

Trabajo Fin de Grado

TÍTULO DEL TRABAJO:

Estudio de capacidades y características requeridas en
los medios ISR del BCZM

C.A.C Antonio Estívaléz Pérez

Director académico: Dr. Juan Ramón Bolea Bolea

Director militar: Capitán Carlos Vera Guerrero

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar



Agradecimientos.

Este trabajo ha sido realizado bajo la supervisión de mi director académico, el Doctor Juan Ramón Bolea Bolea, a quien agradezco su disposición para guiarme en todo momento. También ha sido supervisado por el Capitán de Infantería Don Carlos Vera Guerrero, jefe de la 1ª Compañía de Cazadores del Batallón Montejurra I/66, a quien agradezco sus consejos para formarme como un mejor oficial.

Durante la realización de mis prácticas, he permanecido junto a la segunda sección de cuyo jefe, el teniente Miguel Araujo, he podido aprender amplios conocimientos tácticos y de movimiento por montaña. Agradecerles a los sargentos Solorzano y Urmeneta y al sargento alumno Legido, jefes de pelotón de esta sección, sus recomendaciones y ayuda cuando la he necesitado.

Agradecer también a todos mis compañeros de la LXXIX promoción, en especial a mis compañeros de infantería, los cuales me han acompañado durante mis años de academia y durante el trabajo de fin de grado, que pone un punto final a nuestra formación universitaria. En especial, le agradezco al alférez Villamayor su ayuda y compañía durante las prácticas de mando, que ha sido de gran apoyo durante los primeros pasos que hemos dado juntos hacia la formación como jefes de sección.

Agradezco a mi familia el apoyo que me han dado durante todos los años de carrera y la educación que he recibido de ellos, que me ha llevado a tomar las decisiones que hacen que este donde estoy ahora.



Resumen.

Los medios de reconocimiento, vigilancia y observación para pequeñas unidades tienen una gran importancia táctica a la hora de obtener información y planear acciones militares. Estos medios, que principalmente son pequeños vehículos aéreos no tripulados y cámaras térmicas, están teniendo gran relevancia en los conflictos actuales como la guerra de Ucrania.

El objetivo del presente estudio es analizar los medios de vigilancia, observación y reconocimiento de los que dispone un batallón de cazadores de montaña, así como investigar que medios existen actualmente en el mercado y que podrían ser integrados en unidades de montaña, teniendo en cuenta las características particulares del combate en terreno montañoso. La metodología para realizar este estudio está basada en entrevistas realizadas al personal del batallón de cazadores de montaña Montejurra I/66 así como el uso de fuentes bibliográficas especializadas en los temas asociados a la inteligencia, la toma de decisiones y los medios de reconocimiento.

Este análisis nos permite concluir que los medios ISR (Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance) que el estado actual de los medios ISR en los batallones de cazadores es muy pobre ya que se disponen de una cantidad muy limitada de medios y, en concreto, no se encuentra hoy en día ningún medio RPAS integrado en la unidad.

Palabras clave.

Medios de inteligencia, vigilancia y reconocimiento, pequeñas unidades, cámaras térmicas, vehículos aéreos no tripulados, unidades de montaña.



Abstract.

Reconnaissance, surveillance, and observation means for small units have significant tactical importance when it comes to gathering information and planning military actions. These means, primarily consisting of small unmanned aerial vehicles and thermal cameras, are gaining significant relevance in current conflicts such as the war in Ukraine.

The objective of this study is to analyze the surveillance, observation, and reconnaissance means available to mountain battalions, as well as to investigate the currently available market options that could be integrated into mountain units, considering the unique characteristics of combat in mountainous terrain. The methodology for conducting this study is based on interviews with personnel from the Montejurra I/66 mountain hunter battalion, as well as the use of specialized bibliographic sources related to intelligence, decision-making, and reconnaissance means.

This analysis allows us to conclude that the ISR (Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance) means in the current state of mountain hunter battalions are very poor, as they have a very limited quantity of means, and specifically, there are no RPAS (Remotely Piloted Aircraft Systems) integrated into the unit at the present time.

Keywords.

Intelligence, surveillance, and reconnaissance means, small units, thermal cameras, unmanned aerial vehicles, mountain units.



Índice de contenido.

Agradecimientos.	I
Resumen.	II
Palabras clave.	II
Abstract.	III
Keywords.	III
Índice de tablas.	VII
Abreviaturas, siglas y acrónimos.	VIII
1 Introducción.	1
1.1 Contexto.	1
1.2 Estructura de la Memoria.	2
1.3 Estructuración del tiempo.	2
2 Objetivos y metodología.	4
2.1 Objetivos y alcance.	4
2.2 Metodología y herramientas empleadas.	4
3 Antecedentes y marco teórico: sistemas ISR.	6
3.1 Concepto ISR (inteligencia, vigilancia y reconocimiento).	6
3.2 Ciclo OODA y la importancia de los medios ISR.	7
3.3 Medios ISR de nivel táctico.	8
3.4 RPAS de nivel táctico en el Ejército de Tierra.	11
3.4.1 Raven B RQ-11.	11
3.4.2 Black Hornet.	13
3.5 El clima y el combate en montaña.	15



4	Desarrollo: análisis y resultados.	17
4.1	La orgánica de un BCZM.	17
4.1.1	La compañía de cazadores de montaña.	17
4.1.2	La compañía de mando y apoyo del BCZM.	20
4.2	Medios ISR en dotación en un BCZM.	23
4.2.1	Cámaras térmicas.	23
4.3	Integración de medios ISR en los BCZM.	28
4.3.1	Integración de RPAS.	29
4.3.2	Adaptación de la orgánica a los RPAS.	32
4.3.3	Integración de Cámaras térmicas.	36
5	Conclusiones y líneas de trabajo futuras.	39
6	Referencias bibliográficas.	41



Índice de figuras.

Figura 1 Diagrama de Gantt realizado con Project Libre: Elaboración propia.....	3
Figura 2 Ciclo de la inteligencia [4]	6
Figura 3 2Ciclo OODA [5].....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 4 Reconocimiento aéreo con mini UAV (ASPFOR XXIX) [19].....	13
Figura 5 Miembro del MOE operando Black Hornet. Fuente [21].....	14
Figura 6 Conflictos mundiales en entornos montañosos y zonas frías.....	15
Figura 7 Compañía de cazadores de montaña. Fuente: [22]	17
Figura 8 Personal y material de una compañía de cazadores de montaña. Fuente: [22]	18
Figura 9 URO VAMTAC. Fuente:[23]	19
Figura 10 TOM. Fuente [24]	19
Figura 11 Compañía de MAPO. Fuente: [25]	20
Figura 12 Medios de la Compañía de MAPO. Fuente: [25]	21
Figura 13 Cámara CORAL. Fuente: Elaboración propia.	24
Figura 14 Traspaso de información por radio a través de PANASONIC TOUGHBOOK. Fuente: Elaboración propia.	24
Figura 15 Misil Spike LR-Dual. Fuente: Elaboración propia	26
Figura 16 Imagen tomada con cámara térmica de Misil Spike. Fuente: Elaboración propia.	27
Figura 17 Autel Robotics EVO MAX 4T/A-Mesh 1.0. Fuente: [28]	32
Figura 18 Esquema de estructuración jerárquica. Fuente: elaboración propia.	33
Figura 19 Visor de intensificación de luz AN-PVS/27. Fuente: [24].....	36
Figura 20 Pulsar Helion 2 XP50 Pro. Fuente: [32]	37



Índice de tablas.

Tabla 1 Comparativa de drones de ala fija y ala rotatoria [: Addati, Gastón A.; Pérez Lance, Gabriel (2014): Introducción a los UAV's]	10
Tabla 2 Clasificación por pesos de los UAVs	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 3 Clasificación por autonomía de los UAVs	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 4 NATO Classification for UAS.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 5 Sistema de Combate Spike - Datos Técnicos. Fuente:MT4-902 Cuerpo del Manual de bolsillo del Operador	27
Tabla 6 Análisis DAFO sobre integración de medios ISR civiles en el ejército. Fuente: Elaboración Propia.	29
Tabla 7 características de UAV Autel Robotics EVO MAX 4T/A-Mesh 1.0. Fuente: https://es.autelpilot.eu/products/autel-robotics-evo-max-4t	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 8 Características técnicas de visor térmico Pulsar Helio 2 XP50 Pro. Fuente: www.Pulsar.com	¡Error! Marcador no definido.



Abreviaturas, siglas y acrónimos.

ACOMFR Alfas de Combate de Fuego Real

AGBS Academia General Básica de Suboficiales

AGL Above Ground Level

AGM Academia General Militar

AMP Ametralladora Pesada

AOR Area of responsibility

BCZM: Batallón de Cazadores de Montaña

BLOS Beyond Line of Sight

BON: Batallón

CENAD Centro Nacional de Adiestramiento

Cía.: Compañía

CZM: Cazadores de Montaña

DAFO Debilidades Amenazas Fortalezas Oportunidades

DCC Defensa Contra Carro

EDT Estructura de Desglose de trabajo

ETP Equipo de Tiradores de Precisión

HD High Definition

HVT High Value Target

IED Improvised Explosive Device

IR Infra-red

ISR Intelligence, Surveillance and Reconnaissance

LOS Line of Sight

MALE Medium Altitude Long Endurance

MRAP Mine-Resistant Ambush Protected

MSL Mean Sea Level



NATO North Atlantic Treaty Organisation

OTAN Organización del Tratado del Atlántico Norte

PD Publicación Doctrinal.

RICZM: Regimiento de Infantería de Cazadores de Montaña

RPA Remotely Piloted Aircraft

RPAS Remotely Piloted Aircraft System

SACAA South African Civil Aviation Authority

SAR Synthetic Aperture Radar

UAS Unmanned Aerial System

UAV Unmanned Aerial Vehicle

VAMTAC Vehículo de alta movilidad táctica

ZO Zona de Operaciones



1 Introducción.

1.1 Contexto.

Esta memoria presenta los resultados del Trabajo de Fin de Grado que tiene por título “Estudio de capacidades y características requeridas en los medios ISR (*Intelligence, Surveillance and Reconnaissance*) del BCZM (Batallón de Cazadores de Montaña).” Este trabajo se ha realizado a partir de diferentes fuentes y manuales, así como con el apoyo del personal del Regimiento de Cazadores de Montaña “América 66” situado en Pamplona. Con este trabajo se pretende analizar cuáles son los medios de inteligencia vigilancia y reconocimiento más idóneos para un batallón de cazadores de montaña. Se parte de la base de estudiar cuáles son los medios que estas unidades disponen en dotación, así como los existentes en el mercado tanto civil como militar que encajen en las condiciones de uso.

Los medios ISR tienen amplias aplicaciones dentro del ámbito militar, ya que constantemente estamos en un proceso de búsqueda de información de todo tipo para procesarla y obtener inteligencia. Esta inteligencia es útil porque en ella basamos nuestras decisiones y, por tanto, operaciones futuras ya que nos permite reducir la incertidumbre conociendo mejor la realidad.

Esta inteligencia se ve plasmada en el planeamiento, proceso en el cual toman las decisiones. Existen diferentes niveles de planeamiento dependiendo del ámbito en el que se trabaje. Estos niveles de planeamiento son el nivel estratégico, el nivel operacional y el nivel táctico [1]. En todos estos niveles de planeamiento se ven implicados de diferentes formas los medios ISR. Principalmente, a nivel de pequeña unidad, los medios ISR más comunes serán cámaras térmicas y drones.

Los conflictos más recientes, desde los no convencionales como el despliegue de la OTAN en Afganistán, a los convencionales como la aún persistente guerra de Ucrania, nos han demostrado la utilidad de los medios ISR de nivel táctico en combate. Realizar un reconocimiento de ruta con un RPAS Raven para levantar IEDs colocados por el enemigo o descubrir una POSDEF enemiga en el Donbas ucraniano, son algunos de los cometidos que conseguimos realizar con mayor seguridad y rapidez gracias a los medios ISR.

La guerra de Ucrania nos está enseñando también que no solamente los medios ISR militares son idóneos para las tareas de reconocimiento, vigilancia y recolección de información, sino que los medios civiles también se pueden integrar a una unidad militar y cumplir estos cometidos de una forma óptima.

Tanto las prácticas externas realizadas en el RICZM América 66 como el Trabajo de Fin de Grado forman parte de los estudios realizados en el Centro Universitario de la Defensa (CUD) y Academia General Militar (AGM).



1.2 Estructura de la Memoria.

Este trabajo está dividido en 5 apartados principales.

En el *apartado 1 Introducción*, se presenta el título del trabajo y se contextualiza el ámbito en el que se desarrolla. También se contextualiza el ámbito de uso de los medios ISR tácticos.

En el *apartado 2*, se marcan los objetivos de este proyecto y se define el alcance que este tendrá. De la misma forma, en este apartado se especifica la metodología para realizar el proyecto.

En el *apartado 3* titulado antecedentes y marco teórico, se hace una revisión bibliográfica sobre el concepto ISR y ciclo OODA (Observar, Orientar, Decidir y Actuar) se analiza el estado del arte de los medios ISR de nivel táctico, principalmente drones y cámaras térmicas, y se analizan las características principales del combate en montaña y en frío extremo teniendo en cuenta las particularidades que este ambiente supone.

En el *apartado 4*, se desarrolla el cuerpo principal del trabajo. En él, se analiza la estructura de un batallón de cazadores de montaña, desglosando cada una de sus unidades y destacando los medios ISR que una unidad de este tipo dispone. Posteriormente se analiza cada uno de estos medios y se hace un estudio para integrar nuevos medios ISR a la estructura orgánica de estos batallones.

