticos de forma autónoma e independiente. Actualmente, en el caso de tener que abastecer a una sección desplegada, sería la propia plana de mando de la compañía la que, mediante sus propios vehículos ligeros (VAMTAC) se aproxime a la ubicación de primera línea y suministre a la unidad desplegada. Como consecuencia, este abastecimiento se realiza poniendo en riesgo al personal propio teniendo que maniobrar sobre el terreno.

La posibilidad de realizar este cometido mediante el empleo de plataformas aéreas no tripuladas permite solventar los riesgos de seguridad al que se expone actualmente al personal. Por ello se estudia la documentación existente sobre el uso y empleo de medios RPAS en el ET y la OTAN, así como de los drones de carga en el mercado civil.

3.2.2 Uso militar actual de drones en el Ejército de Tierra

El Centro Superior de Estudios de la Defensa Nacional (CESEDEN) tiene a su disposición uno de los documentos más relevantes en cuanto al estudio de los factores que determinan las posibilidades y las limitaciones de los medios RPAS, este documento es *Los sistemas no tripulados* [5], perteneciente a los documentos de seguridad y defensa y disponible en el catálogo general de publicaciones oficiales.

Existen otras varias publicaciones de uso actual en el Ejército de Tierra de ámbito nacional como pueden ser el manual de instrucción MI-100 *Equipo mini-UAV Raven B* [6] (véase ilustración 1) o la publicación doctrinal PD4-013 *Empleo táctico de la unidad RPAS* [7]. La primera de ellas hace referencia al mini-UAV que actualmente utiliza el ET en misiones de inteligencia, observación, reconocimiento y vigilancia, mientras que el segundo de ellos generaliza el uso y empleo de las plataformas aéreas en el ámbito militar. Ambas publicaciones se pueden encontrar en la Intranet del ET siendo documentos de uso oficial del Mando de Adiestramiento y Doctrina.



EQUIPO MINI-UAV RAVEN B



FECHA DE ENTRADA EN VIGOR: 10-8-2015

USO OFICIAL

Ilustración 1: MI-100 Equipo mini-UAV Raven B. Fuente: MADOC

Aún en el ámbito nacional pero alejado de los manuales propios del Ejército de Tierra, existen publicaciones del Ejército del Aire que desarrollan algo más en profundidad los aspectos referentes a la gestión de actividades militares en el espacio aéreo o la publicación del Boletín Oficial de Defensa [8] que regula la circulación aérea operativa (véase ilustración 2). Información que ha sido utilizada para comprender la posibilidad de empleo aéreo de sistemas no tripuladas a baja altitud, como se espera que actúe un dron de estas características. Cumpliendo con estos estándares se permite continuar con el desarrollo de la memoria.



I. — DISPOSICIONES GENERALES

MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA Y PARA LAS ADMINISTRACIONES TERRITORIALES

CIRCULACIÓN AÉREA OPERATIVA. REGLAMENTO.

Real Decreto 601/2016, de 2 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de la Circulación Aérea Operativa.

El artículo 4.3.b) de la Ley 21/2003, de 7 de julio, de Seguridad Aérea, establece que corresponde al Ministerio de Defensa la ordenación y control de la circulación aérea operativa.

El Real Decreto 1489/1996, de 1 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Circulación Aérea Operativa, ha constituido hasta la fecha el marco legal que ha dado respuesta a las exigencias de una normativa específica en aquellos aspectos en los que a las aeronaves militares, debido a las especiales características de las misiones que realizan, no les es posible seguir lo estipulado en el Reglamento de Circulación Aérea, aprobado por el Real Decreto 57/2002, de 18 de enero.

Ilustración 2: Circulación aérea operativa. Reglamento. Fuente: BOD 238, diciembre 2016

En el ámbito internacional, en comparación con los sistemas aéreos utilizados en otros ejércitos pueden resultar interesantes publicaciones como *U.S. Unmanned Aerial Systems* de Jeremiah Gertler, un especialista en aviación militar. Del mismo modo, la publicación de la OTAN [9] (véase ilustración 3) de la agencia de estandarización OTAN (NSA) que recoge una guía para la instrucción de los operadores de sistemas UAV es un documento a tener en cuenta para entender las TTP de las Fuerzas Armadas de diferentes países aliados y la unificación internacional en el modo de empleo que se pretenderá conseguir en un futuro globalizado, como puede ser la independencia del empleo en unidades de tipo compañía.



Ilustración 3: Guía para la instrucción de operadores UAV. Fuente: NATO Standardization Agency (NSA)

Todo lo expuesto anteriormente queda complementado con varias lecturas e indagaciones realizadas en buscadores de uso público como Google Scholar o Web of Science. Asimismo, han sido consultadas fuentes que comparten el mismo asunto de esta memoria, como Trabajos de Fin de Grado (TFG) anteriores sobre el uso de medios RPAS, como el defendido en 2020 por Eva María Latorre Garza con título *Análisis de la posible implantación de mini-UAV en unidades de Caballería tipo Partida* [10] o el defendido en 2016 por Adrián Sánchez Palomares con título *Empleo del UAV en pequeñas unidades* [11], que aumentan la perspectiva sobre este asunto más allá del empleo de sistemas con cometidos logísticos e incluso alejado del empleo exclusivo en unidades de Infantería.

Del mismo modo, cabe destacar distintos memoriales del arma de Infantería a los que se les han realizado lecturas, un tipo de publicación profesional que difunde ideas, datos de interés y de utilidad para los componentes del arma. Concretamente los ejemplares 71 [12] y 77 [13], en los que se menciona la figura de los medios UAV. Asimismo, resulta de auténtico interés la lectura de la publicación de un renombrado teniente coronel de Infantería en la revista Ejército nº921 [14] sobre la amenaza híbrida y la importancia de los sistemas RPAS en su influencia sobre esta, de bastante utilidad para comprender las oportunidades que ofrece el empleo de sistemas no tripulados en favor de la seguridad de las fuerzas propias.

3.2.3 Uso civil de drones en aplicaciones logísticas

Seguidamente, se ha indagado sobre la aplicación que actualmente se hace para labores de entrega de mercancías utilizando medios aéreos no tripulados. En el mercado civil existe una gran variedad de estos medios (véase anexo 1) que, con características que serán utilizadas en el ámbito militar en mayor o menor medida, podrían servir como punto de partida para definir algunos de los requisitos técnicos que el futuro sistema requerirá. Una aproximación a la capacidad de carga de un máximo de 30 kilogramos, las dimensiones inferiores a los 2 metros de diámetro de la circunferencia circunscrita o la autonomía de vuelo de aproximadamente 60 minutos son factores que han sido identificados como primordiales.



Finalmente, se han realizado lecturas de diferentes artículos explicando los comienzos del desarrollo de estos drones de reparto de mercancías [15] [16]. Aunque de forma incompleta y con un desarrollo poco fructífero sirven como base para poder comenzar con el desarrollo de esta memoria y alcanzar las conclusiones de que, con el debido tiempo y avance tecnológico, se trata de una posibilidad real y alcanzable. Los valores que se han impuesto a las capacidades técnicas esperadas cumplen con los estándares de realismo de los diferentes sistemas actuales en el mercado civil, enfocando el nivel de sofisticación que se esperaría de un sistema con aplicación militar.



Ilustración 4: Prototipo de dron logístico. Fuente: *El Confidencial*



4. DRONES APLICADOS A LA LOGÍSTICA

4.1 Necesidades logísticas

Desde el inicio de los enfrentamientos bélicos, el combatiente ha necesitado cubrir una serie de requerimientos logísticos para sobrellevar los desgastes fundamentales de las campañas, como podrían ser los víveres, la ropa de abrigo e incluso armas de recambio. Desde la invención de la pólvora y pasando por la incorporación de las armas de fuego se han sumado nuevas necesidades logísticas a la cadena, tales como la munición o los repuestos.

En la actualidad, el salto de posibilidades y capacidades ha ido variando significativamente desde los inicios del Siglo XXI, con el auge del terrorismo y seguido por las campañas en África y Oriente Medio muchos de los miembros del ET han sido desplegados en operaciones internacionales. Con el fin de determinar las necesidades logísticas básicas que todo combatiente requerirá a la hora de ser desplegado durante extensos períodos de tiempo, se entrevistó a siete miembros pertenecientes al GREG 54, algunos con experiencia en operaciones internacionales. Las entrevistas fueron breves y se les preguntó específicamente sobre este asunto. Las respuestas de este personal confirmaron la hipótesis que previamente se tenía. Las necesidades logísticas básicas se pueden reducir en tres bloques principales: comida, agua, munición.

Para la medición de las magnitudes físicas de cada uno de estos bloques se ha realizado un estudio empírico utilizando cinta métrica y una báscula de gancho. El material disponible para poder ser medido fue limitado, concretamente una RIC de comida tipo "B", petaca, cantimplora y cajas de munición tanto ordinaria como eslabonada, de manera que para los faltantes fue necesario consultar el pliego de prescripciones técnicas correspondiente (PPT).

