

Trabajo Fin de Grado

GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN EN EL CAMPO DE BATALLA EN UNIDADES LIGERAS DE INFANTERÍA

Autor

Ramón Pérez Sanz

Director/es

Dr. D. Marcos Pueo Arteta

Cte. D. Jaime Arribas Valero

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar

2021

*****Página intencionadamente dejada en blanco*****

AGRADECIMIENTOS

Antes de nada, quiero agradecer a todas aquellas personas que han conseguido que este estudio, y el grado de ingeniería, se hayan superado con éxito.

En primer lugar, agradecer en un término general a la Brigada Paracaidista, por reforzar el valor del sacrificio, esfuerzo y trabajo con el que todo militar debe galardonar su estilo de vida. Al Regimiento de Infantería "Nápoles" 4, por hacer todo tipo de esfuerzos con el fin de dar unas capacidades para realizar estudios más exhaustivos acerca de mi trabajo. A la I Bandera de Paracaidistas "Roger de Flor" (La Bandera), y en particular a la 1ª Compañía "Erkunt", por hacerme sentir uno más, por darme las herramientas necesarias no solo relativas a este trabajo sino también para mi futuro como Teniente del Ejército de Tierra, y por darme la oportunidad de hacerme sentir partícipe de una de las mejores unidades de las Fuerzas Armadas. En concreto agradecer a mi tutor militar, el Comandante Jaime Arribas Valero, así como al Capitán Beriguistain y al Teniente Puig, y a los Tenientes de la compañía, preocupados continuamente de la evolución de mi Trabajo de Fin de Grado.

En segundo lugar, agradecer a mi tutor académico, el Dr. D. Marcos Pueo Arteta, por su esfuerzo, sacrificio y trabajo. He sentido su apoyo siempre que se le ha requerido, sus consejos convirtieron la idea inicial en este trabajo.

Por último, quería agradecer a mi familia, que cultivaron en mí el espíritu de sacrificio y trabajo desde bien pequeño. A mis amigos y a mis compañeros de promoción por acompañarme durante estos 5 años, así como a todos los profesores e instructores que han dejado todos ellos su huella en mi camino.

Sin todos ustedes nada de esto habría sido posible, gracias por hacerme mirar hacia detrás con una mirada plagada de orgullo por todo aquello que me han permitido conseguir.

RESUMEN

En este trabajo se ha llevado a cabo el estudio de la gestión de la información en el campo de batalla en las unidades ligeras de infantería. Este estudio nace de la necesidad de una mejora tanto en los medios CIS actuales en las unidades de infantería como una mejora en los sistemas de mando y control basadas en las unidades tipo batallón. Teniendo como objetivo actualizar qué datos son necesarios conocer durante la batalla, la situación actual de los medios CIS de las unidades y en qué estado se encuentra la evolución del sistema BMS, se ha realizado una encuesta a los mandos oficiales de la I Bandera de Paracaidistas "Roger de Flor" para conocer, dentro de un abanico de 29 preguntas, qué información consideran crucial para cumplir con la misión. Además, se ha realizado una entrevista al teniente de la sección de Mando y Transmisiones de la bandera para conocer la situación actual de los medios supermux de la unidad, así como su gestión. Finalmente, y con toda la información previamente obtenida, se ha realizado un somero estudio acerca del sistema Battlefield Management System, estudiando cómo este sistema es capaz de gestionar la información extraída de la encuesta con los medios definidos en la entrevista realizada.

Este estudio concluye que actualmente los sistemas y los medios son suficientes, pero no óptimos para gestionar la información, ya que se necesitaría alcanzar una mayor robustez y flexibilidad en estos sistemas. Además, se define las posibles líneas futuras que se esperan alcanzar en un futuro próximo, futuro medio y un futuro lejano, basadas en la adquisición de nuevos medios (radios SDR) y la creación del concepto "tactical cloud".

ABSTRACT

This paper deals with the information of light infantry units that is gathered in the battlefield and how it is managed. This paper comes to the fore in a time of need of improvement that comprehends not only the current CIS media but also the management and control systems of battalion units. Having the consequent need of updating the classification of vital data during the battle course in order to accomplish the mission of the units, the current situation of the unit's CIS media and the development of the BMS, a survey of 29 questions among the officials of the "1 Bandera de Paracaidistas Roger de Flor" has been carried out to shed light on the matter.

Furthermore, in order to find out the current condition of the unit's supermux means and how are they managed, an interview to the Liutenant of the "Sección de Mando y Transmisiones de la Bandera" was conducted. Finally, and taking into account all the information obtained from those interviews, a brief study regarding the Battlefield management System was performed focusing on how this system works and how it is capable of managing the information that was collected during the course of the social investigation research that has been outlined above.