En el *apartado 5*, se muestran las conclusiones y las líneas futuras que se extraen del *apartado 4*, y se proponen diferentes soluciones para solucionar las deficiencias y carencias de medios ISR detectadas.

1.3 Estructuración del tiempo.

Para optimizar el tiempo de las prácticas externas se ha realizado un diagrama de Gantt (Figura 1) en el que se presentan las diferentes actividades que se deben realizar durante el tiempo en la unidad de prácticas para poder realizar esta memoria. La estimación del tiempo de duración de cada actividad se ha realizado mediante la técnica de los tres puntos ¹ excepto los periodos de maniobras que el tiempo está acotado. El diagrama de Gantt consiste en una representación gráfica del tiempo de duración de cada actividad y el orden en la que estas se ejecutan.

¹ Esta técnica une la experiencia de los expertos, con cálculos estadísticos que ayudan a mejorar la estimación final. Estimando la duración probable o media (M), la duración optimista (O) y la duración pesimista (P), podrá calcular la duración más factible, con la fórmula $(4M+P+O) / 6$.

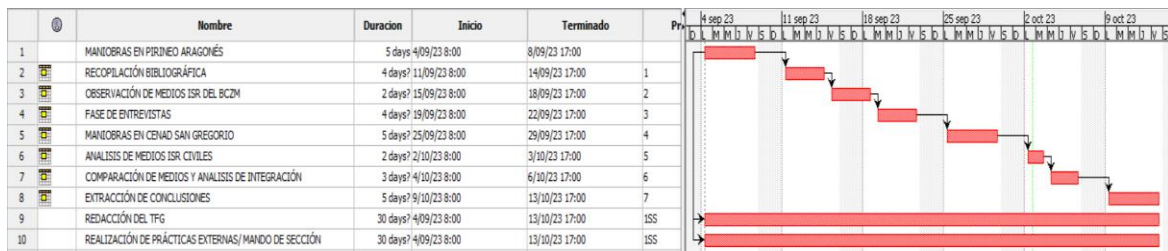


Figura 1 Diagrama de Gantt realizado con Project Libre: Elaboración propia

Se puede observar que la mayoría de las actividades son del tipo *Finish to Start*, es decir, que para comenzar la actividad siguiente primero debemos acabar la que estamos realizando. Las únicas excepciones son las actividades 1,9 y 10. La actividad 1 no tienen ninguna actividad predecesora ya que es la primera y las actividades 9 y 10 son la redacción del TFG y las prácticas externas que duran todo el tiempo del proyecto. Es por ello, que estas actividades son *Start to Start*.



2 Objetivos y metodología.

2.1 Objetivos y alcance.

El **objetivo** de este trabajo es investigar cuáles son los medios ISR que disponen y no los BCZM, así como analizar sus características para su uso actual en esos cometidos, es decir, si son eficientes o correctos para cumplir su función. En concreto, por las ventajas que estos tienen, los medios ISR que tendrán más relevancia en el estudio serán principalmente las aeronaves no tripuladas y las cámaras térmicas.

Para llevar a cabo el trabajo se analizarán los medios ISR en dotación en los BCZM y los medios civiles que podrían adaptarse al ámbito militar aportando nuevas tecnologías para poder cumplir los objetivos de recolección de información.

En el ámbito **operativo** se estudiará la estructura orgánica de un Batallón de cazadores de montaña para determinar qué tipo de medios ISR y sus características son necesarios en los BCZM y en qué lugar de la orgánica del batallón se deben incluir para satisfacer las necesidades de recolección de información.

Para poder llevar a cabo el proyecto con éxito y lograr nuestro objetivo que es el estudio de capacidades y características requeridas en los medios ISR del BCZM necesitaremos inicialmente analizar cuáles son los medios ISR que existen actualmente en dotación, así como la orgánica de un BCZM para ver dónde se integran estos medios. Tras analizar cuáles son los medios en dotación, observaremos la problemática que estos presentan mediante entrevistas a personal experto en la materia, al mismo tiempo que obtenemos las necesidades que el personal de los batallones de cazadores de montaña requieren en sus medios ISR. Posteriormente, se realizará un estudio de mercado para comprobar que otros medios podrían suplir las carencias encontradas. Por último, se analizará cómo integrar los medios ISR en los BCZM, modificando o manteniendo la orgánica.

2.2 Metodología y herramientas empleadas.

Se trata de un estudio descriptivo, longitudinal y prospectivo en el que la variable independiente son los medios ISR que existen en dotación en los batallones de cazadores de montaña y la variable dependiente son los medios ISR que se pueden integrar en la estructura orgánica de estos batallones.

En primer lugar, será descriptivo ya que se analizan las capacidades técnicas y operativas de los medios ISR que existen en dotación, así como sus limitaciones. Es longitudinal ya que se realiza mediante la observación directa de los medios durante el periodo de prácticas externas, en concreto durante el ejercicio realizado en el pirineo aragonés durante 5 días, así como el ejercicio de combate realizado en el CENAD de San Gregorio. Por último, se trata de un estudio prospectivo a corto y medio plazo ya que se proponen una serie de mejoras a realizar en la integración y medios ISR en los batallones de cazadores de montaña.

Comenzaremos realizando una EDT (Anexo I) para visualizar cuales son las tareas por realizar y, de esta forma, definir de forma clara los objetivos y el alcance del proyecto. Después de haber definido el marco temporal en el que se desarrolla el trabajo, así como sus objetivos y alcance, se utilizarán métodos cualitativos para desarrollar el trabajo:



- Una revisión bibliográfica de manuales y documentos internos del Ejército de Tierra, así como artículos de divulgación científica de fuentes abiertas.
 - Observación directa de medios ISR en dotación como la cámara CORAL o el visor del misil SPIKE y medios civiles que los propios integrantes de la unidad han adquirido por su cuenta para realizar su trabajo.
 - Observación directa de una sección de fusiles durante ejercicios tácticos en el pirineo aragonés y en el CENAD de San Gregorio de los cuales se extraerá un diario de campo donde se expondrán las carencias referidas a los medios ISR.
 - Entrevistas con cuadros de mando del BCZM Montejurra I/66, en concreto con el teniente jefe de la SERECO², con el Sargento jefe del 2º pelotón de la segunda sección de la 1ª Compañía, con más de 10 años de servicio en unidades de montaña y despliegues en Afganistán, y con los operadores de los medios ISR.
 - Análisis DAFO sobre la integración de medios ISR civiles dentro del batallón de cazadores.
-
- **Métodos cuantitativos:** Se utilizará el método AHP (*Analytic Hierarchy Process*) para poder tomar una decisión sobre la integración de los RPAS en la orgánica de los BCZM.

² La SERECO es la sección de reconocimiento, encuadrada en las compañías de mando y apoyo de los batallones de infantería y que tienen como principal labor obtener la información que el jefe del batallón requiera.



3 Antecedentes y marco teórico: sistemas ISR.

Después de haber definido el problema que se va a tratar en este trabajo, se va a realizar en este apartado un análisis sobre el significado de los sistemas ISR, así como las características del combate en montaña. También se analizarán algunos de los medios ISR que el Ejército de Tierra dispone a nivel táctico

3.1 Concepto ISR (inteligencia, vigilancia y reconocimiento).

Por lo general, **la inteligencia** es información elaborada. Desde el punto de vista militar la inteligencia se define como el producto resultante de la elaboración de la información. Según el diccionario militar de términos para uso conjunto la inteligencia es – “el producto resultante de la recopilación, evaluación análisis, integración e interpretación de toda la información disponible que se refiere a uno o más aspectos de naciones extranjeras o de áreas de operación y que es inmediata o potencialmente significativa para la planificación”. [2]

Podemos considerar **la inteligencia** como un proceso cíclico que está compuesto por 4 etapas (ver Figura 2) que son la dirección, la obtención, la elaboración y la difusión [3].

En la dirección, los destinatarios o consumidores de inteligencia plantean una serie de demandas a los responsables del servicio de inteligencia. En la siguiente fase, la obtención, quienes trabajan aquí recopila información a través de diversos medios. A continuación, procesan esta información y se la pasan a los analistas. En la fase de elaboración, los analistas evalúan, analizan, integran e interpretan la información recibida. El conocimiento que se genera se plasma en diversos formatos de entrega de inteligencia. Por último, en la fase de difusión la inteligencia es entregada a los destinatarios, quienes pueden activar nuevas demandas activando de nuevo el ciclo. [3]



Figura 2 Ciclo de la inteligencia [4]



El reconocimiento se define como la misión emprendida para obtener, mediante la observación visual u otros métodos de observación, información sobre las actividades y medios de un enemigo actual o potencial, o para confirmar datos relativos a la meteorología, hidrografía o características geográficas de un área concreta. El reconocimiento es una actividad limitada en tiempo y espacio, y puede asignarse a un variado tipo de Unidades, aunque la función normal de éstas no sea la específica de reconocimiento.

La vigilancia se define como la observación sistemática del espacio aéreo, de la superficie o áreas bajo la misma, de lugares, personas o cosas por los medios electrónicos, fotográficos y acústicos. Este procedimiento de obtención incluye la vigilancia pasiva de amplios espacios y actividades, o la activa de espacios y actividades más concretos. La vigilancia precisa de una actividad del enemigo que le descubra ya sea movimiento, emisión electromagnética o ausencia de estas.

3.2 Ciclo OODA y la importancia de los medios ISR.

El origen de las siglas OODA (Observación orientación decisión y actuación, ver Figura 3), se remonta a la guerra de Corea, cuando el coronel Boyd y otros pilotos, de los aviones F-86 Sabre de la Fuerza Aérea de Estados Unidos, tenían que vérselas a diario sobre los cielos de Corea con los aviones Mig-15 de fabricación soviética. Los Mig eran, en muchos aspectos, tecnológicamente superiores a los aviones americanos, pero tenían un punto débil: la respuesta del avión a los mandos de vuelo era más lenta que la de los aviones americanos. Esta limitación de los Mig acabaría siendo su «Talón de Aquiles». El potente sistema hidráulico que movía los controles de vuelo de los Sabre proporcionaba a los pilotos americanos una ventaja decisiva sobre sus oponentes en la lucha cuerpo a cuerpo: la capacidad de pasar de una maniobra a otra mucho más rápidamente. De este modo, en el instante en que el Mig comenzaba a reaccionar a una maniobra inicial del Sabre, éste, gracias a una rápida contramaniobra, rompía la inercia inicial y convertía. El coronel Boyd posteriormente, siendo instructor de caza en la base aérea de Nellis, Nevada, pulió su teoría de cómo hacer frente a las amenazas en combate y la gestión del mando y control. Unos años más tarde en unas conferencias tituladas “Discurso sobre ganar o perder” fue cuando presento su teoría de C2 del bucle OODA [5]

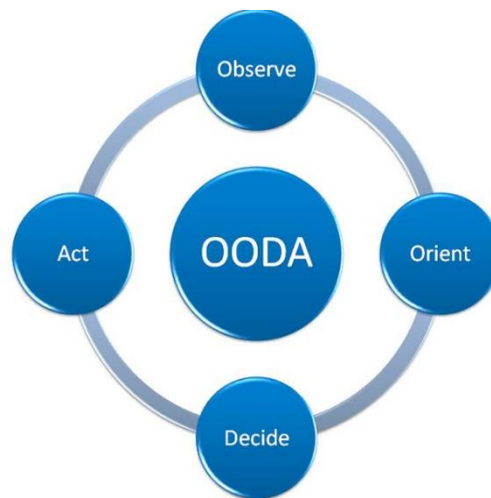


Figura 3 Ciclo ODAA [5]

Habiendo descrito el ciclo OODA, es relevante definir el concepto de “La guerra de maniobras” que definió William Lind en su libro “Manual de la Guerra de Maniobras”, el cual implementó una nueva doctrina de combate terrestre del ejército de los Estados Unidos a principios de 1980 [6].

El punto principal de esta teoría es que la victoria se alcanza no solo con la destrucción física del enemigo, sino también con la destrucción de la cohesión del enemigo mediante una serie de acciones rápidas, violentas e inesperadas, que produzcan un deterioro rápido y turbulento de la situación a la que el enemigo no pudiera hacerle frente. Demanda ser más imaginativo y audaz para ganar la iniciativa y retenerla, dejando al enemigo sin tiempo ni espacio para desarrollar acción alguna. Entonces, en la Guerra de Maniobras, se busca: “Introducir al enemigo en el ciclo O.O.D.A; siendo consistentemente más rápido en todos los círculos O.O.D.A. que se necesiten hasta que el enemigo pierda su cohesión, y no pueda pelear como una fuerza efectiva y organizada” [7].

En las pequeñas unidades (de nivel batallón / Grupo táctico) para abajo, el ciclo O.O.D.A para el mando y control es una herramienta que es aplicable para tomar decisiones en un ambiente que está constantemente cambiando. Para poder aplicar el ciclo O.O.D.A de forma correcta, necesitamos en un primer lugar observar, es por ello, que los jefes de las pequeñas unidades de los batallones de infantería y, por ende, los de las pequeñas unidades de Cazadores de Montaña, necesitan los medios adecuados para poder observar todo aquello que no ven a simple vista y tomar las decisiones correctas [8].

Por este motivo, la integración de los medios ISR en los Batallones de Cazadores de Montaña, debe ser un elemento de apoyo a los jefes de las pequeñas unidades para poder tomar las decisiones necesarias de forma correcta y de una manera más rápida que nuestro enemigo, favoreciendo así la victoria por la anteriormente nombrada teoría de la guerra de maniobras.