4.1.1 Comida

El estudio se centra en el suministro mediante raciones individuales de combate (RIC), catalogadas en desayuno, comida tipo "A" y comida tipo "B". Las masas y dimensiones de estas cajas individuales lógicamente varían según el producto que contengan en su interior. Se hizo una estimación media considerando las de tipo "A" y "B" en conjunto, al tener mismo volumen y masa prácticamente iguales, así como de los empaques en los que estas se organizan. El contenido de cada una de ellas ha sido consultado en el PTT correspondiente (véase anexo 3) [15].

- Desayuno: Las raciones de desayuno vienen consolidadas en cajas de cartón corrugado de forma prismática tipo 0201 [16], de conformidad con las Normas internacionales de cajas de cartón (FEFCO) que contienen 20 unidades.
- Comida: Del mismo modo las raciones de comida, tanto las de tipo "A" (véase ilustración 4) como "B", se organizan en cajas con capacidad para 25 unidades.



Ilustración 5: Ración de combate individual. Fuente: Inma Garrido López, RTVE, 2022.

La siguiente tabla (véase tabla 1) recoge la información obtenida mediante la medición e identificación de las magnitudes físicas en cuestión. Al haberse comprobado que todas las raciones tienen volumen y masa similar, para este estudio se ha simplificado considerando únicamente el caso más desfavorable (el de mayor masa) para la RIC de desayuno y la RIC de comida.

TIPO	LONGITUD (mm)	ALTURA (mm)	PROFUNDIDAD (mm)	VOLUMEN (dm ³)	MASA (kg)
Desayuno (caja)	580	260	200	30,16	8,5
Desayuno (RIC)	210	120	75	1,89	0,42
Comida (caja)	590	380	215	48,203	23,75
Comida (RIC)	210	120	75	1,89	0,93

Tabla 1: Magnitudes RIC. Fuente: Elaboración propia

4.1.2 Agua

El agua será distribuida principalmente en las conocidas como petacas o bidones de agua del ET. También se pueden considerar diferentes envases de menor capacidad como las cantimploras individuales NBQ-R de dotación en el ET.

- Petaca de 25 litros: Se trata de un bidón con forma de prisma rectangular hecho de policloruro de vinilo (PVC) con capacidad para 20L de agua potable.
- Cantimploras individuales: Cantimploras individuales con capacidad para 1L y fabricadas con un PVC capaz de resistir en condiciones NBQ-R (véase ilustración 5).



Ilustración 6: Cantimplora NBQ-R. Fuente: elaboración propia

La siguiente tabla (véase tabla 2) recoge la información obtenida mediante la medición e identificación de las magnitudes físicas en cuestión de los bidones de 20L y las cantimploras de 1L. Cabe destacar que, en el caso de las petacas, para la dimensión “profundidad” varía según la cantidad de líquido que se encuentre en su interior, ensanchando sutilmente su parte central, no obstante, para el desarrollo de este estudio se ha utilizado la medición de la petaca en su caso extremo, completamente llena. En cuanto a las cantimploras y dada su geometría no convencional se estudiará su volumen como si de prismas rectangulares se tratases.

TIPO	LONGITUD (mm)	ALTURA (mm)	PROFUNDIDAD (mm)	VOLUMEN (dm ³)	MASA (kg)
Petaca	300	520	180	28,08	20,7
Cantimplora	125	210	75	1,97	1,15

Tabla 2: Magnitudes físicas agua. Fuente: Elaboración propia

4.1.3 Munición

En cuanto a la munición hay que tener en cuenta que esta será variable dependiendo del tipo de armamento en cuestión del que se disponga. Para ello y teniendo en consideración que el GREG 54 se trata de una unidad de infantería ligera el estudio se centrará en la munición de fusilería y ametralladoras [17].

- Munición de fusilería 5,56x45mm ordinaria para fusil HK G-36E: Se organiza en cajas de munición metálicas que contienen 1000 cartuchos divididos en 50 cajas de cartón de 20 cartuchos cada una (véase ilustración 7).



Ilustración 7: Caja de munición ordinaria. Fuente: elaboración propia

- Munición de ametralladora 5,56x45mm encintada para ametralladora ligera HK MG-4E: Organizada en cajas de munición metálicas que contienen cuatro cintas de munición eslabonada con 200 cartuchos cada una, lo que suma un total de 800 cartuchos por caja. Cada cinta está compuesta por una sucesión de un cartucho trazador y cuatro ordinarios, aunque ambos son de igual masa y dimensiones (véase ilustración 7).



Ilustración 8: Caja de munición eslabonada. Fuente: elaboración propia

Las siguientes imágenes recogen la información obtenida mediante la medición e identificación de las magnitudes físicas en cuestión de las diferentes cajas de munición. Cabe destacar que el volumen y dimensiones de ambas cajas metálicas, munición ordinaria y eslabonada, son exactamente las mismas, pero varía su masa (véase ilustración 8 y 9).



Ilustración 9: Caja de munición ordinaria, reverso. Fuente: elaboración propia



Ilustración 10: Caja de munición eslabonada, reverso. Fuente: elaboración propia

En cuanto a las cajas de cartón (véase ilustración 10), al no haber sido posible comprobar empíricamente su masa durante el desarrollo de esta memoria, se procederá a realizar una estimación tomando como dato de partida la masa de la caja metálica de munición ordinaria y dividiendo este dato entre el total de cajas de cartón. Esta estimación también se basa en el principio de considerar la situación más desfavorable, ya que no se ha tenido en cuenta la masa de la caja metálica.



Ilustración 11: Caja de munición ordinaria de 20 cartuchos. Fuente: elaboración propia

En el caso de la munición eslabonada será posible contemplarla en cintas completas de 200 cartuchos, cuyo peso vendrá determinado por una estimación aproximada de la división de la masa de la caja metálica entre las cuatro cintas que contiene, a saber 3,4 kilogramos (véase tabla 3).

TIPO	LONGITUD (mm)	ALTURA (mm)	PROFUNDIDAD (mm)	VOLUMEN (dm ³)	MASA (kg)
Ordinaria (metálica)	300	185	155	9	15,1
Ordinaria (cartón)	100	60	20	0,120	0,302
Eslabonada	300	185	155	9	14,5

Tabla 3: Magnitudes RIC. Fuente: Elaboración propia

Como consecuencia de lo anterior se han determinado las magnitudes físicas de masa y volumen de las necesidades logísticas básicas que una pequeña unidad de infantería requerirá estando desplegada en todo tipo de operaciones, con carácter genérico. Utilizando estos datos como punto de partida se podrán determinar los detalles y especificaciones técnicas de los que ha de disponer la plataforma aérea no tripulada para que pueda cumplir con la misión encomendada.

4.2 Integración operativa

Toda nueva implementación tecnológica en el Ejército lleva consigo la consecuente adaptación e integración con el resto de los medios y sistemas con los que cuenta la unidad de la que vaya a formar parte. Esto hace referencia directa a que para lograr un empleo óptimo del sistema será necesario establecer y revisar las tácticas, técnicas y procedimientos (TTP) dentro del propio encuadramiento de la pequeña unidad de Infantería ligera en cuestión.



En la actualidad, es habitual que en operaciones internacionales las compañías de Infantería hagan uso de un sistema RQ-11 Raven [6], el actual sistema RPAS de dotación en las unidades del ET, cuando estas se constituyen como Subgrupo Táctico (S/GT) para realizar las misiones encomendadas.

4.2.1 Implementación en compañías de fusiles

Con el fin de determinar la autoridad que se haría cargo de operar el nuevo sistema, dentro de que unidad orgánica se integraría esta entidad y conocer finalmente el objeto de esta (la entidad a la que se espera abastecer logísticamente) se procedió a realizar una secuencia de tres preguntas orales a miembros de GREG 54.

Entre el personal al que se preguntó se encuentran cuadros de mando de la unidad tanto de la escala de oficiales como de suboficiales, e incluso personal experto en el empleo de sistemas RPAS, comprendiendo un total de 7 cuadros de mandos pertenecientes a la Tercera Compañía, entre los que se incluyen los puestos de jefe de compañía, jefes de sección y jefes de pelotón

Tal y como se ha expuesto, se procedió a recopilar información pidiendo inicialmente que respondieran a la primera pregunta sobre cuál sería la autoridad que se haría cargo de operar el nuevo sistema para establecer las alternativas, orientar y decidir. En las conversaciones se obtuvieron respuestas dispares. La siguiente tabla refleja los resultados considerando las diferentes respuestas y el puesto táctico de quién la ofreció, así como su cantidad. El resultado sirvió para definir que el cometido sería designado a la plana de mando de una compañía de fusiles, como resultado más favorable (véase tabla 4).