All things concluded, this paper eventually concludes that the means and systems are enough for their purpose, but not ideal to manage all of the information. Hence, more flexibility and soundness are required for them to be. What is more, the paper outlines possible future goals that are expected to be reach in the near and distant future and that are based in the acquisition of new means (such as SDR radio systems) and the creation of the concept of "tactical cloud"



INDICE DE CONTENIDO

Contenido

AGRADECIMIENTOS	3
RESUMEN	4
ABSTRACT	5
INDICE DE CONTENIDO	7
INDICE DE TABLAS	9
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	10
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Contexto.....	1
1.2 Justificación y ámbito de aplicación.	2
1.3 Disposición de la memoria.....	3
2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA.....	4
2. Objetivos y alcance	4
2.2. Metodología	4
3. ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO	6
3.1 ¿Por qué es necesario un sistema C2 en el ET y de que está compuesto?.....	6
3.2 ¿Qué sistemas de información existen, o han existido, en el Ejército de Tierra español?	7
3.2.1 Sistema de Mando y Control del Ejército de Tierra: SIMACET	7
3.2.2 Gestor de Comunicaciones del Ejército de Tierra e Interfaz de datos Tácticos: GESCOMET E IDT.....	7
3.2.3 Friendly Force Tracking: FFT	8
3.2.4 Battle Management System-LINCE: BMS-LINCE.....	9
3.2.5 Battle Management System-ET: BMS-ET.....	9
3.3 Las peculiaridades de los sistemas de información en las unidades ligeras de infantería y, en concreto, en las unidades paracaidistas.	10
4. DESARROLLO: ANÁLISIS Y RESULTADOS.....	12
4.1. ¿Qué información es más relevante conocer por los mandos de una pequeña	



unidad para el cumplimiento de la misión?	12
4.1.1 ¿Qué es una función de combate?	13
4.1.2 ¿De qué función de combate predomina la información requerida?	13
4.1.3 Mando y control	14
4.1.4 Fuegos.....	15
4.1.5 Maniobra	16
4.1.6 Protección y Logística	16
4.1.7 Inteligencia.....	17
4.1.8 ¿Cuáles son los datos considerados como fundamentales conocer para cumplir con la misión?.....	18
4.2 Estudio de medios CIS de la 1ª Bandera de Paracaidistas como unidad de referencia. 18	
4.3 Sistema de mando y control Battlefield Management System -ET	23
4.3.1 Procedimiento de puesta en marcha del sistema BMS.	23
4.3.2 Análisis de la capacidad de transmitir la información relevante según PPT y capacidades reales, mediante el sistema C2 BMS-ET en unidades ligeras de infantería.	24
5. CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS.....	27
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30
Bibliografía	30



INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Funciones de combate y datos de información contestados en la encuesta. Elaboración propia.....	12
Tabla 2 Resultados globales acerca de los datos cruciales para el cumplimiento de la misión. Elaboración propia	18
Tabla 3 Composición ideal de medios de telecomunicaciones de un Batallón. Elaboración propia	20
Tabla 4 Composición ideal de medios de telecomunicaciones de Cía, Scc y Pn. Elaboración propia.....	20
Tabla 5 Medios CIS que posee la 1ª Bandera de Paracaidistas. Elaboración propia.....	22
Tabla 6 Orden de prioridad a la hora de designar medios Supermux. Elaboración Teniente Sección de Mando y Transmisiones.....	23



ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Hoja de ruta del proyecto Brigada Experimental 2035. Elaboración propia.	1
Ilustración 2 Mando y control en entorno VUCA. (Dirección General de Armamento y Material, 2020).....	2
Ilustración 3 Visión C2 táctico global. Elaboración propia.....	6
Ilustración 4 Hoja de ruta PROMETEO. Elaboración propia.	7
Ilustración 5 Capacidad BMS e IDT. (Mando de apoyo logístico, 2021)	8
Ilustración 6 Hoja de ruta BMS-ET. Elaboración propia.....	10
Ilustración 7 Interior del PCBON de la 1ª Bandera de paracaidistas. A la derecha de la ilustración podemos ver dos PR4G y una Harris, y a la izquierda el monitor desde donde se gestionan todas las comunicaciones de la bandera. Elaboración propia	10
Ilustración 8 Las nuevas funciones tácticas. (Mando de adiestramiento y doctrina, 2021).....	13
Ilustración 9 Resultados comparando las funciones de combate. Elaboración propia.	14
Ilustración 10 Radar Chart que relaciona la importancia de cada una de las funciones de combate. Elaboración propia.....	14
Ilustración 11 Resultados extraídos de la función de combate Mando y Control. Elaboración propia.....	15
Ilustración 12 Gráfico de barras que muestra los resultados de la encuesta de la función de combate Fuegos. Elaboración propia.	15
Ilustración 13 Información relativa a la función de combate Maniobra. Elaboración propia.....	16
Ilustración 14 Información relativa a las funciones de combate de Protección y Logística. Elaboración propia.	17
Ilustración 15 Información relativa a la función de combate Inteligencia. Elaboración propia. ...	17
Ilustración 16 Funcionamiento forma de onda Supermux. (Ejército de Tierra, Indra, Thales., s.f.)	19
Ilustración 17 Comparación entre la cantidad óptima de medios CIS actualizados a Supermux con la cantidad real existente en la 1ª Bandera de Paracaidista. Elaboración propia.	21
Ilustración 18 Caso de pérdida de capacidad Supermux en un SG/T tras la sucesión de mando de Jefe de Compañía a Jefe de Sección. Elaboración propia.....	22
Ilustración 19 Ejemplo de fichero de misión realizado para una jornada continuada durante los días 27 y 28 de septiembre de la 2ª Compañía de la 1ª Bandera de Paracaidistas.....	24
Ilustración 20 Operador de radio HH MCRT-7200. Extraída de Elbitsystems	28
Ilustración 21 Concepto de nube táctica. Ilustración extraída de Infodefensa.com	29
Ilustración 22 Parte posterior de la tableta GETAC F110. Extraída de GETAC.	33
Ilustración 23 Pantalla de la tableta GETAC F110. Extraída de GETAC.....	33
Ilustración 24 PR4G v3. Extraída de Sapura Thales Electronics	34
Ilustración 25 Radio HARRIS H-5800-RF. Extraída del MI del ET.	35
Ilustración 26 Radio MCRT-7200 HH. Extraída de Elbitsystems.....	36
Ilustración 27 Radio MCRT-7200 vehicular. Extraída de Elbitsystems.....	36



ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS

AGM	Academia General Militar
AMPS VMF	Automatic Mission Planing. System Variable Message Format
AUX	Auxiliar
BMS	Battlefield Management System
BPAC	Bandera Paracaidista
BRIEX	Brigada Experimental
C2	Command and Control
C2IS	Command & Control Information System
CIA	Compañía
CIAPAC	Compañía Paracaidista
CIS	Communications and Informations systems
COAAASL	Centros de Operaciones de Artillería Antiaérea Semiautomáticos Light
COP	Imagen Operativa Común
CUD	Centro Universitario de la Defensa
DAP	Datos de Alta Prioridad
DCC	Defensa Contra Carro
DGAM	Dirección General de Armamento y Material
DOS	Day Of Supply
EME	Estado Mayor del Ejército
ESSOR	European Secure Software Defined Radio
ET	Ejército de Tierra
EX	Exercise
EW	Electronic War
FFT	Friendly Force Tracking
GESCOM	Gestor de Comunicaciones
HDR WF	High Data Rate Waveform
HF	High Frequency
HH	Hand Held
IDT	Interfaz de Datos Tácticos
JCIAS	Jefe de Compañía
JEME	Jefe del Estado Mayor del Ejército
JPN	Jefe de Pelotón
JSC	Jefe de Sección
KIA	Kill In Action
LLAA	Lecciones Aprendidas
MALE	Mando de Apoyo Logístico del Ejército
MATRA	Mando y Transmisiones
MC3	Modernización de los Sistemas de Mando, Control y Comunicaciones



MI	Manual de Instrucción
MM	Morteros
NFFI	NATO Friendly Force Information
OAT	Operaciones Aerotransportadas
OAV	Observador Avanzado
OODA	Observación-Orientación-Decisión-Acción
ORBAT	Orden de Batalla
OTAN	Organización del Tratado del Atlántico Norte
PCBON	Puesto de Mando de Batallón
PPT	Pliego de Prescripciones Técnicas
PR4G	Radio Portátil de 4ª Generación
RECO	Reconocimiento
SATCOM	Comunicaciones por Satélite
SCRT	Sistema Conjunto de Radio Táctica
SDG	Subdirección General
SDR	Software Defined Radio
SERECO	Sección de Reconocimiento
SFR	Salto de Frecuencia
SIMACET	Sistema de Mando y Control del Ejército de Tierra
SW	Software
TCOL	Teniente Coronel
TDMA	Time Division Multiple Access
TFG	Trabajo de Fin de Grado
UHF	Ultra High Frequency
UTE	Unión Temporal de Empresas
VCR	Vehículo de Combate sobre Ruedas
VHF	Very High Frequency
VoIP	Voz sobre Protocolo de Internet
VUCA	Volatility, Uncertainty, Complexity, Ambiguity



1. INTRODUCCIÓN

La siguiente memoria muestra los resultados obtenidos en el Trabajo de Fin de Grado (TFG) titulado “Gestión de la información en el campo de batalla en unidades ligeras de infantería” con el fin de alcanzar el grado de Ingeniería de Organización Industrial impartido por el Centro Universitario de la Defensa (CUD) en la Academia General Militar (AGM). El trabajo se ha realizado durante el periodo de Prácticas Externas en la 1ª Bandera de Paracaidistas “Roger de Flor”, encuadrada en el Regimiento de Infantería “Napoles” 4 de la Brigada Paracaidista “Almogávares” VI.