3.3 Medios ISR de nivel táctico.

ISR son las siglas en inglés para Intelligence, Surveillance and Reconnaissance, es decir,



medios de inteligencia, vigilancia y reconocimiento. Estas siglas pueden involucrar un amplio espectro de medios utilizados para obtener información del enemigo ya que podemos obtener información a muchos niveles, desde estratégico u operacional hasta nivel táctico. Los medios utilizados en niveles como el estratégico u operacional pueden tratarse de redes de satélites, aviones espía o UAVs del tamaño de un avión, pero en nuestro caso de estudio vamos a analizar los medios utilizados en el nivel táctico [9].

Los medios ISR de nivel táctico que nos podemos encontrar de forma más habitual suelen ser cámaras térmicas y drones.

Las cámaras térmicas permiten ver imágenes luminosas visibles para el ojo humano a partir de emisiones electromagnéticas de los cuerpos que nuestros ojos por si solos no detectan. Todo a nuestro alrededor que tenga una temperatura superior a 0K emite radiación electromagnética con un determinado rango de longitud de onda. La longitud de onda que emiten los cuerpos de seres vivos, así como objetos en ambientes normales es del rango de los infrarrojos [10].

En el ámbito militar las cámaras térmicas son útiles para labores de reconocimiento vigilancia y obtención de información ya que nos permiten detectar a personal de una manera fácil y a largas distancias, incluso si ese personal se encuentra camuflado. También nos permiten una fácil observación en ambientes nocturnos en los que con medios de visión RGB (red, green and blue), es decir, los que utilizan el rango de la luz visible como por ejemplo unos prismáticos o un telescopio, no nos permitirían ver nada en ausencia de luz [11]. Además, actualmente existen cámaras térmicas que nos permiten poder ver a través del humo y de la niebla, factor a tener en cuenta en un ámbito en el que las condiciones climáticas y medidas de ocultación del enemigo pueden hacernos operar en estos ambientes [12].

Por otro lado, los drones se han convertido en las dos últimas décadas en elementos fundamentales para el combate, no solo para realizar acciones ofensivas sino también para el reconocimiento. La guerra de Ucrania nos ha enseñado los múltiples usos que se le pueden sacar a un dron civil para combatir [13].

Existen diferentes tipos de drones, así como maneras de denominarlos: UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*), RPAS (*Remotely Piloted Aircraft System*) son algunas formas de denominar a estos sistemas aéreos no tripulados y que se pilotan de manera remota y que comúnmente se les denomina drones. Se pueden distinguir principalmente dos tipos de drones, los de ala fija y los de ala rotatoria. Entre sus características principales se destaca que los de ala fija son más eficientes energéticamente y pueden alcanzar mayores tiempos de vuelo, pero no pueden permanecer estáticos y se ven afectados en mayor medida por las condiciones meteorológicas, mientras que los de ala rotatoria a pesar de ser menos eficientes energéticamente pueden permanecer estáticos en un área y sobreponerse al viento y la lluvia de mejor forma en comparación con los de ala fija (Tabla 1) [14].



	ALA FIJA	ALA ROTATIVA
Vuelo	A altitud y velocidad	Estacionario y estable
Maniobrabilidad	Menor	Mayor
Autonomía	Mayor	Menor
Energía	Eléctrica/Explosión	Eléctrica
Carga útil	Menor	Mayor

Tabla 1 Comparativa de drones de ala fija y ala rotatoria [15].

Así mismo, encontramos también otras maneras de clasificar los drones dependiendo de su peso, la autonomía que tienen, la altura máxima que alcanzan o el tipo de motor [16].

Existe también una clasificación realizada por la OTAN en la que se engloban a todos los UAV en tres clases y se le asigna también a la estructura orgánica a la que irían asociados (Tabla 2).

Class	Category	Normal employment	Normal Operating Altitude	Normal Mission Radius	Primary Supported Commander	Example platform
CLASS III (more than 600 kg)	Strike/ Combat	Strategic/National	Up to 65,000 ft	Unlimited (BLOS)	Theater COM	
	HALE	Strategic/National	Up to 65,000 ft	Unlimited (BLOS)	Theater COM	• Global Hawk
	MALE	Operational/theater	Up to 45,000 ft MSL	Unlimited (BLOS)	JTF COM	• Predator B • Predator A • Harfang • Heron • Heron TP • Hermes 900
CLASS II (150 kg to 600 kg)	TACTICAL	Tactical Formation	Up to 10,000 ft AGL	200 km (LOS)	Bde Comd	• Aerostar • Hermes 450 • iView 250 • Ranger • Sperwer
CLASS I (less than 150 kg)	SMALL >20 KG	Tactical Unit (employs launch system)	Up to 5K ft AGL	50 km (LOS)	BN/Regt, BG	• Hermes 90 • Luna
	MINI 2-20 kg	Tactical Sub-unit (manual launch)	Up to 3K ft AGL	25 km (LOS)	Coy/Sqn	• Aladin • DH3 • DRAC • Eagle • Raven • Scan • Skylark • Strix • T-Hawk
	MICRO < 2 kg	Tactical PI, Sect, Individual (single operator)	Up to 200 ft AGL	5 km (LOS)	PI, Sect	• Black Widow

Tabla 2 NATO Classification for UAS



La principal ventaja que nos ofrece un dron para labores de inteligencia, vigilancia o reconocimiento es que, a una gran distancia del lugar que queremos observar o no teniendo visión directa de ese sitio, podemos desplegar nuestro dron y no arriesgar a nuestra unidad.

Existen también modelos en el mercado que nos permiten combinar las dos tecnologías anteriormente nombradas, las cámaras termográficas y los drones. Por poner un ejemplo de los muchos existentes en el mercado civil, el DJI Mavic 3 Thermal combina estas tecnologías por un precio inferior a los 10.000 euros, por lo que cualquier ejército occidental como el nuestro, sería capaz de adquirir [17].

3.4 RPAS de nivel táctico en el Ejército de Tierra.

El Ejército de tierra y las fuerzas armadas en general, disponen de numerosos sistemas RPAS hoy en día, desde el MQ-9 Predator B del Ejército del Aire y del Espacio utilizado para labores de ISR a nivel estratégico u operacional, hasta el Black Hornet un nano-UAV de nivel táctico. A continuación, se exponen los dos UAVs que actualmente se utilizan a nivel táctico en unidades de infantería para labores de ISR.

3.4.1 Raven B RQ-11.

Uno de los medios RPAS de los que dispone el Ejército de Tierra a nivel táctico, es el Raven B RQ-11 (figura 4). Este RPAS de ala fija tiene las siguientes características técnicas (Tabla 3).



Distancia de enlace	10 km
Estructura	Modular compuesto de Kevlar®
Ancho de alas	1,4 m
Longitud	0,9 metros
Peso	2,2 kg
Autonomía	75 minutos
Cámara	Cámara IR y RGB
Precio	El sistema completo alrededor de 250.000 y cada UAV 25.000 (dependiendo del contrato)
Navegación	GPS y brújula electrónica
Altura operativa	45 a 300 m sobre el terreno (AGL Above Ground Level)
Motor	Eléctrico
Velocidad	20 a 57 km/h

Tabla 3 Características del RPAS Raven RQ-11 B. Fuente [18].



Figura 4 Reconocimiento aéreo con mini UAV (ASPFOR XXIX) [19].

Este medio RPAS fabricado por la empresa estadounidense AeroVironment, está siendo usado en multitud de países, entre ellos Estados Unidos, Italia, Reino Unido, España y Australia entre otros.

Este medio, ha sido utilizado por el Ejército de Tierra en todas sus misiones desde que entró en dotación, desde Irak y Mali, hasta Afganistán (ver figura 4).

Las capacidades que aporta este medio RPAS son infinitas, desde reconocimientos de itinerarios a controles de zona, sin embargo, existen algunas problemáticas inherentes a los medios RPAS de ala fija, y es que no puede sostenerse de manera estática debido a que necesita estar en movimiento para permanecer en el aire. Además, su elevado coste, hace que existan en el mercado otras opciones que por 10 veces menos de lo que cuesta este sistema, no proporcione también características similares o incluso superiores [20].

El equipo que opera el Raven está compuesto por un jefe de equipo, un navegador, un conductor y un tirador de AMP. La configuración de este equipo responde a la necesidad de disponer de un vehículo para poder transportar todo el material. Generalmente este vehículo será un VAMTAC. En el combate en montaña no se puede asegurar la capacidad de acceder a todos los lugares con vehículo, haciendo que este medio no sea adecuado para estos ambientes.

3.4.2 Black Hornet.

El nano-UAV PD-100 Black Hornet PRS (figura 5) fabricado por Prox Dynamics es un UAV de pequeñas dimensiones que puede ser transportado en un bolsillo y que se utiliza para misiones de reconocimiento. Su motor eléctrico de pequeñas dimensiones hace que sea prácticamente indetectable por el ruido que hacen. A continuación, se adjuntan las características del UAV (Tabla 4).



Peso	18 gramos
Envergadura	12 cm
Alcance	1500 metros de visión directa
Motor	Eléctrico
Autonomía	15 minutos

Tabla 4 Características de UAV Black Hornet. Fuente: Elaboración Propia.



Figura 5 Miembro del MOE operando Black Hornet. Fuente [21]

La Doctrina para el Empleo de las Fuerzas Terrestres define **entorno operativo** como “el resultado del compendio de condicionantes que afectan al empleo de la fuerza e influyen en las decisiones del jefe. Uno de los condicionantes, es el aspecto físico, en concreto, el terreno y la climatología que tienen un gran efecto en el personal y en el material. Operar en un entorno montañoso o de clima frío conlleva que este elemento aumente sustancialmente su peso específico con respecto al conjunto, adquiriendo especial importancia el hecho de que las fuerzas estén especialmente organizadas y adiestradas (o no) para actuar en este entorno [19].

- Fronteras de la Unión Europea (Balcanes, Cárpatos ucranianos, Bielorrusia, Transilvania, Moldavia).
- África (Marruecos y sur de Argelia, Darfur o Tibesti).
- Asia Central (Afganistán, Turkmenistán).
- Medio Oriente (Líbano, frontera sirio-israelí, Kurdistán iraquí, Irán).
- Cáucaso (Georgia, Nagorno-Karabaj, Chechenia).
- Extremo Oriente (frontera entre las dos Coreas).
- Asia del Sur (Cachemira indo-paquistaní, frontera Indochina).
- América del Sur (países andinos).

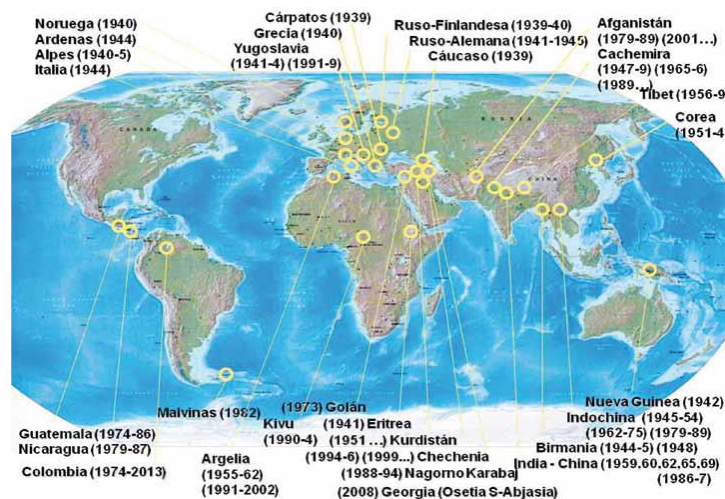


Figura 6 Conflictos mundiales en entornos montañosos y zonas frías.



Las montañas configuran un caso especial de clima porque el relieve provoca notables modificaciones en los elementos meteorológicos, creando un clima particular. Por tanto, ejercen una gran influencia sobre todas las funciones de combate. Es imprescindible una adecuada preparación y adaptación al medio del personal, los medios y los procedimientos.

En el caso del viento, independientemente de los efectos atmosféricos que afectan a una zona con carácter generalizado, suelen producirse, con carácter local, unas corrientes ascendentes al amanecer y descendentes al atardecer denominadas brisa, las cuales tienen importantes consecuencias en el vuelo de helicópteros y otros medios aéreos como UAVs ya que generan turbulencias [19].

La temperatura en montaña es muy variable pero generalmente en la montaña la temperatura media es más baja que la del llano que la rodea. En montaña se pueden experimentar desde temperaturas de 40°C hasta temperaturas de frío extremo de -40°C. El material, armamento y equipo que utilicen las unidades de montaña, tiene que estar adaptado para poder ser utilizado en estos ambientes.

En cuanto a la táctica en el combate en montaña, la compartimentación del terreno obliga a las unidades a adaptarse a este hecho. La compartimentación del terreno hace necesario el fraccionamiento de las unidades: un jefe de unidad, que en terreno no montañoso normalmente planearía y conduciría su maniobra aprovechando los apoyos mutuos entre sus unidades subordinadas, manteniendo bajo su dirección sus apoyos de fuego, no tendrá más remedio que descentralizar al máximo su Mando en este terreno montañoso. El mando orientado a la misión cobra en este caso la máxima importancia: los jefes de las unidades subordinadas en muchas ocasiones sólo contarán con el propósito de su jefe para conducir su maniobra, dada la dificultad del enlace y de apoyos a proporcionar por la unidad superior. Por lo anterior, la iniciativa a todos los niveles se convierte en una cualidad imprescindible dado que, en la mayoría de las ocasiones, se deberá actuar sin esperar a recibir nuevas órdenes debido a la dificultad del enlace [19].