RESPUESTA	PUESTO TÁCTICO	CANTIDAD
Escuadra de operadores de la plana de una compañía de fusiles.	Jefe de compañía (1), jefe de sección de fusiles (2), jefe de pelotón (1).	4
Pelotón de operadores de la compañía de servicios del batallón.	Jefe de sección de fusiles (1), jefe de pelotón (1).	2
Pelotón con dependencia directa de la PLMM del batallón.	Jefe de pelotón (1).	1

Tabla 4: Entrevista a CUMAS. Fuente: Elaboración propia

Seguidamente, la segunda pregunta trataba sobre la experiencia en el empleo de drones, obteniendo un resultado de que solo el 28% había trabajado previamente con estas plataformas aéreas no tripuladas, concretamente un jefe de sección y uno de pelotón que había sido desplegados con anterioridad en operaciones internacionales y que tuvieron a bien facilitar documentos recopilatorios de lecciones aprendidas sobre esta materia [18].

Una tercera y última pregunta se centraba en deducir si consideran adecuada la implementación de un sistema RPAS para la realización de tareas logísticas de abastecimiento y, en caso afirmativo, de qué entidad consideran que sería la unidad a la que se le buscaría abastecer logísticamente con el nuevo sistema. El 100% de los encuestados coincidían en asegurar que sería un avance la integración y que, tras partir de que la entidad encargada de realizar estos cometidos sería la plana mayor de la compañía, se buscaría bastecer a los distintos pelotones de las secciones que componen estas compañías.



De esta forma se dedujo que, en definitiva, lo óptimo sería incluir una escuadra de operadores del sistema UAV que estuviera integrada en la plana de mando de la compañía de fusiles que pudiera abastecer a los pelotones propios de la compañía.

Esta compañía en determinado momento podría constituirse en un subgrupo táctico en función de la misión encomendada. Como se puede comprobar en el anexo (véase anexo 2), los subgrupos tácticos se caracterizan por su gran capacidad para asumir cometidos de toda índole al incluir elementos de varias especialidades, por lo que son especialmente aptos para realizar misiones de avance para el combate, asaltos a posiciones enemigas y consolidar la conquista sobre el terreno [19]. Como se puede percibir, tanto el desgaste del combate como las largas estancias en las posiciones ocupadas hacen evidente la necesidad de reabastecer al combatiente con las demandas logísticas identificadas anteriormente.

Es por ello por lo que la implementación de las plataformas aéreas no tripuladas llega a ser muy apropiada para prolongar y ampliar las capacidades ofensivas y defensivas de las unidades de Infantería, evitando así el desgaste y manteniendo un flujo adecuado de comida, agua y munición. Concluyendo así que la implementación operativa del futuro sistema aéreo no tripulado se hará integrándose en una compañía de fusiles, asumido por la plana de mando de dicha compañía con el fin de abastecer individualmente a los pelotones.

4.2.2 Formación, experiencia y modo de empleo

Con el fin de esclarecer la consideración de personal experto en el manejo y empleo operativo de los sistemas UAV actuales del ET se procedió a la realización de un cuestionario a un total de tres personas con experiencia previa en el uso de medios RPAS. Estos ocupaban puestos tácticos de jefe de equipo de pilotos del GREG (experto A), operador Raven encuadrado en la sección de reconocimiento de la compañía de mando y apoyo (MAPO) (experto B) y de técnico de mantenimiento del equipo Raven del GREG (experto C). Las preguntas que componían el cuestionario se agrupan en tres bloques:

- Bloque 1 (color azul): Consideración sobre el actual nivel de complejidad y calidad en la instrucción sobre medios UAV.
- Bloque 2 (color marrón): Análisis de la experiencia del personal desplegado en operaciones internacionales y la efectividad de las plataformas aéreas no tripuladas en el cumplimiento de la misión.
- Bloque 3 (color rojo): Posibilidad de la implementación de un sistema RPAS, embarcado sobre VAMTAC, con funciones de abastecimiento a pelotones de Infantería.

A este personal se le realizaron previamente las preguntas de las encuestas del apartado 4.2.1, las cuales, del mismo modo que ocurrió con los CUMAS, fueron respondidas de forma unánime positivamente a la integración del nuevo sistema planteado. Asimismo, expusieron que el exitoso empleo de los medios RPAS en misiones de observación, reconocimiento y adquisición de objetivos es un indicador muy a favor de plantear la idoneidad del objeto de esta memoria.

Finalmente, y tras las conversaciones iniciales, se les expuso un cuestionario valorativo. Al tratarse de expertos en la materia, las preguntas consecuentes tuvieron un carácter más específico. El cuestionario es el que sigue (véase tabla 5):



RESPONDA A LAS SIGUIENTES PREGUNTAS CON RELACIÓN AL ÁMBITO DEL EMPLEO DE MEDIOS UAV EN CUANTO A ESTAR A FAVOR O EN DESACUERDO PARA CADA UNA DE LAS CUESTIONES. VALORE DEL 1 AL 10, SIENDO 1 LA CALIFICACIÓN MÁS BAJA Y 10 LA CALIFICACIÓN MÁS ALTA:	A	B	C	MEDIA
Bloque 1 (azul): Consideración sobre el actual nivel de complejidad y calidad en la instrucción sobre medios UAV.				
Grado de la calidad de la formación impartida.	8	7	8	7,66
Grado de complejidad para poder trabajar con equipos RPAS.	6	7	7	6,66
Grado de conocimiento para integración del medio en las compañías.	4	5	5	4,66
Grado de unificación entre diferentes unidades del ET.	6	8	6	6,66
Bloque 2 (marrón): Análisis de la experiencia del personal desplegado en operaciones internacionales y la efectividad de las plataformas aéreas no tripuladas en el cumplimiento de la misión.				
Grado del adecuado empleo de UAV en misiones internacionales.	9	8	9	8,66
Nivel de la instrucción del personal al ser desplegado en contingentes.	9	8	8	8,33
Grado de importancia del sistema en el cumplimiento de la misión.	9	9	9	9
Bloque 3 (rojo): Posibilidad de la implementación de un sistema RPAS, embarcado sobre VAMTAC, con funciones de abastecimiento a pelotones de Infantería.				
Grado de utilidad de un sistema UAV con cometidos de transporte.	9	8	9	8,66
Grado de adquisición del sistema con el nivel tecnológico actual.	6	5	7	6
Grado de implementación del sistema sobre VAMTAC	8	9	7	8

Tabla 5: Encuestas a expertos. Fuente: Elaboración propia

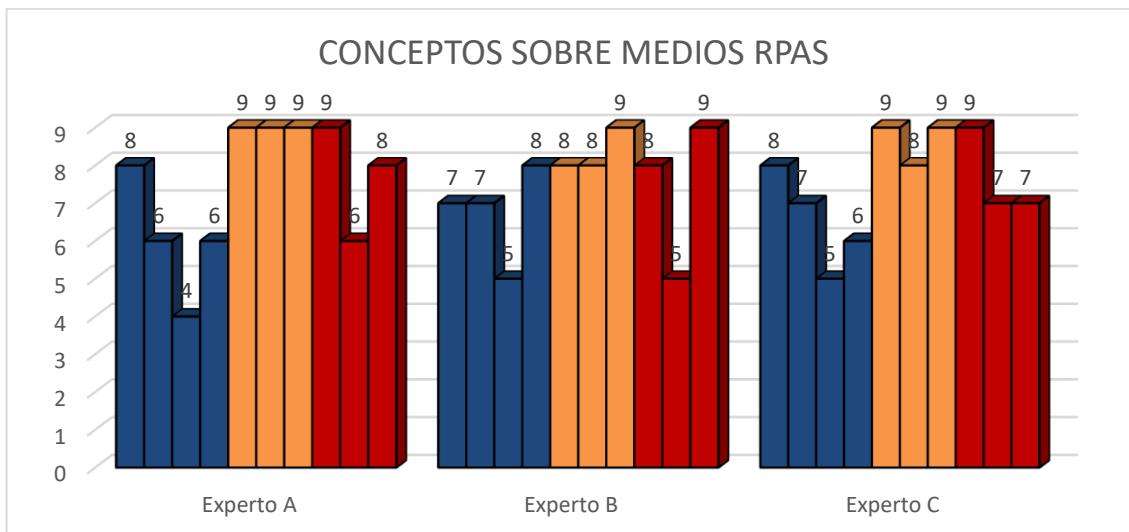


Ilustración 12: Gráfico de barras sobre encuestas a expertos. Fuente: Elaboración propia



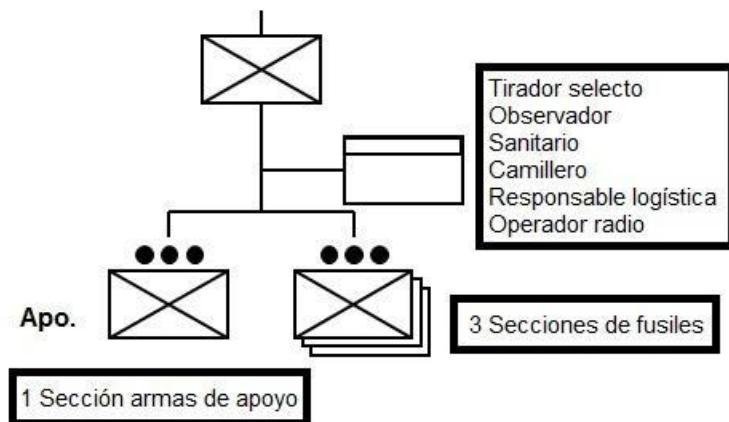
La información obtenida tras este último cuestionario a los expertos concluye los siguientes aspectos sobre medios RPAS y su uso en el Ejército de Tierra:

- La calidad de la formación impartida actualmente en el ET es adecuada sin ser excesivamente compleja. Se permite mantener las orientaciones de los manuales actuales para la creación de los propios del nuevo sistema.
- El conocimiento de los medios UAV por el personal ajeno a sus operadores es escaso, complicando en ocasiones la integración del medio en distintas misiones. Es necesario que el personal ajeno reciba nociones básicas sobre estos medios.
- En operaciones internacionales sí se hace un uso de estos medios RPAS satisfactoriamente. El elevado grado de instrucción del personal desplegado y la relevancia de los drones en el cumplimiento de la misión son motivos que confirman la utilidad de los UAV.
- La implementación de la posible nueva plataforma aérea no tripulada será, aunque tecnológicamente complejo, un hecho factible y adecuado, pudiendo ser el vehículo de alta movilidad táctica ST5 (VAMTAC ST5) [20] una alternativa válida para el transporte y establecimiento de la escuadra de operadores del nuevo sistema RPAS.

4.2.3 Modo de empleo y cometidos tácticos

Una vez definido que entidad se hará cargo del empleo del sistema y cuál será la integración de este dentro de las pequeñas unidades, a saber: escuadrón de operadores de la plana de mando de una compañía de fusiles, motorizados sobre VAMTAC, se hace necesario establecer las líneas de actuación y el modo de emplear el sistema. Es por ello por lo que este apartado guarda relación directa con el apartado de determinación de las necesidades logísticas.

Como se mencionó anteriormente, una compañía de fusiles que se encuentre desplegada realizando misiones de toda índole dentro de sus capacidades operativas necesitará, a lo largo del tiempo, ciertas demandas de comida, agua y munición. Como se estableció en el apartado 4.2.1 será la propia plana de la compañía de fusiles la que se dedique a abastecer a sus pelotones.





Se ha considerado que la compañía de fusiles estará compuesta (véase ilustración 11 [19]), como expone la doctrina, por la plana de mando, tres secciones de fusiles y una sección de armas de apoyo. El reparto de personal quedará en consecuencia, considerando que se dispone del 100% de la plantilla, como expone el siguiente gráfico (véase tabla 6):

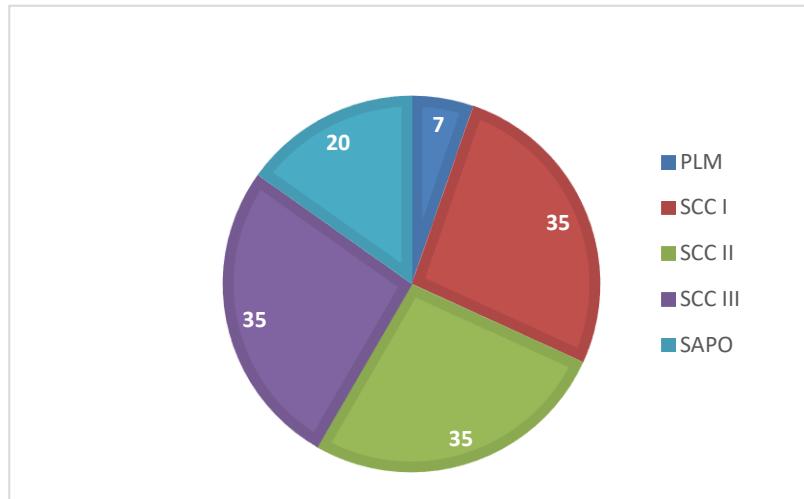


Tabla 6: Gráfico sobre la distribución de personal de una compañía. Fuente: Elaboración propia

De esta forma quedaría estructurada una compañía de 132 personas, sirviendo este dato como punto de partida para establecer las demandas logísticas exactas que llegarían a ser necesarias. La compañía de fusiles articula a sus secciones para el cumplimiento de varias misiones sobre el terreno. En el caso de encontrarse desplegados, una sección puede encontrarse ligeramente alejada hasta del grueso de la compañía y, aunque esta combate reunida, se van a considerar a los pelotones, compuestos por diez combatientes, como la entidad más realista a la que será necesario abastecer si fuera pertinente.

En el caso de la comida, se categorizarán las RIC en el concepto Days of Supply (DOS), que, por sus siglas en inglés, significa días de abastecimiento, es decir, la comida que un combatiente ha de disponer para continuar con su misión 24 horas desplegado. Si fuera necesario reponer, en su caso más extremo, a una sección de fusiles de 35 combatientes han de ser 35 raciones de desayuno, comida y cena. Como se ha mencionado anteriormente, esta reposición podría efectuarse de forma dividida en los 3 pelotones, quedando como la siguiente tabla recoge en función del peso y volumen a transportar (véase tabla 7 y 8):

PESO UNITARIO	COMPAÑÍA (132)	SECCIÓN (35)	PELOTÓN (10)
Desayuno: 0,42	55,44	14,7	4,2
Comida o cena: 0,93	122,76	32,55	9,3
DOS por combatiente: 2,28			

Tabla 7: Peso de las RIC en kilogramos. Fuente: Elaboración propia



VOLUMEN UNITARIO	COMPAÑÍA (132)	SECCIÓN (35)	PELOTÓN (10)
RIC: 1,89	249,48	66,15	18,9
DOS por combatiente: 5,67			

Tabla 8: Volumen de las RIC en dm³ Fuente: Elaboración propia

En definitiva, en caso de reposición de un DOS, será necesario realizar varios vuelos para abastecer a toda la compañía, con un peso de 55,44 kg para el desayuno y 122,76 kg para la comida, haciendo un total de 178,2 kg cada 24 horas. Buscando valores realistas, en el siguiente apartado se ha tenido en cuenta la capacidad de carga de la que habrá de disponer el dron para transportar la carga de, al menos, un pelotón compuesto por 10 RIC de desayuno y 20 RIC de comida, que suman un peso total de 22,8 kg.

Para el caso del abastecimiento de agua potable se hará un estudio en función del consumo diario estándar de una persona sin tener en cuenta el nivel de actividad física que podría alterar, junto a otras condiciones como la temperatura o el clima, este consumo diario de agua. Esta ingesta diaria ha sido consultada en varias fuentes reflejadas en la bibliografía [21] [22] y se ha podido concluir una media de 3 litros de agua para una persona con un ritmo de vida no sedentario, como es el caso.

Como se expuso en un apartado previo, el recipiente de agua del que dispone en dotación el ET son las petacas de 20L y las cantimploras de 1L. Siguiendo con el hilo de lo anterior, en el caso más realista, que sería el de abastecer a un pelotón para continuar durante otras 24 horas, serían necesarios hasta 30 litros de agua. Esta cantidad podría ser distribuida en una petaca de 20L junto a otras 10 cantimploras individuales. El peso al completo del bloque de agua se verá reflejado en la siguiente tabla (véase tabla 9).

PESO UNITARIO	PELOTÓN (10)
Petaca: 20,7	20,7 (1)
Cantimplora: 1,15	11,5 (10)
Total	32,2

Tabla 9: Peso del agua en kilogramos. Fuente: Elaboración propia

Finalmente, en el caso de la munición será necesario tener en cuenta varios factores ya que se trata de la variable más cambiante. El tipo de misión a realizar, el cometido táctico que desempeña cada combatiente u otros factores arbitrarios como las posibles interrupciones o la cantidad de munición a llevar hacen complejo el estudio del abastecimiento de este material.

Se parte de la base de la estructura orgánica de un pelotón de fusiles que, en el caso del GREG 54 al tratarse de un regimiento de infantería ligera, está compuesto por nueve fusileros y un tirador de ametralladora ligera. Estos nueve fusileros disponen de armamento HK G-36E, que consume munición 5,56x45mm, y portan cinco cargadores con capacidad para 30 cartuchos. Por su parte, el tirador de ametralladora ligera HK MG-4E puede disponer de hasta cuatro cintas de 200 cartuchos de munición calibre 5,56x45mm encintada. La siguiente tabla recoge la cantidad de munición necesaria para abastecer a un pelotón al si estos se encontraran completamente desabastecidos de la misma (véase tabla 10).



MUNICIÓN POR COMBATIENTE	MUNICIÓN DEL PELOTÓN (10)
Fusiles: 150	1350 (9)
Ametralladora: 800	800 (1)

Tabla 10: Cantidad de munición de la que dispone un pelotón. Fuente: Elaboración propia

De este modo se puede observar que para abastecer a todo un pelotón será necesario más de una caja de munición ordinaria para fusiles y exactamente una caja de munición eslabonada para AML. Como en los casos anteriores, la realidad del combate indica que prácticamente en ningún caso será necesario reponer el 100% de la munición de un pelotón que se encuentre desplegado. Esta información ha sido consultada con el personal experto en el arma de infantería del GREG 54, concluyéndose que los 1000 cartuchos que contiene una caja de munición ordinaria serán más que suficientes para reponer las carencias que pueda tener un pelotón desgastado por el combate.