Cabe destacar que este trabajo se centra en el estudio de la gestión de la información de las unidades ligeras de infantería, pero se considera necesario realizar un contexto global de cómo se gestiona la información en las grandes unidades, y cómo y dónde se enmarca dentro del proyecto de futuro Brigada 2035.

1.1 Contexto.

El estudio realizado en este TFG analiza cómo se gestiona la información generada en el campo de batalla en las unidades ligeras de infantería. Para ello, se requiere una herramienta para adquirir, procesar y transmitir esa información; información necesaria para comprender el entorno del campo de batalla y consecuentemente tomar las decisiones de mando oportunas.

Esta capacidad referida a la función de combate mando y control, es el eje integrador sobre el que se construye el concepto Fuerza 35. Este proyecto está siendo impulsado desde el EME para consagrar un diseño del ejército del futuro.

BRIEX Fuerza 35, que se centra en una unidad tipo Brigada, define que lo que marcará la diferencia existencial entre una Brigada 2020 y una Brigada 2035, será el componente tecnológico. De esta forma, se afirma que la brigada, como unidad de referencia a la hora de combatir, es la que tiene que implementar todos estos avances tecnológicos para disponer de superioridad en el enfrentamiento. Para alcanzar este objetivo, se marcan tres horizontes temporales (Ejército de Tierra, 2019):

- Fuerza Posible (2024) en la que se incorporarán los VCR 8x8 y el sistema C2 BMS fase II.
- Fuerza Avanzada (2030) en la que se dispondrá de sistemas de comunicaciones SDR.
- Fuerza de ventaja (2035) en la que se dispondrá de nuevos sistemas de comunicaciones con capacidades superiores basadas en un sistema de redes 5G y previsiblemente, gestores de combate más avanzados.



Ilustración 1 Hoja de ruta del proyecto Brigada Experimental 2035. Elaboración propia.

Enmarcado en la Directiva 03/18 del JEME sobre “Estudios Fuerza 2035 y Brigada experimental” actualizado en el 2019, el mando y control toma una importancia relevante a la hora de repartir los recursos que posee el Ejército de Tierra. Implementando así una propuesta real en la adquisición y mejora de un sistema C2IS (Command & Control Information System) fundamentados en el Plan MC3 (Modernización de los Sistemas de Mando, Control y Comunicaciones) y el proyecto SCRT (Sistema Conjunto de Radio Táctica).



Con la finalidad de potenciar el apoyo al mando y control, la SDG PROGRAMAS (Subdirección General de Programas) proyecta el plan MC3, dando una gran solución de las capacidades CIS (Communications and Informations systems) apoyando al mando y control de las Grandes Unidades, Mandos y Organizaciones Operativas en las que intervenga el Ejército de Tierra y la Infantería de Marina.

De la mano de este proyecto, y debido al nacimiento del proyecto europeo ESSOR (European Secure Software Defined Radio), surge el Sistema Conjunto de Radio Táctica con el objetivo de mantener la paridad tecnológica con nuestros aliados europeos, ya que ellos ya han empezado la adquisición de las nuevas radios software, como son Francia (programa Contact), Italia (Forza NEC), Finlandia (Tacwin), y Alemania (SVFuA). Dicho programa está fundamentado en la adquisición de sistemas de comunicaciones más avanzados, con las radios SDR, consideradas la 5ª generación. La obtención de estos nuevos medios supondrá una garantía en la seguridad de las comunicaciones tácticas nacionales como internacionales (Mando de apoyo logístico, 2021)

Mientras estos nuevos sistemas y medios se desarrollan tecnológicamente y llegan a un estado de madurez operativo, aún existe margen de evolución del sistema de mando y control actualmente disponible en el ET denominado BMS que funciona con las radios de 4ª generación caracterizadas por un ancho de banda limitado.

En este trabajo se analizará ese margen de mejora del sistema BMS, así como los datos y los medios CIS necesarios que complementan a este sistema de mando y control.

1.2 Justificación y ámbito de aplicación.

Según el escalón de mando en el que uno se encuentre, la necesidad de la información y su gestión varía de manera considerable. Tanto el exceso de la información, como la ausencia de la misma, perjudican la oportuna y adecuada toma de decisiones. En las grandes unidades se necesita datos genéricos y procesados, centrados en la decisión de enfrentamientos futuros; en cambio, y es en lo que se centra este estudio, en las pequeñas unidades se necesita información de contacto, de combate próximo para la toma de decisiones inmediatas.