El terreno escarpado y con grandes desniveles provocará una gran dificultad y lentitud en los movimientos. Por ello, la unidad que supere esta dificultad y realice el movimiento con mayor rapidez, al estar dotada de los medios adecuados y poseer altas capacidades técnicas, obtiene ventaja en la maniobra. Las técnicas especializadas de vida y movimiento en este complicado terreno otorgan la ventaja decisiva. Todos los planeamientos deberán tener en cuenta este factor, que podrá agravarse por las condiciones meteorológicas (existencia de nieve, nieblas, etc.). En este terreno los movimientos helitransportados adquieren su máximo valor; no obstante, los planes de contingencia deberán contar siempre con una alternativa que contemple la imposibilidad de su uso por condiciones meteorológicas adversas sobrevenidas [19].

Estas características particulares del terreno montañoso hacen que las unidades de montaña, tal y como se ha dicho anteriormente, necesiten trabajar de forma aislada y sin enlace. Es por esto por lo que la capacidad de obtener información actualizada de forma propia se ve mermada, y que muchas veces la velocidad de obtención de información con los medios actuales que existen en las unidades de montaña sea muy lenta retrasando el ciclo OODA. A diferencia de otras unidades, las unidades de montaña necesitan con mayor frecuencia realizar reconocimientos de itinerarios debido a que las condiciones climáticas pueden mermar esos recorridos, es por ello por lo que, para salvaguardar la integridad del personal de nuestra unidad, la utilización de sistemas aéreos no tripulados es necesaria en muchas situaciones.



4 Desarrollo: análisis y resultados.

4.1 La orgánica de un BCZM.

En este apartado, se analiza orgánica de un batallón de cazadores de montaña. La estructura orgánica, es la estructura que adquieren las unidades del ejército de tierra para la preparación de la fuerza. En territorio nacional, donde nuestro ejército se prepara para las misiones que se le puedan asignar, las unidades se organizan en estructuras orgánicas. Cuando a una unidad se le asigna una misión, la estructura de la unidad cambia a ser una estructura operativa en la cual se le asignan todos aquellos apoyos y elementos que necesite para el correcto cumplimiento de la misión.

4.1.1 La compañía de cazadores de montaña.

Las compañías de cazadores de montaña tienen la misma orgánica que una compañía de infantería ligera regular (Figura 7), sin embargo, estas compañías tienen la capacidad de combatir en montaña. El mando de la compañía lo ejerce un capitán con la preparación táctica y técnica necesaria para liderar este tipo de unidades. Por tal motivo deberá tener la aptitud para el mando de unidades de montaña que acredita haber obtenido este grado de preparación. Cada compañía de cazadores está formada de manera ideal³ por 3 secciones de cazadores y 1 sección de armas de apoyo (Figura 8). Las secciones de cazadores están formadas por tres pelotones de fusiles y una plana de apoyo al jefe de sección, compuesta por un tirador, un observador, un conductor y un radio-operador. La sección de armas de apoyo está formada por el jefe de sección y dos pelotones, uno de morteros medios y otro de defensa contra carro.

COMPAÑÍA DE CAZADORES DE MONTAÑA

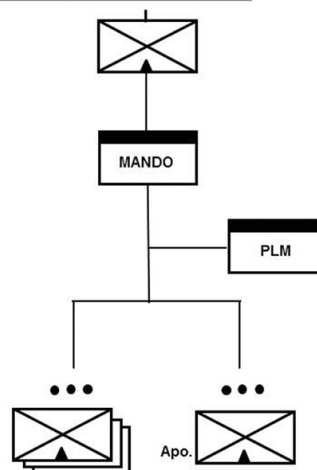


Figura 7 Compañía de cazadores de montaña. Fuente: [22].

³ La orgánica que deben tener estas compañías, no siempre se ve reflejada en la realidad debido a que el personal no siempre es el suficiente para completarlo.

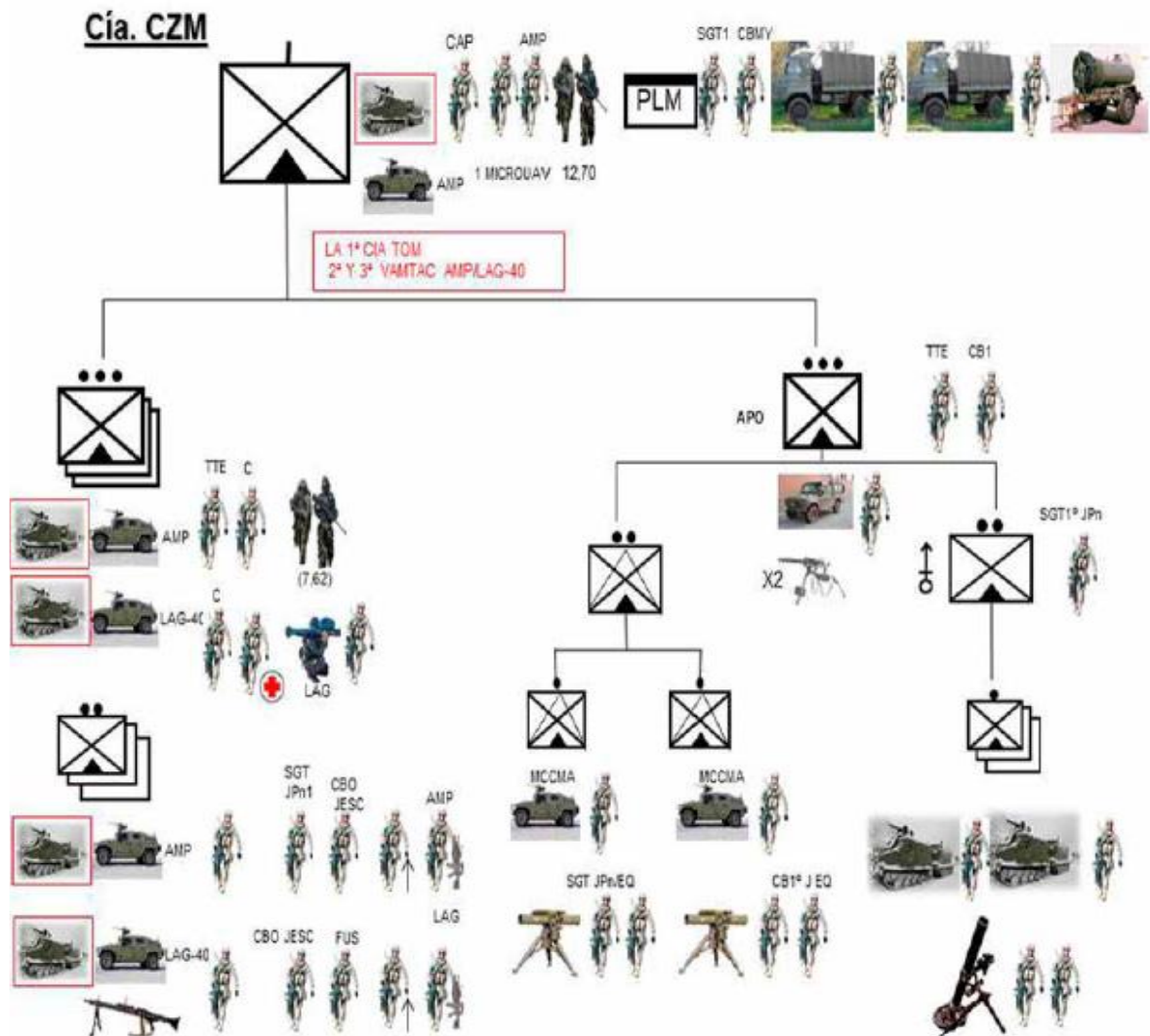


Figura 8 Personal y material de una compañía de cazadores de montaña. Fuente: [22].

La plana mayor, elemento de apoyo al jefe de la Cía. CZM, cuenta con el personal y los medios indispensables para colaborar en los cometidos logísticos de la unidad, tales como municionamiento, distribución de subsistencias y control del equipo. No obstante, la logística de la Cía. CZM estará influenciada por la dotación orgánica de vehículos, la escasez de comunicaciones, la compartimentación del terreno y las dificultades para el enlace, por lo que será necesario un planeamiento minucioso y detallado. La plana del capitán jefe de Cía. cuenta también con un tirador de precisión y su observador.

Las compañías de cazadores de montaña pueden estar configuradas en torno a 2 tipos de vehículos: el VAMTAC (Figura 9) o el TOM (figura 10). El TOM (transporte de orugas de montaña) es un vehículo de orugas especialmente hecho para poder progresar por la nieve gracias a que sus orugas de goma tienen gran anchura y le permiten reducir la presión superficial sobre la nieve. El VAMTAC (vehículo de alta movilidad táctica) se trata de un vehículo de ruedas con gran



similitud a un todoterreno con la peculiaridad de que es un vehículo MRAP (Mine-Resistant Ambush Protected), es decir que tiene la capacidad de soportar un IED y que la cámara de personal siga intacta para proteger al personal de su interior. Ambos vehículos tienen la capacidad de montar armamento sobre ellos, desde una AMP Browning M2 de calibre 12,7x99 a un lanzagranadas automático LAG-40. A pesar de que las compañías estén dotadas de vehículos, la instrucción de una compañía de cazadores es principalmente a pie debido a que el terreno montañoso no va a permitir en todo momento progresar con vehículos.



Figura 9 URO VAMTAC. Fuente:[23].



Figura 10 TOM. Fuente [24].

Como se puede comprobar en la orgánica, la plana mayor de la compañía de cazadores de montaña cuenta con un micro UAV, sin embargo, no se especifica el modelo que es y en la realidad, se ha comprobado mediante observación directa en las prácticas externas que ninguna compañía dispone de estos medios UAV en dotación.

Orgánicamente la compañía de cazadores de montaña no dispone de ningún medio ISR, si bien es verdad que cada elemento de mando dispone de una plana con tiradores que pueden efectuar labores de observación y vigilancia, estos no disponen de medios UAV ni cámaras térmicas, sino que disponen de prismáticos Leupold y visores nocturnos, pero la finalidad de estos medios es la de adquirir objetivos para abatir a larga distancia y trabajar de noche.

Para poder ratificar la necesidad de medios ISR en los batallones de cazadores de montaña, me entreviste con uno de los sargentos de la 1ª compañía de cazadores del batallón Montejurra I/66. Este sargento entró en ejército en el año 2007 como soldado en el RICZM América 66. En este empleo ha pertenecido tanto a compañías de cazadores de montaña como a la SERECO. Durante sus años de soldado también desplegó en Afganistán 2 veces, ambas como tirador de precisión y entrando en combate en ambas. En 2016 entró en la AGBS y al finalizar sus estudios volvió destinado al mismo regimiento de montaña hasta la actualidad. Este sargento describe el combate en montaña como descentralizado, la sección se disgrega y los pelotones actúan muchas veces separados.

Bajo su punto de vista los medios ISR son muy importantes ya que permiten anticiparse a las acciones que se van a realizar observando el terreno, así como proporcionando mayor seguridad al no exponer a las unidades a decisiones sin información. Además, en montaña los desplazamientos son más lentos por lo que se necesita poder tomar decisiones de forma rápida para moverse de manera fluida.



En Afganistán, el sargento utilizó la cámara CORAL CR-P ya que se la asignaron como tirador de precisión y con ella podían observar a los enemigos a gran distancia y con mucha facilidad, sin embargo, el S/GT al que pertenecía, tenía asignado un mini-RPAS Raven y con el se podía conocer si había presencia enemiga antes de exponerse. Además, podían revisar también los caminos por los que progresaban y analizar los Hot Spots ⁴ sin riesgo.

Dado que actualmente la compañía no dispone de ningún medio ISR el sargento ha adquirido un Dron de ala rotatoria DJI mini 2 pro. Aunque la solución óptima no es que el jefe de pelotón sea quien utilice el dron, comentaba, con él ha podido anticiparse a las acciones del enemigo y realizar reconocimientos de POSDEF previos al ataque incluso en clima invernal.

El sargento expuso los motivos por los que se decidió a adquirir un dron de ala rotatoria en lugar de uno de ala fija y es que los de ala rotatoria tienen una ventaja determinante: la capacidad de permanecer estáticos en un punto y poder observar sin interrupciones una zona. En el clima de montaña es superior uno de ala rotatoria a uno de ala fija ya que nos permite permanecer estables a pesar del viento. El tamaño de estos drones, por lo general es menor que los de ala fija y para desplazarnos por montaña sin vehículo, el ahorro de espacio y de peso es fundamental. Otro factor determinante para elegir uno de ala rotatoria, es sin duda la instrucción que se debe tener para operar el dron de ala fija. Con el de ala rotatoria en un modelo como el DJI mini 2 pro, es simplemente encenderlo y volar sin tener ningún tipo de conocimiento previo sobre el uso de drones.

4.1.2 La compañía de mando y apoyo del BCZM.

La compañía de mando y apoyo está formada por 4 secciones (Figura 11 y 12): una sección de mando y transmisiones, otra sección de reconocimiento, una de morteros medios (81 mm) y una sección de defensa contra carro (DCC).