Utilizando los datos del apartado anterior y siguiendo con el hilo de lo anterior, si fuera necesario reponer la munición de un pelotón se enviarían tanto una caja de munición ordinaria como una caja de munición eslabonada. Los pesos de estas serían 15,1 kg y 14,5 kg respectivamente, que hacen un total de 29,6 kg.

Finalmente, y tras realizar unas preguntas selectivas a los expertos en infantería mencionados anteriormente, se ha llegado a la conclusión de que debido a la imprevisibilidad del combate es prácticamente imposible determinar envíos habituales de munición. Este abastecimiento dependerá directamente del tipo de actividad que se haya realizado y, principalmente, si se ha entrado en combate o no junto con el consumo de munición.

La siguiente tabla (véase tabla 11) muestra un resumen general de las necesidades diarias de comida, agua y munición que un pelotón demandará de forma genérica. Para el caso de la comida y el agua estas se racionarán en un DOS compuesto por una RIC de desayuno, dos RIC de comida y 3 litros de agua. En el caso de la munición se estimará el envío de una caja de munición ordinaria y una caja de munición eslabonada.

COMIDA	AGUA	MUNICIÓN
22,8 kg	32,2 kg	29,6 kg

Tabla 11: Peso del material de un pelotón. Fuente: Elaboración propia

Como conclusión se podría argumentar que, para abastecer a un pelotón el dron debería realizar al menos tres viajes, uno para cada tipo de material. De manera que diariamente, en el peor de los casos y teniendo que abastecer a toda la compañía, el sistema aéreo habría de realizar aproximadamente 35 viajes.

Tratando de ser fieles a la realidad, es poco probable que toda la compañía se encuentre completamente desplegada y sea necesario el empleo del UAV para abastecer a todos sus pelotones. Hay que tener en cuenta que, actualmente, este abastecimiento se efectúa mediante vehículo VAMTAC, con lo cual se deduce que lo óptimo sería el empleo conjunto de ambos medios. Abasteciendo por vía terrestre a las unidades más próximas y por vía aérea a aquellas desplegadas en puntos de difícil acceso o estratégicamente comprometidos.



4.3 Especificaciones técnicas

Para determinar las especificaciones técnicas y, siguiendo en la línea de como se ha ido estructurando la presente memoria, se ha adaptado el proceso que regula la adquisición de un nuevo material a ser empleado por el ET, el cual pasa por un proceso regulado por la instrucción 67/2011, de 15 de septiembre, del secretario de Estado de Defensa, por la que se regula el Proceso de Obtención de Recursos Materiales [1].

Esta instrucción regula el Proceso de Obtención de Recursos Materiales, que integra las actividades de definición, diseño, producción, construcción, desarrollo o adquisición, puesta en servicio, modernización en su caso y baja de los mismos, tomando en consideración, desde las primeras etapas, el coste y los condicionantes que deriven de su ciclo de vida. En el caso de esta memoria se ha aplicado, de forma adaptada, la fase de definición de requisitos como se expone a continuación.

4.3.1 Definición de requisitos

Para comenzar con la definición de requisitos técnicos se entrevistó nuevamente a los expertos en medios RPAS para definir, mediante una lluvia de ideas o “brainstorming”, las características que consideran más relevantes en el diseño de los UAV. De entre las varias características un total de 6 fueron comunes. Seguidamente se les pidió a los expertos que ponderaran, según su valoración, la importancia de cada característica para establecer así cuál será el orden de prioridad de las características fundamentales con las que ha de contar el sistema RPAS. El siguiente diagrama radial recoge esta información (véase tabla 12):

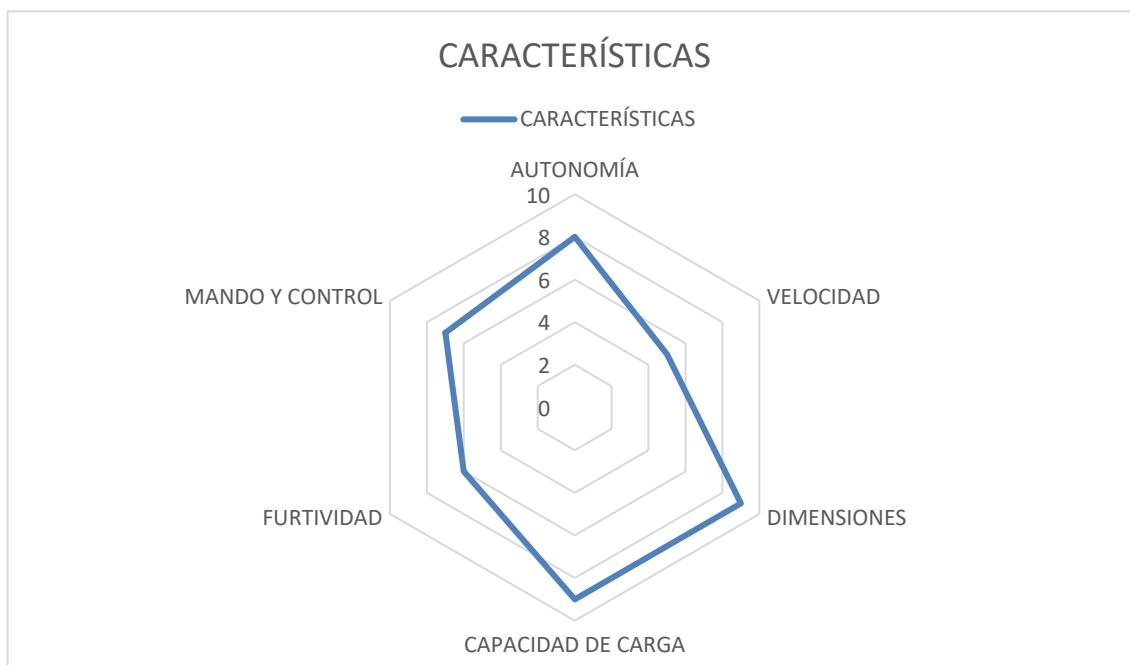


Tabla 12: Características principales de los drones. Fuente: Elaboración propia



Se puede concluir que las características más valoradas fueron las dimensiones y la capacidad de carga, seguidas de la autonomía y el control, dejando en último lugar la velocidad y la furtividad. Aunque tampoco ha sido especificado en las encuestas, los expertos coincidieron al 100% en la necesidad de desarrollar un producto con un sistema de vuelo mediante hélices en contraposición a los de ala fija, dada la necesidad de despegue y aterrizaje vertical para facilitar el transporte del material en cuestión. A continuación entrará en detalle para cada una de estas características ordenadas según la importancia otorgada en el diagrama anterior con el fin de dar valores técnicos a alcanzar en cada aspecto:

1. Capacidad de carga: Esta característica hace referencia directamente al peso que el UAV puede transportar. En el apartado anterior se pudo obtener la información referente a estos pesos, concluyendo que para realizar el abastecimiento de un pelotón sería necesario realizar envíos máximos de 32,2 kg.

De entre las distintas opciones existentes tecnológicamente se pueden concluir dos que se usan habitualmente para el envío de mercancías helitrasportadas. Estas son: red flexible o compartimento rígido. Se analizarán ambas opciones usando análisis DAFO (véase tabla 13).

DAFO	RED FLEXIBLE	COMPARTIMENTO RÍGIDO
DEBILIDADES	El material se transporta de forma poco estable.	El compartimento tendrá dimensiones únicas y limitará la capacidad de la carga.
AMENAZAS	El material puede tambalearse comprometiendo la integridad del sistema durante el vuelo.	Si el compartimento sufriera daños su sustitución o reparación sería compleja.
FORTALEZAS	Fácil carga y extracción del material.	El material será transportado de forma completamente fiable.
OPORTUNIDADES	El material a transportar puede tener dimensiones arbitrarias.	Las condiciones meteorológicas no afectarán a la carga que podrá ser transportada estancamente.

Tabla 13: Análisis DAFO acoplos de carga. Fuente: Elaboración propia

En vista de lo anterior se puede concluir que el sistema ha de soportar una carga de hasta 35 kilogramos, para tener así cierto margen de maniobra. También deberá de disponer de un acople que permita utilizar indistintamente redes de carga o un compartimento de carga. Las dimensiones máximas que permitan la carga del material en el peor de los casos. La siguiente figura muestra las dimensiones calculadas para que el compartimento sea capaz de contener cada envío de comida, agua o munición indistintamente.