Es por ello que en este trabajo se aborda la información que requiere un mando de una pequeña unidad tipo Batallón, tomando como ejemplo la I Bandera de Paracaidistas “Roger de Flor”. Así como la manera óptima de gestionar esta información, relacionándola directamente con las características del sistema de mando y control BMS.

Un sistema de mando y control consiste en una aplicación que nos permita ser capaces de reunir toda la información necesaria con el objetivo de realizar un planeamiento exhaustivo, inmediato y capaz de adelantarse al tiempo del enemigo, proporcionando así una COP (Imagen Operativa Común) en las unidades propias.

Esta última característica es clave, ya que, según este proyecto y la propia doctrina militar, la victoria sobre el adversario se asienta sobre tres pilares: libertad de acción, capacidad de ejecución y voluntad de vencer. Ser el que lidera el tiempo de la guerra, manteniendo así la iniciativa para anticiparse a las acciones del adversario. A esto se le llama el ciclo de decisión, y está basado en el denominado OODA (Observación-Orientación-Decisión-Acción)¹, y es aplicado en los momentos de mayor incertidumbre y caos, mezclados en un entorno VUCA², en los que, junto a toda la información que se requiere en el campo de batalla, la intuición e iniciativa son parte fundamental del inicio de la victoria.

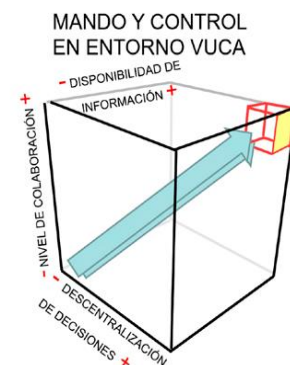


Ilustración 2 Mando y control en entorno VUCA. (Dirección General de Armamento y Material, 2020)

¹ Diseñado por el estratega militar Coronel John Boyd

² VUCA: Volatility, Uncertainty, Complexity, Ambiguity



Es por todas estas ventajas que un sistema de mando y control interoperable, flexible, completo y, sobretodo, intuitivo, es crucial para las pequeñas unidades ligeras de infantería, las cuales se adhieren a cualquier tipo de terreno, siendo en ocasiones la primera fuente de información para todo un ejército.

A lo largo de la experiencia adquirida en las PEXT, se ha comprobado que, a pesar de la existencia de un sistema de mando y control, existen algunas limitaciones a la hora de una apropiada gestión de la información en unidades tipo Batallón: la incapacidad de sostener el sistema BMS sin fallos durante medios y largos periodos de tiempo, necesidad de un plan doctrinal para la instrucción del usuario BMS, etc. Para ello se analizarán varios aspectos: por un lado, la información que es considerada prioritaria; por otro, si existe una carencia de medios que imposibilita la correcta gestión de esos datos; y, por último, las capacidades reales y actuales del sistema de mando y control Battlefield Management System.

1.3 Disposición de la memoria

La memoria se compone de los siguientes apartados:

1. **Introducción:** Se contextualiza la tendencia actual y futura de los sistemas de mando y control, materializándose en los diferentes programas destinados a mantener la paridad tecnológica con nuestros países aliados, todos ellos enmarcados en el proyecto Fuerza 35. Entre estos programas se detalla: Plan MC3, ESSOR, el SCRT...
2. **Objetivos y metodología:** Se define el objetivo principal de este trabajo y se describe la metodología donde se explica cómo se ha conseguido la información. También se describe cómo ha sido la toma de datos en la 1ª Bandera de Paracaidistas, y todas las herramientas utilizadas para ese propósito.
3. **Antecedentes y marco teórico (estado del arte):** Se presenta la necesidad de un sistema C2, concretamente en las pequeñas unidades tipo Batallón. También se describe la evolución que han sufrido los sistemas de mando y control, detallando una serie de sistemas C2 que han sido, o siguen siendo utilizados por el ET. En concreto se detallan los siguientes sistemas: SIMACET, GESCOMET E IDT, FFT, BMS-LINCE y BMS-ET.
4. **Desarrollo del estudio:** En este apartado es donde se realiza el estudio de los diferentes aspectos que se han considerado en los objetivos. En primer lugar, se definen, diferenciados entre funciones de combate, los datos que los mandos de la 1ª Bandera de Paracaidistas consideran fundamental conocer para cumplir con la misión. Tras ello, se realiza un estudio de los medios CIS de los que dispone la unidad para poder transmitir esa información. En último lugar, se estudian las capacidades del BMS, analizando si con esas características reales se es capaz de gestionar la información de una forma eficaz en el campo de batalla en unidades ligeras de infantería.
5. **Conclusiones:** Se analizan las líneas futuras de los sistemas de información, concluyendo con unas lecciones sacadas del estudio realizado en el desarrollo del estudio.