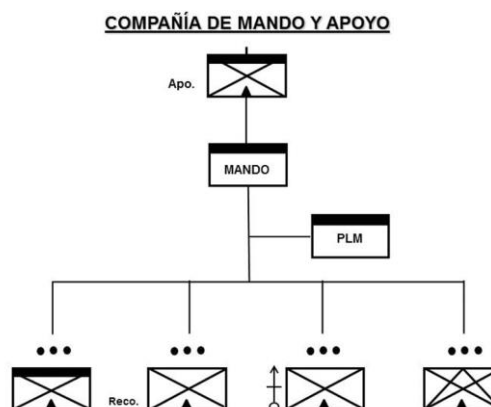


Figura 11 Compañía de MAPO. Fuente: [25].

Todas las secciones que componen la compañía de mando y apoyo (MAPO) son esenciales para que el BCZM pueda cumplir su misión, ya que proporcionan al jefe del batallón elementos

⁴ Los Hot Spot o punto caliente son aquellas zonas o lugares donde ha ocurrido con anterioridad un incidente como una emboscada o un IED.



de mando y control, observación, reconocimiento y apoyo de fuegos. Hay que tener en cuenta que en terreno montañoso y/o nevado, por la dificultad que supone al movimiento, es necesaria una mayor anticipación en la obtención de información sobre el enemigo y las condiciones del terreno; por otra parte, en muchas ocasiones, la única manera eficaz de reaccionar ante los imprevistos que tendrá el jefe del batallón será intervenir con sus fuegos. Por todo ello, la veteranía y experiencia de sus componentes, especialmente de sus jefes, en el medio montañoso, será una de las claves del éxito de su empleo. Dichos jefes de sección actúan en un escalón superior (BCZM), lo que exige una mayor comprensión de este nivel respecto a los encuadrados orgánicamente en una Cía. CZM [25].

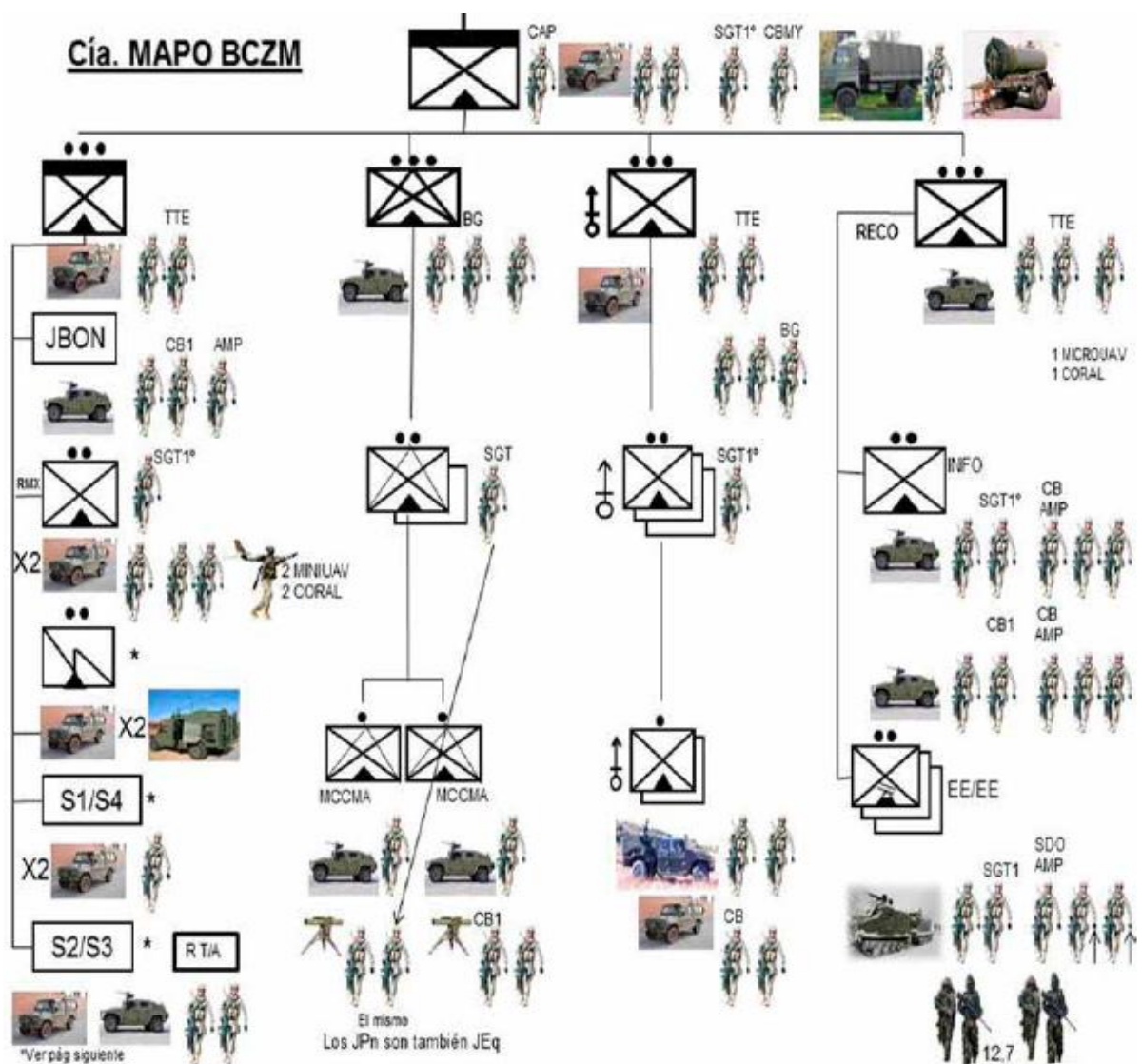


Figura 12 Medios de la Compañía de MAPO. Fuente: [25]



Para el análisis de los medios ISR en dotación en los BCZM se va a centrar el análisis de los medios que dispone la SERECO, la sección de DCC y el pelotón de observación de la sección de mando y transmisiones.

La Sc. Reco., tradicionalmente denominada de esquiadores-escaladores, es la unidad técnicamente más capacitada para el movimiento y combate en montaña en las zonas más difíciles y en las condiciones climatológicas más extremas, la modificación de despliegues o el movimiento de reservas, en este terreno, comporta unos largos plazos de tiempo, por lo que la anticipación es fundamental; la Sc. Reco. permitirá al jefe del BCZM disponer de información actualizada de todo tipo en su AOR (*Area of responsibility*), así como disponer de un elemento de protección que le conceda tiempo para poder realizar las modificaciones que aconsejen los cambios de situación.

Entre las múltiples capacidades y cometidos que tiene la SERECO, cabe destacar Reconocimiento de zonas, itinerarios y puntos, reconocimiento técnico de los anteriores, constituir o formar parte de las fuerzas de seguridad, de vigilancia o protección de un BCZM/GTM (vanguardia, retaguardia, flanqueos o línea de vigilancia). Para realizar estos cometidos, la SERECO dispone de la cámara CORAL. Más adelante se tratará este medio en profundidad. [25].

Ya que la SERECO es de gran interés para el estudio que se realiza y el órgano encargado de explotar en su totalidad los medios ISR, se ha realizado una entrevista al teniente jefe de la SERECO del BCZM I/66. A continuación se exponen las conclusiones sacadas de esta entrevista.

La sección de reconocimiento dispone de la cámara CORAL CR-2. Se trata de una cámara térmica con la cual se puede observar zonas y al enemigo, sacar coordenadas de objetivos, designar mediante láser esos objetivos y transmitir información vía radio a nuestro escalón superior para tomar mejores decisiones.

Esta cámara tiene un gran inconveniente debido a que en el ambiente en el que la utilizamos, cuando nos exponemos a temperaturas desde -5º hacia abajo, las pilas se descargan de manera rápida. Además, el volumen de material que se necesita para poder utilizar la cámara coral con todas sus funciones es muy amplio, ya que se debe cargar con la cámara, sus baterías, el trípode, el ordenador para transmisión de datos y todo el cableado, sin contar con la radio que es necesaria para transmitir los datos.

Por parte de algunos de los componentes de la SERECO, se ha comenzado a implantar el uso del dron. Uno de los jefes de escuadra posee un DJI Mavic 3 Pro. Se le saca mucho partido ya que tiene una gran estabilidad para ser utilizado en climas extremos con viento o frío.

En cuanto a que medio ISR es más interesante para la sección de reconocimiento, se llegó a la conclusión de que las cámaras térmicas permiten realizar observaciones en ambientes nocturnos pero, los drones nos dan la posibilidad de realizar vigilancias y reconocimientos sin exponernos directamente a la amenaza, por ello la mejor solución como medio ISR sería disponer de una cámara térmica como la CORAL y también poseer drones con cámaras térmicas y diurnas que nos diesen la capacidad de observar en el arco nocturno sin exponernos.



El pelotón de observación es la unidad específica con que cuenta el BCZM/GTM para la vigilancia próxima del campo de batalla, a través de la observación. Es, por tanto, un órgano ejecutivo de obtención de inteligencia, recibiendo órdenes directas del PC BCZM/GTM (puesto de mando) (núcleo S2/S3).

Esta unidad cuenta con las cámaras CORAL y deberían contar con el mini-UAV Raven, sin embargo, no disponían de él actualmente.

La sección de DCC es la encargada normalmente de realizar una protección contra los medios acorazados o mecanizados que tenga el enemigo. Sin embargo, ya que en montaña la utilización de estos medios es algo complicada debido al terreno, su función se puede ver ampliada también a la destrucción de puestos de mando, vehículos de transmisiones o emplazamientos de armas colectivas. Para realizar este tipo de cometidos, la sección de DCC utiliza el misil Spike.

Debido a que la cámara térmica de la CLU de este sistema de armas es de mejor calidad que la cámara CORAL, en muchas ocasiones se utiliza el misil Spike como un medio ISR. Más adelante, se analizará en profundidad este medio [25].

4.2 Medios ISR en dotación en un BCZM.

En este apartado, se analiza cuáles son los medios ISR que disponen los batallones de cazadores de montaña en dotación.

La información obtenida en este subcapítulo ha sido gracias al personal del Regimiento de infantería de cazadores de montaña “América 66”, manuales de uso de cada uno de los instrumentos y la utilización de fuentes abiertas en internet y cerradas en la intranet del ejército de tierra.

4.2.1 Cámaras térmicas.

4.2.1.1 Cámara CORAL.

El sistema Coral-CR (figura 13) fabricada por Elbit Systems es un sistema de imagen térmica portátil (FLIR - Forward Looking Infra Red) el sistema genera una imagen térmica de los objetos observados, la convierte en imagen visible y proyecta dicha imagen en binoculares, permitiendo su observación por el soldado. El sistema incluye capacidades de adquisición de blancos con el fin de identificar la posición propia y la adquisición del blanco detectado. Estas capacidades son obtenidas por un telémetro laser, un compás magnético digital y un GPS, los cuales están integrados y alineados junto con el FLIR.



Figura 13 Cámara CORAL. Fuente: Elaboración propia.

Esta cámara térmica no solamente permite observar el terreno, realizar fotografías, designar objetivos, medir distancias, sino que además nos da la capacidad de poder enviar por radio las imágenes que realizamos y que de esta forma se pueda transmitir de una forma rápida y segura, información útil para que el escalón superior pueda tomar decisiones (ciclo OODA). Esta transmisión de datos se hace vía radio. Se puede realizar en VHF (*very high frequency*) con la radio PR4G o con HF (*high frequency*) con la radio Harris a través de un ordenador (figura 14).

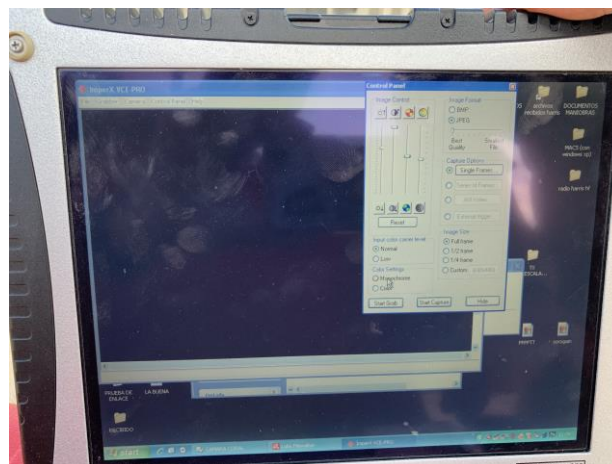


Figura 14 Traspaso de información por radio a través de PANASONIC TOUGHBOOK. Fuente: Elaboración propia.

Con la entrevista realizada al cabo y soldado operador de la cámara CORAL de la SERECO se ha profundizado más sobre este medio en cuanto a su uso, características y deficiencias. A continuación, se presenta la información recogida de la entrevista.



En la SERECO se utiliza la cámara CORAL principalmente para obtener información del enemigo a distancias de hasta 2 kilómetros. También se usa para designar objetivos y obtener las coordenadas precisas del objetivo que se está observando. La información que se obtiene se puede enviar al jefe del batallón a través de radio.

Esta cámara proporciona la capacidad de observar de noche, momento en el que es más complicado para el enemigo detectar a los observadores, además, los blancos resaltan con facilidad en la cámara térmica, es decir con un visor que no sea térmico se podría observar una zona y no detectar al enemigo porque está muy bien escondido, sin embargo, con esta cámara, aunque este camuflado, se va a observar el rastro térmico.

Los problemas que se detectan con el uso de esta cámara son los siguientes:

El primero es que la transmisión de imágenes es muy lenta debido a que la capacidad que tienen las radios para transmitir datos es muy reducida. No solo es muy lenta esta transmisión, sino que para que sea capaz de enviar datos en un tiempo suficientemente corto como para tomar una decisión en el momento oportuno, la calidad de la imagen tiene que minimizarse, por lo que la información que le llega al jefe de batallón no es la misma que la que tiene el personal que observa.