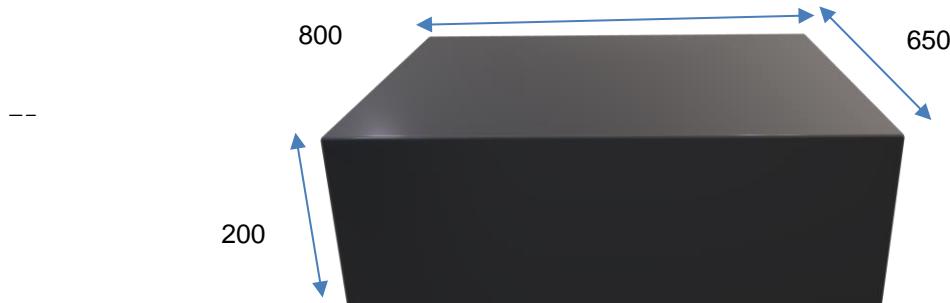


Ilustración 14: Compartimento rígido acoplable (unidades en mm). Fuente: elaboración propia

2. Dimensiones: Dada la naturaleza del GREG como una unidad de infantería ligera motorizada sobre VAMTAC el nuevo sistema será desplegado desde uno de estos vehículos. Es por ello por lo que el UAV viajará introducido en el maletero del vehículo hasta el momento de ser desplegado. Las dimensiones del sistema dependerán directamente del tamaño del maletero, por lo que este RPAS, pudiendo ser transportado desmontado deberá caber en el interior de este.

Los datos han sido obtenidos por medición directa de elaboración propia, a saber:

- Longitud máxima: 140 centímetros.
- Altura máxima: 50 centímetros.
- Anchura máxima: 120 centímetros.

Del mismo modo el sistema contará con elementos retráctiles que simplificarán notablemente el transporte de este. El sistema podrá a su vez ser transportado en una bolsa semejante a la aplicada actualmente para el UAV Raven [6], de dimensiones 30x50x20cm.

3. Autonomía: El despliegue de una compañía de infantería ligera puede abarcar distancias muy variadas. El sistema será inicialmente transportado sobre VAMTAC hasta alcanzar distancias menores donde se procederá a su uso. Estas distancias no deberían superar, de forma generalizada, los 500 metros de distancia. De esta forma la autonomía del sistema para abastecer a un pelotón será de como mínimo 5 kilómetros o un tiempo de vuelo de una hora, suficiente para cumplimentar con el abastecimiento de un pelotón. El tipo de motor y la duración de la batería serán directamente afectados por esta mejora.
4. Control del sistema: El tratarse de un medio con aplicación militar puede disponer de varios sistemas de control que permitan un uso autónomo o controlado cuando la misión así lo requiera.

Se requerirá un medio de control semejante al del RQ-11 Raven [6], permitiendo así a los actuales operadores Raven obtener la licencia de vuelo con el nuevo sistema de una forma algo más eficiente.

El sistema podrá ser controlado remotamente desde la estación en tierra de forma manual, disponiendo de un guiado por cámara rotativa integrada en su parte frontal que transmita una imagen en tiempo real. Asimismo, podrá ser controlado de forma completamente autónoma mediante GPS y control de altitud. El sistema dispondrá de capacidad para introducirle coordenadas y que, de forma autónoma, viaje hasta



la posición indicada donde se procederá al aterrizaje. Tanto el despegue como el aterrizaje se podrán efectuar de forma autónoma bajo la supervisión del operador, pero manteniendo en todo momento la disponibilidad de pasar a control manual si fuera preciso [23].

5. Furtividad: La furtividad hace referencia a la incapacidad del enemigo para detectar la presencia del medio RPAS en su zona de responsabilidad. Esta furtividad se puede lograr combinando avances tecnológicos y capacidades de empleo, como el vuelo rasante. En el caso del futuro sistema serán vitales tres aspectos que conformen la furtividad de este no comprometiendo así el éxito de la misión. Estas son: INSPIRADO EN RAVEN
 - Núcleo de transmisión de datos, imágenes y señal GPS encriptadas.
 - Sistema cifrado digital de baja latencia con varias frecuencias disponibles.
 - Mínimo número de hélices posible, lo que reduce la señal acústica que el medio inevitablemente efectúa.
6. Velocidad: Como se ha expuesto previamente, la velocidad del UAV no es un factor especialmente relevante en cuanto a su diseño. No obstante, tomando como referencia la autonomía del sistema, se estima que pueda cumplimentar una media de tres viajes de ida y vuelta para abastecer a un pelotón. Si este se encuentra desplegado a una distancia aproximada de 500 metros se requerirá que sea capaz de salvar esta distancia en menos de 180 segundos, por lo que la velocidad media del sistema ha de ser de 10km/h cuando viaje con carga completa, y de hasta 25km/h cuando viaje completamente descargado.

4.3.2 Características del sistema

Para definir las características del sistema, y que estas respondan realmente a necesidades de las pequeñas unidades de Infantería, se ha realizado un gráfico QFD que recoge las necesidades que se quiere que disponga el sistema aéreo en cuestión (qué) en relación con las características técnicas necesarias para cubrir cada una de ellas (cómo). El gráfico conocido como “la casa de la calidad” también expone las interrelaciones que existen entre cada una de estas características y el valor que se les otorga (véase ilustración 14 o anexo 4 para su ampliación).

En este gráfico se puede apreciar:

- La importancia otorgada con valor numérico (siendo 5 la máxima prioridad y 1 la mínima) a cada una de las necesidades que queremos cubrir.
- Las flechas ascendentes y descendentes indican si el método para conseguir cubrir cada necesidad ha de ser maximizable o minimizable.
- Los valores numéricos de las celdas centrales indican si tiene mucha relación (9), relación media (3) o relación mínima (1) de entre los “qué” y los “cómo”.
- Las evaluaciones de importancia absolutas y relativas de cada uno de los cómo.

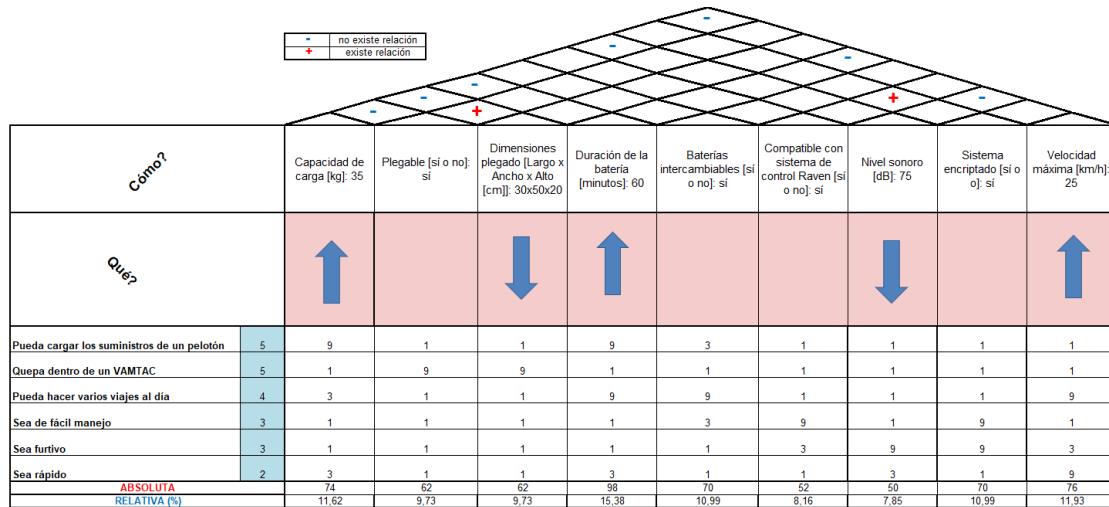


Ilustración 15: Gráfico QFD. Elaboración propia

Como consecuencia de lo anterior se ordenan las características técnicas necesarias según su importancia relativa de mayor a menor tal y como sigue (junto a su valor):

1. Utilizar baterías que duren al menos 60 minutos (15,38%).
2. Tenga una velocidad máxima de al menos 25km/h (11,93%)
3. Capacidad de carga de al menos 35kg (11,62%).
4. Use baterías intercambiables (10,99%).
5. Use un sistema encriptado (10,99%).
6. Sea plegable (9,73%).
7. Tenga unas dimensiones máximas estando plegado de 30x50x20cm (9,73%).
8. Sea compatible con el sistema de control del UAV Raven (8,16%).
9. El nivel sonoro que emite sea como máximo de 75dB (7,85%).