2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

2. Objetivos y alcance

El objetivo general de este TFG consiste en optimizar la gestión de la información en el campo de batalla para aquellas unidades de infantería que no disponen de vehículos acorazados ni mecanizados. Para ello se pretende analizar el cómo, el cuándo y de qué forma se gestiona actualmente con el fin de identificar posibles puntos de mejora hilándolos con las líneas futuras.

Con esa finalidad en mente, se proponen cuatro tareas a desarrollar:

1. Analizar estadísticamente qué información se considera fundamental conocer para el cumplimiento de la misión.
2. Conocer qué medios de comunicación disponen actualmente las unidades para transmitir la información de forma segura, para posteriormente compararlo con las necesidades reales de los medios para una gestión eficaz de la información.
3. Estudiar el sistema de mando y control de dotación actual para las unidades ligeras de infantería (BMS), comparando sus características y aquellos medios que necesita para cumplir con su cometido, con la información obtenida en los puntos anteriores.
4. Definir cuáles serán las líneas de acción futuras a adoptar debido a los nuevos programas y proyectos de medios CIS relativos al objetivo Fuerza 2035.

Este trabajo engloba toda aquella información referente a cómo se utiliza un sistema de gestión de la información, qué herramientas lo componen, los diferentes tipos de sistemas existentes en el Ejército de Tierra y en otros ejércitos aliados, las posibles líneas futuras y la importancia del desarrollo de ellas para conseguir un ejército competente, alcanzando los objetivos marcados en el proyecto BRIEX 2035. Además, podrá ser aplicable a todos aquellos cuadros de mando que tengan que utilizar los sistemas de mando y control del ET, en concreto a aquellos provenientes de unidades de infantería ligera.

Este trabajo parte de las conclusiones extraídas del Trabajo de Fin de Grado con título “Capacidades y limitaciones del sistema BMS” (Sobrido, 2017).

2.2. Metodología

Para alcanzar el propósito marcado, en un primer lugar, se ha contrastado la información adquirida en manuales y pliegos de prescripciones técnicas con el conocimiento de los usuarios experimentados de los diferentes medios y sistemas de información

En segundo lugar, se ha realizado una encuesta con una gran variedad de ejemplos de información a los oficiales de la I Bandera de Paracaidistas con el objetivo de conocer los datos que un mando requiere para planear y conducir una operación de infantería ligera con éxito y en el tiempo adecuado, dando lugar así a una clasificación de los datos más relevantes a través de procedimientos estadísticos de forma cuantitativa. Los procedimientos estadísticos utilizados se basan en el descarte de los resultados situados por debajo de la media, obteniendo así los datos necesarios más relevantes para los cuadros de mando.

Esta encuesta se conforma de 29 preguntas acerca de los datos que se deben conocer en el campo de batalla, y se han ordenado en funciones de combate con el fin de organizar los resultados y extraer nueva información acerca de qué función de combate tiene más importancia durante el combate.

Asimismo, las preguntas han sido seleccionadas en base a la información adquirida durante los cuatro años como alumno de la academia, siendo cotejada por oficiales del ejército. Cada uno de los apartados ha sido seleccionado cuidadosamente con el objetivo de obtener los mejores



resultados posibles.

Por otra parte, se han adquirido datos precisos acerca del material de transmisiones perteneciente a la 1ª Bandera de Paracaidistas “Roger de Flor”, y aquel que realmente es necesario para el correcto funcionamiento de los sistemas de información, de forma que se realizó una entrevista de forma cualitativa al jefe de la sección MATRA³, sección encargada de gestionar todos los medios CIS propios de la Bandera. Dicha información ha sido contrastada con manuales de doctrina de un Batallón de Infantería Ligera.

Con esta información, se ha realizado un estudio comparando los diferentes modos de funcionamiento de las radios PR4G basados en el ancho de banda. Se han comparado las capacidades ficticias y óptimas con las reales, teniendo en cuenta cuántos medios suelen estar inoperativos. Además, se ha determinado un orden de prioridad de designación de medios supermux en el caso de que la unidad careciese de estos medios.

Siendo el objetivo profundizar en el estudio de las características del sistema de mando y control Battlefield Management Systems, este estudio ha tomado como referencia, en primer lugar, la observación e investigación de campo realizada durante el EX LIS PARACA II/21 que se llevó a cabo durante los días 04 al 08 de octubre de 2021. Además, la revisión documental del PPT del propio BMS-ET y de diferentes documentos adquiridos a lo largo de las prácticas externas ha permitido profundizar y conocer las características principales que debe tener el sistema, así como la evolución que debe seguir. También el asesoramiento del jefe de la sección MATRA, así como de todo el personal encuadrado en esta, ha permitido conocer la realidad de este sistema en las unidades, además de la situación de los medios CIS.

Junto a estas características, los resultados adquiridos sobre los datos necesarios en el combate, y los medios CIS actuales, se ha podido realizar un análisis somero definiendo si con las capacidades actuales de la unidad (sistema BMS y modo Supermux), se puede gestionar la información recabada en la encuesta.