El segundo problema es que en el clima frío en el que se mueven los BCZM se descargan las baterías muy rápido. Esta cámara está preparada para ser utilizada hasta una temperatura de -30° bajo cero, sin embargo, la autonomía de las baterías se ve reducida de 2 horas en verano a 45 minutos en invierno. La cámara dispone de 6 baterías, pero la carga de estas baterías es muy lenta. Cuando la SERECO permanece aislada 3 días durante la recolección de información, agotan la autonomía de la CORAL quedándose sin capacidad de observar.

4.2.1.2 Misil SPIKE.

El misil Spike (Figura 15) no se trata de un medio ISR de por sí, sino que es un arma contra carro. Este misil filo dirigido⁵ por fibra óptica, es uno de los medios contra carro más actuales y efectivos que existen en el mercado. La inclusión del sistema MCC (Misil Contra Carro) Spike LR-Dual pretendía la sustitución tanto de Milán, en una primera fase, como de TOW, en una segunda. De esta forma, actualmente se ha completado esta primera fase, por lo que están conviviendo en el Ejército de Tierra TOW y Spike LR-Dual [26].

⁵ El guiado filo dirigido hace referencia a que el misil se dirige mediante un cable que se despliega desde que el misil sale del sistema hasta que impacta. En este caso el cable es de fibra óptica para una mayor velocidad de transmisión de información.



Figura 15 Misil Spike LR-Dual. Fuente: Elaboración propia.

Este misil fabricado por la empresa Rafael Advanced Defense Systems, tiene las siguientes características (tabla 5)

Alcances Efectivos	200 a 4000 metros
Penetración	Dstrucción de Carros de Combate equipados con o sin blindaje reactivo.
Configuración de Vuelo	Trayectoria Alta (HT) / Trayectoria Baja (LT)
Modos de Funcionamiento	
Dispara y Olvida	El seguimiento automático permite la supervivencia del operador y una alta cadencia de fuego.
Dispara y Observa	Las actualizaciones del punto de impacto proporcionan una mayor probabilidad de impacto y calcula el éxito del impacto en el blanco permitiendo cambiar la trayectoria durante el vuelo
Modo manual	El guiado manual permite el lanzamiento del misil en condiciones de visibilidad adversas, cambiar a otros blancos durante el vuelo y el lanzamiento del misil sin enganche en el blanco



Tiempo de vuelo	A un blanco a 2500 metros – 15,5 segundos. A un blanco a 4000 metros - 26 segundos	
Peso y Longitud del Misil Spike LR Dual	13,7 kg, 114 cm	Peso total del Sistema:26,8 Kg.
Peso de la CLU	5,1 kg	
Peso de la batería de la CLU	1,1 kg	
Peso del trípode	2,9 kg.	
Peso del Visor Térmico	4,0 kg.	
Posiciones de disparo flexibles	Tendido, sentado, de rodillas, así como desde espacios cerrados.	

Tabla 5 Sistema de Combate Spike - Datos Técnicos. Fuente [27].

El misil tiene 4 componentes principales: El misil Spike LR Dual, el trípode, el CLU (control de lanzamiento) y el visor térmico. Debido a la falta de medios ISR en los BCZM, el visor térmico del misil Spike es utilizado como cámara térmica ya que posee mejores prestaciones en cuanto a calidad de imagen que la cámara CORAL.

El Visor Térmico (TS) (figura 16) se emplea para operar el sistema durante la noche y en condiciones de visibilidad reducida. El TS permite al operador realizar tareas de vigilancia, observación de blancos y adquisición de un blanco antes de la activación del misil. La formación de imágenes térmicas es el proceso que se emplea para generar la imagen de video de un objeto sobre una pantalla, mediante la conversión de la radiación de calor recibida (la cual es emitida o reflejada por el objeto) en señales de vídeo [27].



Figura 16 Imagen tomada con cámara térmica de Misil Spike. Fuente: Elaboración propia.



Aunque la calidad de la cámara del misil Spike es de mayor calidad de la cámara CORAL CR-P, el misil Spike no es un medio ISR y por tanto tiene algunas carencias que le impiden cumplir sus cometidos. Para poder analizar cuáles son estas carencias o los motivos que hacen al Spike un medio no adecuado para los cometidos ISR, se ha realizado una entrevista al solado operador del Sistema de armas Spike ecuatorado en la sección de DCC y se ha extraído al siguiente información y conclusiones:

La CLU del misil Spike está alimentada por 3 tipos de baterías: recargable, de guerra o FAE a través de la cual se alimenta directamente desde el vehículo. La batería recargable tiene una autonomía de 20 minutos por lo que la utilización del sistema debe de ser puntual ya que no se podrá utilizar demasiado tiempo. La batería de guerra, aunque tiene mayor autonomía (30 minutos) son baterías desechables, es decir, de usar y tirar. Para instrucción son baterías que no se suelen usar ya que supone un importante gasto logístico. Las baterías FAE que en realidad no es una batería en si sino un sistema para que el Spike se alimente directamente desde un vehículo. En el caso de montaña no siempre es posible acceder a los lugares con vehículos y mucho menos si se intenta realizar un reconocimiento de zona o una observación del enemigo.

Otro problema con el que cuenta el Spike, es que para la utilización de la cámara térmica del CLU se necesitan 5 minutos de enfriamiento mediante un motor interno. Por lo tanto, la utilización de la cámara para labores ISR en la que se necesite entrar con velocidad en el puesto de observación y abandonarlo en el menor tiempo posible puede suponer mucho tiempo. Este proceso de enfriamiento de la cámara térmica también produce ruido, por lo que el enemigo podría detectar al elemento observador.

Además, el sistema de armas Spike cuesta aproximadamente 370.000 euros (250.000 la dirección de tiro y 120.000 cada misil) es por ello por lo que utilizar este medio para labores de ISR es desaprovechar las capacidades que tiene y los cometidos que se le atribuyen que es la destrucción de HVT y la defensa contra carro.

El problema principal radica en que para poder realizar una defensa contra carro efectiva y poder cubrir una zona, se necesita observar las avenidas de aproximación del enemigo y el único medio que dispone esta sección para realizar la observación es el propio misil Spike, en consecuencia, a esto último es posible que empuen la batería de sus medios contra carro en observar y no puedan realizar fuego cuando lo necesite.

4.3 Integración de medios ISR en los BCZM.

En el anterior apartado se ha comprobado mediante observación directa y entrevistando al personal del BCZM Montejurra I/66 que las unidades de montaña tienen carencias respecto a medios ISR. Orgánicamente, deberían tener más medios para poder realizar sus cometidos, sin embargo, la realidad es que no tienen todos los medios disponibles. En cuanto a los dos principales medios ISR que se analizan en este trabajo, el RICZM América 66 carece completamente de UAVs, siendo únicamente la cámara térmica CORAL el único medio ISR del que disponen. En este apartado se va a analizar cuáles son los medios ISR más indicados para poder ser integrados en los BCZM y en qué lugar de la estructura orgánica deberían integrarse.

De las entrevistas que se han realizado anteriormente, extraemos que el personal del BCZM han adquirido por cuenta propia medios ISR. En concreto, han adquirido drones, en su totalidad



de la empresa China DJI. De hecho, la tercera compañía del BCZM Montejurra I/66 que próximamente va a desplegar en Mali, han adquirido 3 drones DJI Mavic 3 PRO para utilizarlos en ZO (zona de operaciones).

A continuación, se realiza un análisis DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas, Oportunidades) sobre la integración de medios ISR civiles al ejército (tabla 6).

<p><u>DEBILIDADES</u></p> <ul style="list-style-type: none"> -Dependencia externa -Seguridad de datos -Limitaciones de interoperabilidad 	<p><u>AMENAZAS</u></p> <ul style="list-style-type: none"> -Vulnerabilidad a ciberataques -Pérdida de control estratégico -Regulaciones y limitaciones civiles
<p><u>OPORTUNIDADES</u></p> <ul style="list-style-type: none"> -Mejora de la eficacia operativa -Colaboración con el sector civil -Adaptabilidad y flexibilidad 	<p><u>FORTALEZAS</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Mejora de la capacidad de ISR -Ahorro de costos -Innovación y avances tecnológicos: -Reducción del riesgo para el personal militar:

Tabla 6 Análisis DAFO sobre integración de medios ISR civiles en el ejército. Fuente: Elaboración Propia.

Aunque tiene riesgos importantes implementar medios civiles dentro del ejército y más aún cuando estos medios van a estar dedicados a la obtención de información que muchas veces puede ser sensible, la industria civil nos da muchas opciones las cuales podemos utilizar para guiar el desarrollo del próximo medio ISR. Como hemos nombrado en el apartado 3, en la guerra de Ucrania se están utilizando hoy medios ISR civiles en pleno combate.

4.3.1 Integración de RPAS.

Para poder concretar cuales son las características que necesitan los RPAS en montaña se ha realizado un PPT ⁶(pliego de prescripciones técnicas).

El objeto del siguiente Pliego de Prescripciones Técnicas (PPT) es la definición de las características y requisitos técnicos que debe satisfacer un UAV para su adquisición por parte del Ejército de Tierra para poder ser integrado en los BCZM.

RE-1. El RPAS debe tener capacidad VTOL (*Vertical take-off and landing*).

RE-2. El RPAS debe ser resistente a la lluvia.

RE-3. El RPAS debe tener una autonomía mínima de 30 minutos. Se valora positivamente que sea superior.

⁶ Un PPT es un Documento fundamental que contiene toda la información necesaria para que el objeto del contrato se ejecute a satisfacción del órgano que contrata, es decir, este documento recoge las características necesarias para la adquisición de nuevos RPAS.



RE-4. Las baterías del RPAS deben ser intercambiables.

RE-5. La distancia de operación del RPAS debe ser superior a 5 km en terreno descubierto.

RE-6. Las hélices del RPAS deben ser intercambiables de forma rápida.

RE-7. El RPAS debe tener GPS y ser compatible para operar en ATAK.

RE-8. El RPAS debe ser operable desde un teléfono móvil.

RE-9. El RPAS debe soportar un rango de temperaturas desde -10°C hasta los 40°C.

RE-10. El RPAS debe poder soportar rachas de viento de hasta 10 m/s como mínimo.

RE-11. El RPAS debe tener una cámara que nos permita obtener información a tiempo real. Se valora positivamente que tenga una cámara termográfica adicional a la de visión normal.

RE-12 El RPAS debe tener un peso inferior a 1750 gramos.

RE-13 El RPAS debe tener unas dimensiones iguales o menores a 300x150x150mm (largo x ancho x alto) en modo transporte con la finalidad de poder ser llevado en la mochila del combatiente.

RE-14 Las baterías del RPAS deben poder ser cargadas a través de conector tipo USB-C.

Como se puede observar, el primer requisito del PPT para la adquisición de los RPAS para los BCZM es que el despegue y el aterrizaje de este, sea de forma vertical. Esto es debido a que la gran mayoría de las veces en terreno montañoso no vamos a disponer de un espacio para poder realizar un aterrizaje o un sitio donde realizar una caída controlada. Por este motivo, los medios UAV de ala fija como el mini-UAV Raven, quedan descartados. Sin bien es verdad que algunos medios UAV de ala fija tiene la posibilidad de ser desplegados de forma vertical, la necesidad que tienen estos de tener una superficie alar suficientemente grande como para que les genere la sustentación necesaria para poder volar, hacen que tengan un tamaño mucho mayor a aquellos de ala rotatoria, por lo que para ser integrados en BCZM, el transporte de estos a pie es más complicado debido al espacio disponible para llevar material.

Los drones que se están utilizando actualmente en el BCZM Montejurra I/66 sin estar en dotación en la unidad son el DJI mini 2 pro y DJI mavic 2 así como los DJI mavic 3 pro que desplegarán en Mali. Ninguno de los anteriores UAVs cumple los requisitos necesarios para poder ser integrados en las unidades de montaña puesto que no tiene la suficiente resistencia a las ráfagas de viento superiores a 10 m/s y tampoco tienen protección ante la lluvia. Estos dos factores son tajantes a la hora de poder integrar medios RPAS en los BCZM ya que las particularidades estudiadas sobre el clima en montaña demuestran que con frecuencia se van a dar estas condiciones.

Otro inconveniente que presentan los drones de la empresa DJI es que esta empresa es de origen chino y por lo tanto existen riesgo en cuanto a filtración de información.



Existen otras empresas con drones que tienen características similares y que son de países occidentales. *Autel Robotics* es una empresa Norte Americana que fabrica drones civiles que compiten en características con los DJI anteriormente nombrados y que también están presentes en conflictos actuales como la guerra de Ucrania. A continuación, se exponen las características del UAV *Autel Robotics* EVO MAX 4T/A-Mesh 1.0. (Ver tabla 7 y figura 17).

Peso	1600 g, batería y cardán incluidos
Dimensiones plegado	257*136*133 mm
Tiempo máximo de vuelo	42 minutos
Distancia máxima de vuelo sin obstáculos	20 km
Resistencia máxima al viento	12 m/s
Temperatura de funcionamiento	De -20 a 50 °C
Baterías con entrada USB-C	Si
Capacidad de usar dispositivo móvil como control del RPAS	Si
Conectividad con ATAK	Si
Cámara termográfica	Si
Precio	7.209 euros
Baterías intercambiables	Si
Protección contra el agua	IP43 ⁷

Tabla 7 características de UAV Autel Robotics EVO MAX 4T/A-Mesh 1.0. Fuente: [28]

⁷ Las certificaciones IP se refiere a un estándar que indica el grado de protección que algunos aparatos electrónicos tienen contra la entrada de elementos externos, como polvo y agua.