De esta forma y teniendo en cuenta todo lo anterior se especificarán las características tanto físicas como tecnológicas del sistema RPAS en cuestión. La siguiente tabla recoge estas características junto a otros detalles (véase tabla 14):



CARACTERÍSTICA	ESPECIFICACIÓN
Sistema de carga	Acople vertical para red o compartimento
Capacidad de carga máxima	35 kilogramos
Dimensiones máximas UAV	140x120x50 centímetros
Dimensiones interiores mínima acople rígido	80x65x20 centímetros
Modo de transporte	Bolsa de transporte 30x50cm en VAMTAC
Autonomía	1h de vuelo / 5 kilómetros
Sistema de control	Manual con control visual / autónomo GPS
Furtividad	Sistema digital cifrado y encriptado
Velocidad máxima	10 km/h carga completa / 25 km/h vacío
Batería y recarga	Baterías intercambiables / Tiempo de carga máximo 3 horas
Mantenimiento	Secado, limpieza y reposición

Tabla 14: Características del nuevo sistema UAV: Elaboración propia

El mantenimiento es una característica importante para tener en cuenta. Se realizará de una forma sencilla, semejante al mantenimiento del UAV Raven, el cual requiere principalmente de secado y limpieza de las piezas afectadas. Si fuera preciso también se dispondrán de repuestos para la reposición de alguna parte críticamente dañada, permitiendo al sistema RPAS volver a volar con la mayor eficiencia.

Por otra parte, y aunque no ha sido incluido como un requisito en su diseño por la complejidad que puede suponer, se espera que tanto el propio dron en su versión de transporte dentro de la bolsa (con su parte retráctiles replegadas), como las piezas de repuesto y el material para su mantenimiento sean presumiblemente insertables en el interior del compartimento rígido acopable.



5. CONCLUSIONES

La presencia de los sistemas RPAS se ha visto enormemente incrementada en la última década, en el mundo civil se usan para grabaciones, espectáculos, competiciones e incluso reparto de paquetería. Estas aplicaciones se hacen completamente extensibles al ámbito militar, otorgando cometidos a los medios UAV que permiten situar a las fuerzas propias en una posición ventajosa respecto al enemigo.

En esta memoria se ha desarrollado un análisis de las necesidades logísticas de abastecimiento que una pequeña unidad de infantería tipo compañía requerirá cuando se encuentre desplegada. Tras lo cual se han identificado las tres necesidades logísticas principales que han servido como punto de partida para el desarrollo del sistema RPAS: comida, agua y munición.

Tras esto se procedió a analizar las opiniones de los expertos en cuanto a la integración del sistema en una pequeña unidad, siendo la compañía de infantería el destinatario idóneo para albergar el nuevo sistema, ajustándose a la realidad actual que es la de integrar un equipo Raven en un subgrupo táctico. El Raven ha servido como inspiración en varios aspectos de esta memoria, como su tamaño, forma de transportarlo y el mando y control del sistema, así como su mantenimiento.

La integración de una escuadra de operadores de este medio se podría realizar de forma verosímil con la realidad, ya que la plana de mando de una compañía de fusiles dispone de personal suficiente capaz de asumir estos cometidos, especializándose en el uso de medios UAV. Un equipo de estas características otorga a una compañía un amplio abanico de posibilidades, como puede ser el de abastecer a las tropas de la extrema vanguardia sin exponer en exceso al personal, no comprometiendo así nuestra cadena logística.

Asimismo, se puede disminuir el costo de tiempo que conlleva acudir con los vehículos propios a varias posiciones, pudiendo abarcar más terreno en menos tiempo al tratarse de un medio aéreo que dispondrá de un muy elevado margen de maniobra y movilidad. Remarcando de nuevo que al tratarse de un sistema no tripulado el costo de vidas en caso de contingencia se vería reducido completamente.

Se concluye que el sistema RPAS ha de contar con seis características fundamentales que determinan su diseño. Estas sirven para determinar los requisitos fundamentales con los que ha de ser diseñado el medio aéreo no tripulado, como pueden ser la capacidad de carga máxima de 35 kilogramos o la autonomía de 60 minutos que le permitan abastecer satisfactoriamente a los pelotones desplegados, necesidades que se han asegurado que sean cumplidas mediante el empleo del gráfico QFD.

En conclusión, se trata de una posibilidad completamente factible que, con el debido esfuerzo e instrucción, se podría llevar a cabo en un futuro no muy lejano cuando la tecnología y el avance militar se hagan eco de ella, ya que, al comprobar el estado actual de los drones de carga, la mayoría de ellos no superan la capacidad de transportar más de 30 kilogramos.

Como líneas de trabajo futura se pueden encontrar el estudio de la modificación de la escuadra de operadores para que, llegado el momento puedan hacerse cargo del sistema el personal de la PLMM que ya tiene cometidos tácticos, como son el binomio de tiradores de precisión.



Por otro lado, puede resultar de interés proponer un sistema de guiado autónomo que se centre en la persecución del jefe del pelotón o del personal designado para ello. Este sistema podría seguir la señal de una baliza portada por el personal o incluso seguimiento de señales biométricas, como la temperatura o el ritmo cardíaco. Del mismo modo y siguiendo con el hilo de lo anterior, la cámara rotativa dispuesta en el diseño podría, llegado el momento, incluir capacidad térmica, infrarroja o visión nocturna. En cualquier caso, este tipo de características, sólo se deberían incorporar si se verifica que realmente responden a las necesidades reales del usuario del sistema, cosa que no se ha conseguido de forma objetiva en el presente trabajo.

Por último, ante la gran cantidad de limitaciones que estos sistemas pueden acarrear y ante la posibilidad de mejorar la instrucción y adiestramiento para sus operadores, proponiendo el posible desarrollo de simuladores UAV que mejoren estos aspectos. Llegado el momento estos simuladores podrían cumplir con la doctrina OTAN con el fin de unificar el uso de los medios RPAS de cara a las misiones internacionales en las que combatimos codo con codo con otros países aliados.



6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] 2- Instrucción 67/2011, de 15 de septiembre, del secretario de Estado de Defensa, por la que se regula el Proceso de Obtención de Recursos Materiales.
- [2] R. Geiss, La estructura de los conflictos asimétricos, Nueva York, 2006.
- [3] MADOC, El conflicto armado asimétrico, 2005.
- [4] Orden DEF/708/2020, de 27 de julio, por la que se desarrolla la organización básica del ejército de tierra.
- [5] C. Félix Fernández Merino, Los sistemas no tripulados, 2012.
- [6] MADOC, MI-100 Equipo mini-UAV Raven B, 2015.
- [7] MADOC, PD4-013 Empleo táctico de la unidad RPAS, 2016.
- [8] BOD, «Real Decreto 601/2016, de 2 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de la Circulación Aérea Operativa».
- [9] NATO, «Guidance for the Training of Unmanned Aircraft Systems Operators,» 2012.
- [10] E. Latorre Garza, «Análisis de la posible implantación de mini-UAV en unidades de Caballería tipo Partida,» 2020.
- [11] A. Sánchez Palomares, «Empleo del UAV en pequeñas unidades,» 2016.
- [12] L. M. Candal Añón, «Memorial de Infantería, Revista del Arma de Infantería 71,» 2015.
- [13] F. Marcos Izquierdo, «Memorial de Infantería, Revista del Arma de Infantería 77,» 2018.



- [14] J. A. Gamboa de la Calleja, «Amenaza híbrida, ¿un concepto doctrinal?», de *Revista Ejército* 921, 2017.
- [15] «Contrataciones del Estado,» 2 12 2016. [En línea]. Available: https://contrataciondelestado.es/wps/wcm/connect/51b8584f-2f05-40ec-804b-aa98238c98b2/DOC_CD2016-380429.html?MOD=AJPERES.
- [16] «Federación Europea de Fabricantes de Cartón Corrugado,» [En línea]. Available: <https://www.fefco.org/>.
- [17] M. d. Defensa, «Ejército de Tierra,» [En línea]. Available: https://ejercito.defensa.gob.es/materiales/armamento_ligero/FUSIL-G36E.html.
- [18] D. MADOC, Operación Romeo Alfa Afganistán, análisis de experiencias UAV, 2014.
- [19] A. Samper López, Estructura de mando de unidades aisladas tipo compañía, 2016.
- [20] U. VAMTAC, «<http://www.urovesa.com/vamtac/defensa-y-seguridad/ST5>,» [En línea].
- [21] MAPFRE, «Ingesta de agua diaria recomendada,» [En línea]. Available: <https://www.mapfre.es/particulares/seguros-de-salud/articulos/agua-diaria-recomendada/>.
- [22] BRITA, «Cuanta agua beber diariamente,» [En línea]. Available: <https://www.brita.es/blog/bienestar/cuanta-agua-beber-diaria>.
- [23] V. M. Lozano Pérez, Sistema de control que permite el vuelo autónomo de drones, Universidad de Alicante.



7. ANEXOS

7.1 Anexo I. Subgrupo Táctico de Infantería

Una compañía de infantería ligera se encuentra integrada en un batallón de infantería de la misma naturaleza. Aunque su composición básica suele ser fija, de forma ocasional pueden ser reforzados con elementos que amplíen sus capacidades operativas, constituyendo así un subgrupo táctico. A su vez, este subgrupo puede estar incluido en una unidad superior, como el grupo táctico o la agrupación táctica. De forma generalizada, para el desempeño de sus cometidos en cumplimiento de la misión, se podrán articular núcleos menores específicos. El mando del subgrupo táctico se ostentará de carácter único y temporal [19].