Y tras haber adquirido toda esta información, cabe destacar todas las orientaciones aportadas por el Jefe de S-3 de la 1ª Bandera, así como del Capitán de la 1ª Compañía “Erkunt” y del Jefe de la Sección de Mando y Transmisiones, que se han tornado imprescindibles a la hora de enfocar y transmitir lo que debía buscar este trabajo.

³ MATRA: Mando y Transmisiones



3. ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO

3.1 ¿Por qué es necesario un sistema C2 en el ET y de que está compuesto?

Según el artículo *Fuerza 35* publicado por el ET en el 2019 (pp 15), una de las características principales que debe tener la fuerza es, y cita textualmente: “*Fuerza resiliente, capaz de resistir los ataques que reciba, minimizar sus daños, y de restablecer rápidamente sus sistemas y potencia de combate. Para ello se basará en sistemas de mando y control robustos y redundantes, que permitan mitigar las consecuencias de los ataques*”

En consecuencia, se hace necesario que las unidades de la fuerza estén dirigidas desde un sistema capaz de soportar los ataques enemigos, capaz de estar en funcionamiento durante largos periodos de tiempo y en entornos degradados, y capaz de gestionar la información que reciba de cualquiera de las unidades usuario del sistema, ya sea un Teniente jefe de una sección independiente, como puede ser la SERECO (Sección de Reconocimiento), o la compañía situada a extrema vanguardia de toda la brigada. Dando como resultado una imagen detallada del campo de batalla, intuitivo y fácil de usar, con las capacidades justas y necesarias para estar en primera línea.

Para cumplir la misión a nivel ejército, se deben cumplir las misiones a nivel pelotón, sección, compañía, batallón..., además, las batallas futuras, con continuos ataques en el ciberespacio, cada vez más descentralizadas, y siendo un enemigo con fuerzas y tecnologías parecidas a las nuestras, obliga a tener que anticiparse, de tener la iniciativa en la guerra, y por tanto, se debe implantar un sistema C2 nivel Batallón que sea capaz de conocer la información que sus unidades subordinadas consideren cruciales (Mando de adiestramiento y doctrina, 2018).

Asimismo, un sistema C2 táctico no solo está compuesto de las aplicaciones, sino que, como se observa en la Ilustración 3, estos sistemas necesitan tanto las aplicaciones, como las radios que permiten su funcionamiento; también las formas de onda que son necesarias para permitir la transmisión de la información y los gestores de comunicaciones que ofrecen la posibilidad de intercomunicarse entre diferentes sistemas y aplicaciones (Mando de apoyo logístico, 2021).

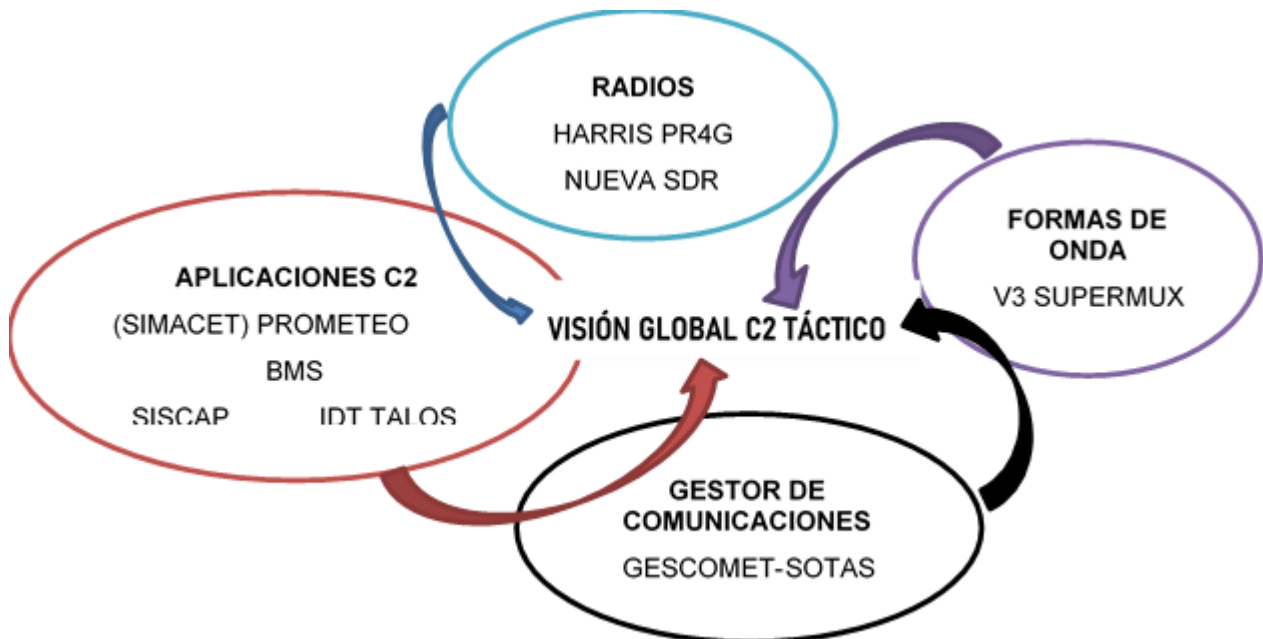


Ilustración 3 Visión C2 táctico global. Elaboración propia



3.2 ¿Qué sistemas de información existen, o han existido, en el Ejército de Tierra español?