Figura 17 Autel Robotics EVO MAX 4T/A-Mesh 1.0. Fuente: [28]

Que todos los UAV del batallón sean el mismo modelo tiene grandes ventajas logísticas y operativas. En primer lugar, permite a la cadena logística adquirir recambios del mismo tipo para todos los drones de esta unidad. Operativamente, los especialistas encargados de reparar este medio simplemente tendrían que formarse en 1 medio al igual que los operadores de los UAV. Además, este tipo de RPAS cubriría en todos los escalones las necesidades de obtención de información debido a sus capacidades.

4.3.2 Adaptación de la orgánica a los RPAS.

En primer lugar, para adaptar la orgánica de una unidad a un nuevo medio se debe formar al personal que lo va a utilizar.

La normativa que se aplica en España es el Reglamento 2019/945 de la Comisión, de 12 de marzo de 2019, sobre los sistemas de aeronaves no tripuladas y los operadores de terceros países de sistemas de aeronaves no tripuladas y el reglamento 2019/947 7 de la comisión de 24 de mayo de 2019 relativo a las normas y los procedimientos aplicables a la utilización de aeronaves no tripuladas. De esta normativa se extrae que para poder volar UAVs de entre 500 g y 4 kg es necesaria una licencia que se puede obtener de forma gratuita a través de la web de la AESA (Agencia Estatal de Seguridad Aérea) [29] [30].

En el análisis de la compañía de cazadores de montaña se observó que cada jefe de sección tiene una plana compuesta por un tirador de precisión, un observador, un radio operador y, en caso de ser necesario, un conductor.

Ya que los RPAS como medio ISR es una herramienta que le permite al jefe de sección tomar de forma más rápida y con más seguridad las decisiones ya que favorece al ciclo OODA, los RPAS deben integrarse dentro de la plana del teniente, puesto que ese órgano es el encargado de facilitarle el mando y control de su unidad.

De la entrevista realizada al teniente jefe de la 2ª sección de la 1ª Cía. de CZM y también de la observación directa de la sección de cazadores durante temas tácticos realizados en el



Pirineo, se puede sacar la conclusión que la única persona de la plana para formar como operador del UAV sería el radio operador puesto que este siempre se encuentra junto al jefe de sección, mientras que el tirador y observador pueden estar ocultos en la distancia reconociendo terreno o abatiendo objetivos por lo que no da lugar a añadir otro cometido táctico de este tipo. El conductor tampoco da lugar a ser operador de RPAS puesto que mientras realiza los cometidos de conducción del vehículo, no podría encargarse del pilotaje del UAV.

Otra opción contemplada para la integración de RPAS en la orgánica sería añadir a otro soldado a la plana de las secciones cuyo cometido específico sea el pilotaje del RPAS.

Para decidir cuál de las opciones es mejor, que el piloto del RPAS sea el radio operador u otro soldado añadido a la plana, vamos a utilizar una herramienta denominada AHP. Este método (*Analytic Hierarchy Process* AHP), propuesto por Thomas Saaty en 1980 es un método cuantitativo para la toma de decisiones multicriterio que permite generar escalas de prioridades basándose en juicios expertos manifestados a través de comparaciones por pares mediante una escala de preferencia (Tabla 8). Esta escala permite incorporar en un modelo de decisión juicios sobre intangibles, representando la dominancia o preferencia de una alternativa frente a otra en relación con un atributo [31].

A continuación, se va a realizar un esquema de estructuración jerárquica (figura 18) de nuestro problema. A través de este, vamos a poder determinar los criterios por los cuales analizaremos nuestras alternativas.

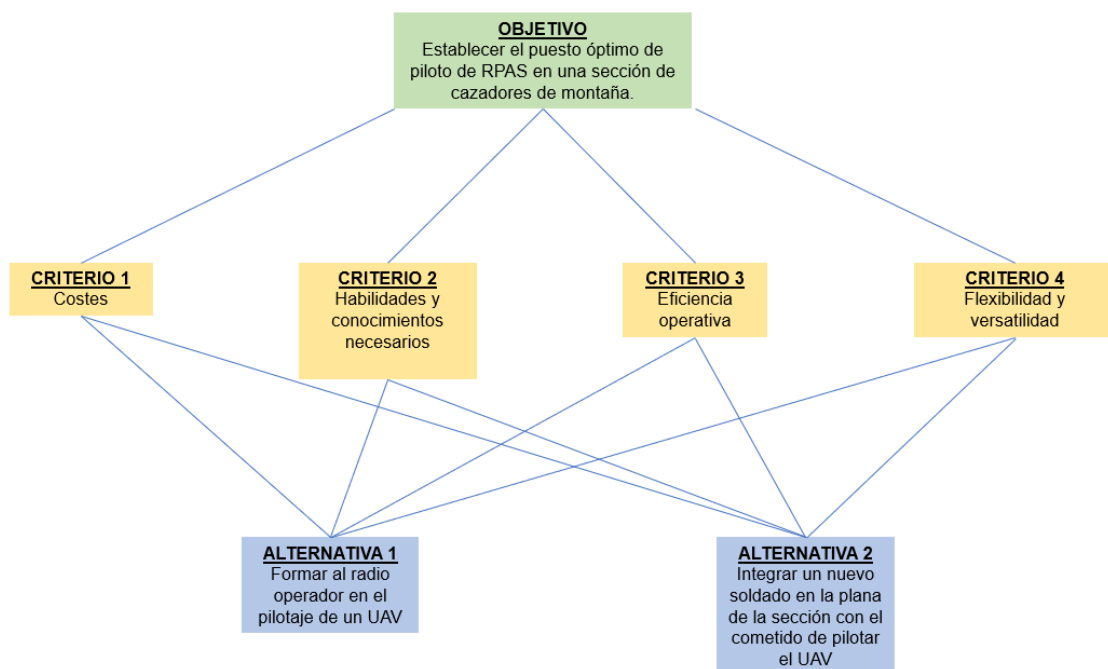


Figura 18 Esquema de estructuración jerárquica. Fuente: elaboración propia.



CRITERIO 1- Habilidades y conocimientos necesarios

CRITERIO 2- Costes.

CRITERIO 3- Eficiencia operativa: quien es capaz de realizar con mayor eficiencia el cometido de pilotar el RPAS.

CRITERIO 4- Flexibilidad y versatilidad: la capacidad de una persona para adaptarse a diferentes tareas, situaciones o escenarios.

Consideramos A1 como la alternativa de que el piloto sea un nuevo soldado agregado a la plana. y A2 como la alternativa de que sea el radio operador.

A continuación, realizamos una comparación de criterios mediante la escala fundamental de Saaty a través de la cual obtenemos un valor numérico evaluando la importancia relativa entre ellas.

VALOR	DEFINICIÓN	COMENTARIOS
1	Igual importancia	El criterio A es igual de importante que el criterio B
3	Importancia moderada	La experiencia y el juicio favorecen ligeramente al criterio A sobre el B
5	Importancia grande	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente el criterio A sobre el B
7	Importancia muy grande	El criterio A es mucho más importante que el B
9	Importancia extrema	La mayor importancia del criterio A sobre el B está fuera de toda duda
2,4,6 y 8	Valores intermedios entre los anteriores, cuando es necesario matizar	

Tabla 8 Escala fundamental de Saaty Fuente: [31]

La comparación de los criterios entre sí para determinar la importancia relativa del uno sobre el otro se ha realizado con la ayuda del personal de la 1ª compañía de cazadores del batallón Montejurra I/66, en concreto con el capitán jefe y los 3 tenientes jefes de sección.

1-Habilidad y conocimientos necesarios (C1) vs. Costes (C2)

C1 tiene importancia grande en comparación con los Costes por lo tanto asignamos un valor de 5 a C1 y un valor de 1/5 para C2

2- Habilidades y conocimientos necesarios (C1) vs. Eficiencia operativa (C3).

C3 es igual de importante que C1 por lo que se les asigna a ambas un 1

3- Habilidades y conocimientos necesarios (C1) vs Flexibilidad y versatilidad (C4)

C1 es moderadamente más importante que C4, por lo que se asigna un valor de 3 a C1 y 1/3 a C4.

4- Costos (C2) vs. Eficiencia operativa (C3)

C3 tiene una importancia muy grande respecto a C2, por lo que se asigna un valor de 7 a C3 y 1/7 a C2



5- Costos (C2) vs. Flexibilidad y versatilidad (C4)

C4 es moderadamente más importante que C2, por lo que se asigna un valor de 3 a C4 y 1/3 a C2.

6- Eficiencia operativa (C3) vs. Flexibilidad y versatilidad (C4)

C3 es moderadamente más importante que C4, por lo que se asigna un valor de 3 a C3 y 1/3 a C4.

El siguiente paso, es realizar una comparación de cada alternativa frente a cada criterio.

Comparaciones para C1 - Habilidades y conocimientos necesarios:

A1 es moderadamente más adecuado que A2 en términos de habilidades y conocimientos necesarios, por lo que se asigna un valor de 3 a A1 y 1/3 a A2.

Comparaciones para C2 - Costes:

A2 es mucho más adecuado en términos de costes, por lo que se asigna un valor de 7 a A2 y 1/7 a A1.

Comparaciones para C3 - Eficiencia operativa:

A1 es moderadamente más adecuado en términos de eficiencia operativa, por lo que se asigna un valor de 3 a A1 y 1/3 a A2.

Comparaciones para C4 - Flexibilidad y versatilidad:

A1 es moderadamente más adecuado en términos de flexibilidad y versatilidad, por lo que se asigna un valor de 3 a A1 y 1/3 a A2.

Atendiendo al resultado de este método (ANEXO II), respecto a los criterios planteados, para integrar los RPAS en las secciones de fusiles sería mejor incluir a una nueva persona en la plana el lugar de que el radio operador fuse también la persona que se encargase de pilotar el RPAS.

Atendiendo a la orgánica estudiada de la Compañía de mando y apoyo, el elemento que tiene esa compañía para realizar los reconocimientos que el JBON (jefe de batallón) le ordene es la SERECO.

Esta sección además de contar con una plana para facilitar el mando y apoyo del jefe de sección también cuenta con un pelotón de información. Al igual que en una sección de fusiles, se añadiría un soldado nuevo a la plana de sección que tenga el cometido de pilotar el RPAS. En el caso del pelotón de información se tendría que formar a uno de sus soldados para poder operar el UAV y de esta forma dejar integrado el RPAS para dar cobertura de información en toda la AOR.

El pelotón de observación de la sección de mando y transmisiones, según el organigrama, debería contar con 2 mini-UAV Raven, sin embargo, tampoco se encuentran actualmente integrados por lo que también sería aplicable este tipo de medios a este pelotón.



4.3.3 Integración de Cámaras térmicas.

Pese a que las cámaras térmicas son el único medio ISR que realmente se encuentra en dotación en los BCZM, el número de cámaras que hay en el batallón no es el suficiente como para cubrir todas las necesidades.

Como se ha estudiado, únicamente tienen cámaras térmicas CORAL CR-P la SERECO y el pelotón de observación de la sección de mando y transmisiones. Sin embargo, atendiendo a la observación directa durante el ejercicio ACOMFR desarrollado en san Gregorio de los tiradores de precisión, se puede extraer la conclusión de que los tiradores de precisión deben de disponer de cámaras termográficas para poder realizar la observación durante el arco nocturno.

Los ETPs, que están integrados en las planas de la Compañías de CZM y en las planas de sus secciones, así como en la SERECO, disponen de prismáticos LEUPOLD para realizar observaciones durante el día y el tirador cuenta con la mira de su fusil para poder abatir blancos. En el arco nocturno el tirador tiene el medio de visión nocturna AN PVS-27 (ver figura 19), que utiliza junto a la mira de su fusil para abatir blancos, no como medio ISR. Sin embargo, el observador no tiene ningún medio para adquirir blancos a grandes distancias y poder guiar al tirador en sus disparos ni tampoco poder informar al jefe de Sección mientras realizan cometidos de vigilancia, observación o reconocimiento.



Figura 19 Visor de intensificación de luz AN-PVS/27. Fuente: [24].

En el mercado civil existen opciones de visores térmicos que se podrían adaptar a los BCZM y que superan en características a la Cámara Térmica CORAL CR-P. Por ejemplo, el visor Pulsar Helion 2 XP50 Pro (figura 20) es una cámara térmica que podría adaptarse a las unidades de montaña. Esta cámara tiene las características que se muestran en la tabla 9.



Figura 20 Pulsar Helion 2 XP50 Pro. Fuente: [32]

Peso	500 g
Dimensiones	242x75x60 mm
Tiempo de funcionamiento	Hasta 8 horas
Distancia efectiva de detección	1800 m
Temperatura de funcionamiento	De -25 a 50 °C
Tipo de sensor Térmico	Sin enfriamiento previo.
Baterías con entrada USB-C	Si
Conectividad de la cámara a dispositivo móvil	Si
Conectividad con ATAK	Si
Capacidad de información	8+ horas de video o 100.000 fotografías
Precio	3.990 euros
Baterías intercambiables	Si
Protección contra el agua	IPX7

Tabla 9 Características técnicas de visor térmico Pulsar Helion 2 XP50 Pro. Fuente: [32]

En comparación con la cámara CORAL CR-P, este tipo de medios civiles es muy superior en cuanto a características técnicas puesto que le superan en autonomía, tamaño, peso protección contra los elementos externos, temperatura de operación, capacidad de almacenamiento y su precio es mucho menor. Sin embargo, la cámara CORAL CR-P tiene algunas funcionalidades que pueden ser claves en el ámbito militar, como, por ejemplo: la transmisión de datos vía radio, la georreferenciación de las imágenes que sacamos



pudiendo así dar coordenadas precisas del enemigo y la designación de objetivos mediante laser IR.