La composición de un S/GT es muy variada y dependerá de la misión a realizar. Para su estructuración se parte de la base de una compañía ligera a la que se añaden núcleos de diferentes especialidades en función de la naturaleza de la misión a cumplir. Los componentes de un subgrupo táctico se verán reflejados en el siguiente organigrama de elaboración propia, partiendo de la base de una compañía de fusiles a la que se le pueden integrar equipos zapadores, que pueden ser incluso especialistas EOR o EOD para ambiente contra IED, (imprived explosive device). Existen múltiples posibilidades que no serán incluidas, como las pertenecientes al arma de aviación o a la de transmisiones, tal y como un elemento de artillería antiaérea para la defensa del espacio aéreo.

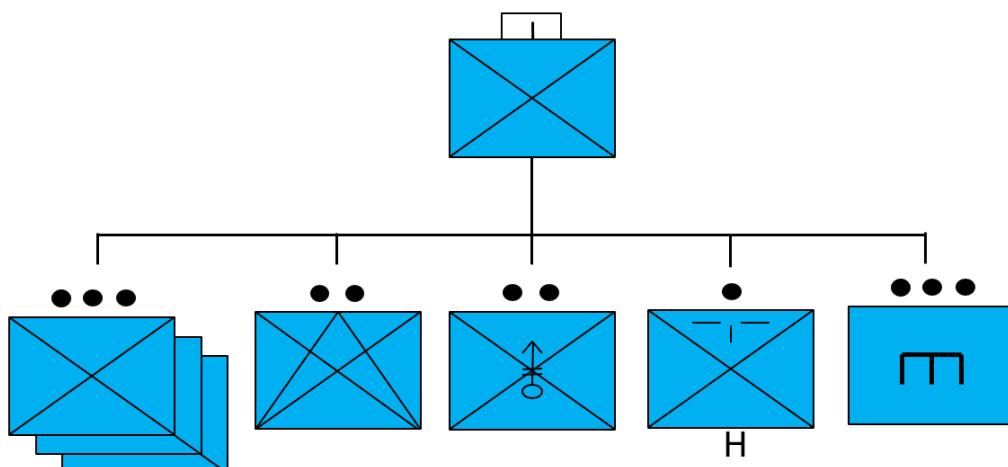


Ilustración 16: Composición S/GT. Elaboración propia



7.2 Anexo II. Drones de carga civiles.

En la siguiente relación se expondrán cinco de los drones capaces de transportar más de 10 kilogramos, ordenados de mayor a menor capacidad de carga, más representativos del mercado civil [24]. Todas las imágenes a continuación han sido obtenidas de la misma fuente: <https://filmora.wondershare.es/drones/top-heavy-lift-drones.html>.

VULCAN UAV AIRLIFT

La serie Arlift es capaz de levantar y transportar una carga útil de 30kg. Utiliza un marco resistente y duradero que, unido a su núcleo central compuesto por tubos transparentes, lo convierten en una buena opción para su empleo en entornos accidentados.



Ilustración 17: Dron Vulcan UAV Airlift



AZ 4K UHD CAMERA DRONE GREEN BEE 1200

Con capacidad de carga de hasta 20kg, lo más llamativo de este dron es su cámara de gran capacidad para transmitir imágenes en alta definición, permitiendo así completar un trabajo preciso a la par que pesado.

Ilustración 18: Dron AZ 4K UHD GreenBee 1200

VULCAN UAV RAVEN

Su estructura de fibra de carbono de alta calidad le permite transportar una carga de hasta 20kg. El diseño con un marco de aluminio le convierte en uno de los drones más seguros del mercado, capaz de resistir ante condiciones adversas en comparación con otros.



Ilustración 19: Vulcan UAV Raven



Ilustración 20: Dron Freefly Alta 8

FREEFLY ALTA 8

Su diseño arácnido le proporciona una estabilidad sin precedentes, capaz de mantenerse en vuelo estable con una carga de hasta 18kg. Tiene un tiempo de vuelo relativamente limitado ya que el consumo de energía es elevado en comparación con los anteriores.



ONYXSTAR HYDRA-12

Este dron gracias a sus 12 motores es capaz de elevar 12kg de manera eficaz y sin problemas, teniendo como factor más identificativo su capacidad de vuelo de hasta 30 minutos.



Ilustración 21: Dron Onyxstar Hydra-12



7.3 Anexo III. Composición RIC.

Recortes del Pliego de Prescripciones Técnicas que incluyen el contenido de las Raciones Individuales de Combate tanto de desayuno, comida tipo "A" y comida tipo "B".

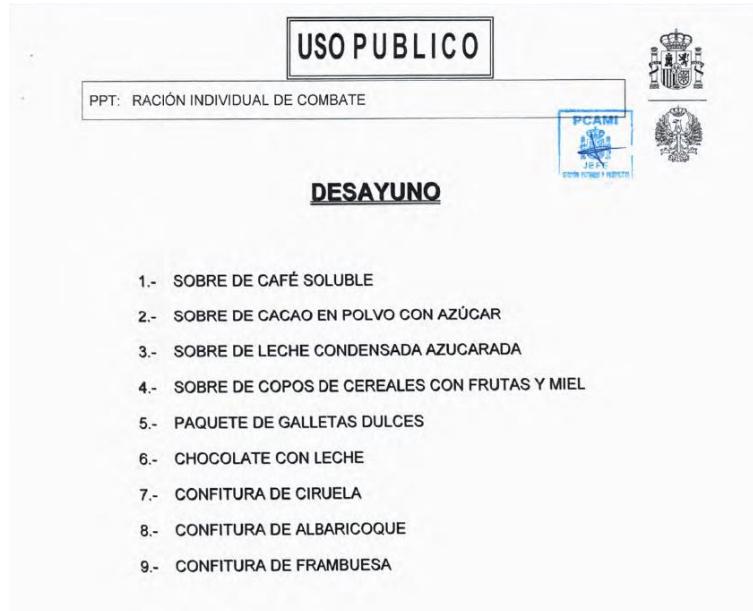


Ilustración 22: PPT RIC Desayuno



Ilustración 23: PPT RIC Comida "A"

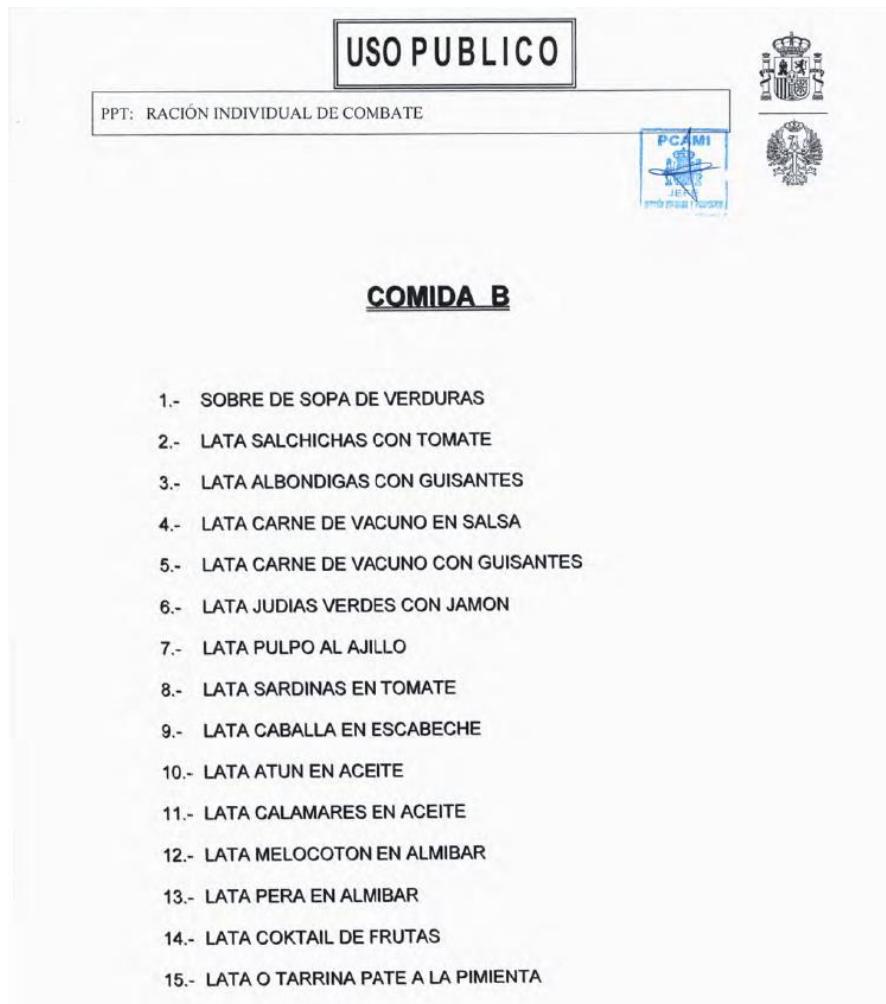


Ilustración 24: PPT RIC Comida B



7.4 Anexo IV. Gráfico QFD.