La utilización de las cámaras térmicas no tiene ninguna formación requerida ya que son sistemas generalmente simples. Además, no es un medio que tenga un requerimiento de ocupar un puesto táctico exclusivo para su utilización, sino que es un medio complementario a la actividad que normalmente desarrollan.



5 Conclusiones y líneas de trabajo futuras.

Como hemos comprobado, la capacidad de obtención de información en una unidad de infantería es clave para poder asegurar una correcta toma de decisiones y, por ende, alcanzar el éxito en sus operaciones. A nivel táctico, el contar con información a tiempo real de las acciones que se van a realizar a continuación, nos proporciona seguridad a nuestra propia unidad, así como anticipación a los movimientos enemigos.

Las tendencias tecnológicas y las guerras más actuales como el conflicto de Ucrania o la incipiente guerra entre Israel y Palestina son las que marcan el ritmo al que el resto de los ejércitos del mundo deben adaptarse en cuanto a orgánica y en cuanto a medios, en este caso ISR.

El Ejército de Tierra debe adaptarse a las nuevas tendencias sobre medios ISR y en el caso concreto de las unidades de montaña, por ser estas unidades especializadas ya que combaten en un entorno diferente al que lo hace el resto del ejército, necesitan materiales que se adapten a este tipo de ambientes y no que la unidad se tenga que adaptar a los materiales.

El objetivo general de este trabajo era analizar los medios ISR en dotación en los BCZM y los medios civiles que podrían adaptarse a estos aportando nuevas tecnologías para poder cumplir los objetivos de recolección de información. A continuación, se exponen las conclusiones extraídas de este análisis.

Actualmente los BCZM disponen de medios ISR escasos en cantidad, tipología y calidad además de utilizar como medios ISR materiales que no están hechos para esos cometidos. Aunque orgánicamente los BCZM deberían disponer en dotación de mini-RPAS, micro-RPAS y cámaras CORAL CR-P, la realidad es que únicamente se encuentran estos últimos.

Del análisis de los medios ISR que actualmente existen se extraen las siguientes conclusiones:

Cámara CORAL CR-P: Este medio ISR, aunque de gran utilidad para cualquier unidad de infantería y gran calidad de imagen, posee defectos hacen difícil su utilización en montaña. El tamaño y peso de la cámara es grande si no se va a trabajar con vehículos, su autonomía es demasiado corta para trabajar con ella estando varios días aislado sin ningún vehículo donde poder cargar sus baterías, el frío afecta demasiado a la autonomía de la cámara reduciendo a la mitad su utilización, el medio de transmisión de datos es complejo y supone de otros medios como puede ser el cable y el portátil que no son aptos para la movilidad en montaña ni su clima.

Misil Spike: Aunque el misil Spike es un arma de DCC que tiene grandes utilidades y es muy eficaz, no se trata de un medio ISR y por tanto la utilización de este como tal desaprovecha sus capacidades. La sección de DCC tiene la necesidad de poseer un medio de visión térmica complementario a la dirección de tiro del misil Spike para no malgastar la batería y el estado del misil.

En cuanto al trabajo futuro sobre medios ISR en los BCZM, sería interesante integrar de forma orgánica medios civiles como los vistos en los apartados anteriores que actualmente están a la orden del día y que, además, superan tecnológicamente a los medios de los que disponemos actualmente. Profundizando, sobre todo, en la integración de los



RPAS en todo el batallón ya que es una tendencia en alza vista en los últimos conflictos y de probada eficacia en combate.

Los proyectos que se están realizando actualmente para el diseño e integración de medios RPAS en las unidades del ejército como el proyecto RAPAZ, no tienen el ritmo suficiente como para adaptarse a los cambios que el ejército necesita para estar a la altura del combate actual. El único mercado que actualmente se adapta a los cambios tan rápidos que suceden en las tecnologías del combate es el mercado civil y, por lo tanto, el ejército debería tener más presente la integración de medios civiles.



6 Referencias bibliográficas.

- [1] - Introducción a la inteligencia en el ámbito de seguridad y defensa Javier Jordán ANÁLISIS GESI 26/2015. 9 de diciembre de 2015. <http://www.ugr.es/~gesi/analisis/26-2015.pdf>.
- [2] - Dictionary of United States Military Terms for Joint Usage (Revision of February 1957).
- [3] - Una revisión del ciclo de Inteligencia. Javier Jordán. 18 de enero de 2016. <https://digibug.ugr.es/bitstream/handle/10481/40628/2-2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [4] - Página web del Centro Nacional de inteligencia <https://www.cni.es/la-inteligencia>
- [5] - LA GUERRA DE MANDO Y CONTROL Y LA TEORÍA DEL OODA LOOP. José María Prats Marí, Capitán de corbeta Profesor de la ESFAS.
- [6] - Libro: Manual de la Guerra de maniobras por William S. Lind.
- [7] - Apuntes de Estrategia Operacional - Capítulo 6. Calm. Carlos De Izcue Arnillas, C. de N. Andrés Arriarán Shaffer, C. de N. Yuri Tolmos Mantilla. Escuela Superior de Guerra Naval, Ejército del Perú
- [8] - Especialización en estrategia operacional y planeamiento militar conjunto. Trabajo final integrador. Tema: Herramientas de planeamiento operacional. Título: «El Ciclo OODA en el planeamiento operacional» Autor: Mayor Luciano E. Martínez Federik.
- [9] - Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance (ISR) Programs: Issues for Congress Richard A. Best, Jr. Specialist in National Defense Foreign Affairs, Defense, and Trade Division <https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/ADA447906.pdf>
- [10] - Infrared thermography for building diagnostics, Energy and Buildings by C.A. Balaras, A.A. Argiriou, Volume 34, Issue 2, 2002, Pages 171-183, ISSN 0378-7788, [https://doi.org/10.1016/S0378-7788\(01\)00105-0](https://doi.org/10.1016/S0378-7788(01)00105-0)
- [11] - Thermal cameras and applications : a survey. Machine Vision and Applications 25, 245–262 (2014) by Gade, R., Moeslund, T.B. <https://doi.org/10.1007/s00138-013-0570-5>
- [12] - Mittal, Usha & Srivastava, Sonal & Chawla, Priyanka. (2019). Object Detection and Classification from Thermal Images Using Region based Convolutional Neural Network. Journal of Computer Science. 15. 961-971. 10.3844/jcssp.2019.961.971.
- [13] - Dominika Kunertova (2023) The war in Ukraine shows the game-changing effect of drones depends on the game, Bulletin of the Atomic Scientists, 79:2, 95-102, DOI: 10.1080/00963402.2023.2178180
- [14] - Vergouw, B., Nagel, H., Bondt, G., Custers, B. (2016). Drone Technology: Types, Payloads, Applications, Frequency Spectrum Issues and Future Developments. In: Custers, B. (eds) The Future of Drone Use. Information Technology and Law Series, vol 27. T.M.C. Asser Press, The Hague. https://doi.org/10.1007/978-94-6265-132-6_2
- [15] - Addati, Gastón A.; Pérez Lance, Gabriel (2014): Introducción a los UAV's.
- [16] - Dr. Maziar Arjomandi. MECH ENG 3016 AERONAUTICAL ENGINEERING CLASSIFICATION OF UNMANNED AERIAL VEHICLES.
- [17] - Aleksandar PETROVSKI and Marko RADOVANOVIC APPLICATION OF DETECTION



RECONNAISSANCE TECHNOLOGIES USE BY DRONES IN COLLABORATION WITH C4IRS FOR MILITARY INTERESTED

[18] - Página web de Aero Vironment: www.avinc.com

[19] - Manual PD4-009 COMBATE EN MONTAÑA Y ZONAS DE CLIMA FRÍO

[20] - Analysis of the Sustainment Organization and Process for the Marine Corps' RQ-11B Raven Small Unmanned Aircraft System (SUAS) 27 March 2012 by Capt. Jeffery Van Bourgondien, USMC

[21] - Noticia de www.defensa.com.

[22] - Manual PD4-103 Anexo A.

[23] - Web de UROVESA <https://urovesa.com/>

[24] - Web del Ejército de Tierra <https://ejercito.defensa.gob.es/>

[25] - Manual PD4-103 Anexo B

[26] - SISTEMA CONTRACARRO SPIKE LR2 Subteniente D. Alberto Segura Elorza

[27] - Manual MT4-902 Cuerpo del Manual de bolsillo del Operador

[28] - Dron Autel Robotics <https://es.autelpilot.eu/products/autel-robotics-evo-max-4t>

[29] - Real Decreto 1036/2017, de 15 de diciembre, por el que se regula la utilización civil de las aeronaves pilotadas por control remoto. <https://www.boe.es/boe/dias/2017/12/29/pdfs/BOE-A-2017-15721.pdf>

[30] - REGLAMENTO DE EJECUCIÓN (UE) 2019/947 DE LA COMISIÓN de 24 de mayo de 2019 relativo a las normas y los procedimientos aplicables a la utilización de aeronaves no tripuladas. <https://www.boe.es/doue/2019/152/L00045-00071.pdf>

[31] - El método Analytic Hierarchy Process para la toma de decisiones. repaso de la metodología y aplicaciones. Esteban A. Nantes, Departamento de Ciencias de la Administración- Universidad Nacional del Sur.

[32] - Página web de Pulsar night vision: <https://www.pulsar-nv.com/glo/es/>



ANEXOS



Anexo I

EDT (Estructura de Desglose del Trabajo).

Proyecto: **Estudio de capacidades y características requeridas en los medios ISR del BCZM.**

Project manager: Antonio Estívaléz Pérez

ID	Nombre tarea	Descripción
1	Lanzamiento del proyecto	
1.1	Reunión con el director civil	Orientación del proyecto
1.2	Reunión con el director militar	Concretar cometidos durante las prácticas externas
1.3	Realización de hoja de propuesta del TFG	Determinar procedimientos para realización de TFG
2	Investigación de medios	
2.1	Observación de sección de fusiles.	
2.2	Observación de medios ISR en dotación	
3	Definición de requisitos	
3.1	Entrevistas a personal cualificado	
3.2	Análisis de requisitos de los medios ISR	Estudio de las carencias actualmente encontradas en estas unidades
3.3	Creación de PPT (pliego de prescripciones técnicas)	Características de los medios RPAS en montaña
4	Estudio de integración de nuevos medios	
4.1	Análisis de opciones del mercado	Analizar las tendencias actuales en los conflictos que se están desarrollando respecto a medios ISR
4.2	Estudio de integración de medios ISR en la orgánica de un BCZM	Estudiar que medios y en que puesto táctico deben de implementarse
5	Extracción de conclusiones del estudio.	
6	Fin del proyecto	



Anexo II

Cálculos de método AHP

Tabla de ponderación de criterios:

Comparamos un criterio con el otro, pareja a pareja

	C1	C2	C3	C4
C1	1	5	1	3
C2	1/5	1	1/7	1/3
C3	1	7	1	3
C4	1/3	3	1/3	1

Sumas 2,533333 16 2,47619 7,33333

Matrices de valoración de alternativas por comparación entre ellas en base a cada criterio:

En base al criterio 1

	A1	A2
A1	1	3
A2	1/3	1

Suma 1,333333 4 0

En base al criterio 2

	A1	A2
A1	1	1/7
A2	7	1

Suma 8 1,143 0

En base al criterio 3

	A1	A2
A1	1	3
A2	1/3	1

Suma 1,333 4 0

En base al criterio 4

	A1	A2
A1	1	3
A2	1/3	1

Suma 1,333 4 0

Matriz normalizada

C1	A1	A2
A1	0,75	0,75
A2	0,25	0,25

Sumas

1,5
0,5

Total

VP-1

0,75
0,25

Matriz normalizada

C1	A1	A2
A1	1/8	1/8
A2	7/8	7/8

Sumas

0,25
1,75

Total

VP-2

0,125
0,875

Matriz normalizada

C1	A1	A2
A1	3/4	3/4
A2	1/4	1/4

Sumas

1,50
0,50

Total

VP-3

0,75
0,25

Matriz normalizada

C1	A1	A2
A1	3/4	3/4
A2	1/4	1/4

Sumas

1,50
0,50

Total

VP-4

0,75
0,25

Producto de matrices: al multiplicar la matriz de VP's de cada criterio por el vector de ponderaciones de cada criterio, obtenemos la valoración de cada alternativa en función del conjunto de criterio

	Crit 1	Crit 2	Crit 3	Crit 4
VP-1	0,750	0,125	0,750	0,750
VP-2	0,250	0,875	0,250	0,250

Ponderaciones

0,38004
0,06115
0,41129
0,14751

*

Valoración

5/7	Alternativa 1
2/7	Alternativa 2

=

El vector propio es es la suma de cada fila,

dividido por la suma total de suyo mismo:

Sumas

1,520173905
0,244594222
1,645173905
0,590057968

Ponderaciones

C1	0,380043
C2	0,061149
C3	0,411293
C4	0,147514

Este es el peso que tendrá asociado cada criterio según la importancia que le dan los encuestados

Total:

4

C3 C1 C4 C2

Pesos de las alternativas en base al criterio analizado

La alternativa que más valoración tenga será la más óptima en base a los criterios designados y según las opiniones de los encuestados



-Página intencionadamente en blanco-