Actualmente coexisten en el ET varios sistemas de información que a continuación se detallarán, junto a algunos ya extintos, considerándose fundamental conocerlos para definir cuál de ellos reúne las características solicitadas por una unidad ligera de infantería, y no solo eso, sino también cuáles pueden ser las líneas futuras que debe adoptar nuestras FAS, así como las líneas generales que debe tener cualquier tipo de sistema de información.

3.2.1 Sistema de Mando y Control del Ejército de Tierra: SIMACET

La búsqueda de un sistema C2 adecuado a las características que el usuario militar requería no nace con la implementación del proyecto BRIEX, sino que viene de tiempo atrás, concretamente con la implementación alrededor de los 2000 con el SIMACET (Sistema de Mando y Control del Ejército de Tierra). Este sistema consistía en un grupo de aplicaciones software de varios sistemas C2 operacionales para grandes unidades (Brigada, División y Cuerpo de Ejército) basados en una red segura donde se compartía la información, diseñado por la empresa Thales (Academia General Militar, s.f.)

Además, este sistema utiliza el protocolo OTAN NFFI, el cual aporta la capacidad del intercambio de información de la posición de las fuerzas propias, requisito fundamental exigible en la alianza. Este protocolo proporciona una interoperabilidad entre los ejércitos pertenecientes a la OTAN, imprescindible en las actuales misiones internacionales.

Con el objetivo de mejorar este sistema de mando y control para el futuro horizonte 2035, se ha creado un programa denominado SC2NET. Dicho sistema tendrá como resultado PROMETEO, un sistema de mando y control con capacidad multimisión, nuevas herramientas en el método de planeamiento, nueva edición de órdenes dividido en fases o saltos, ORBAT (Orden de Batalla) dinámico y una inmensa interoperabilidad con diferentes sistemas (IDT, MIP, VMF, NVG, etc). PROMETEO está diseñado para sustituir al actual sistema Antares.

La hoja de ruta de este programa en 2020 (Ilustración 4) consistía en extraer los requisitos necesarios para el pliego de acuerdo al marco PROMETEO gracias a la versión beta. Se espera que en el diciembre de 2021 y principios de 2022 se despliegue en las unidades el PROMETEO Fase I (Mando de apoyo logístico, 2021).



Ilustración 4 Hoja de ruta PROMETEO. Elaboración propia.

3.2.2 Gestor de Comunicaciones del Ejército de Tierra e Interfaz de datos Tácticos: GESCOMET E IDT

Un puesto de mando de nivel Batallón debe gestionar una gran cantidad de medios de comunicación, con el objetivo de transmitir la información tanto a sus tropas subordinadas, que estarán más cerca (HF/ VHF), como transmitir a sus unidades superiores, que normalmente estarán más lejos (UHF). Con el objetivo de gestionar esa interoperabilidad, surge el software GESCOMET.



Está diseñado para gestionar todas las comunicaciones de un puesto de mando, gestionando el tráfico de datos de una forma coherente y facilitando la integración de cada uno de los sistemas de información que utiliza el puesto de mando. Asimismo, también incorpora la gestión de las comunicaciones por voz, integrando las salidas y entradas de las comunicaciones por medios radio en una red digital de VoIP (Cuartel General del Ejército. Jefatura CIS y AT, 2020).

De esta forma, este sistema permite en gran medida el mando y control de la unidad, así como la gestión de todos los medios CIS que incorpora.

Junto a este software se incorpora el protocolo IDT (Interfaz de Datos Tácticos). Dicho protocolo permite el intercambio de información del sistema de mando y control BMS-ET con otros sistemas específicos de mando y control (Ilustración 5), como, por ejemplo:

- AMPS VMF (Automatic Mission Planing. System Variable Message Format) para la preparación, conducción y análisis de operaciones aéreas en unidades de helicópteros.
- COAAASL (Centros de Operaciones de Artillería Antiaérea Semiautomáticos Light) con las características de sistema de alerta propio, IFF (Identification Friend or Foe) y ayuda al despliegue entre otras.
- Información proveniente de Centros de Operaciones.
- TALOS para el planeamiento de apoyo de fuegos de la artillería de campaña.
- Información proveniente de un usuario combatiente de a pie de BMS-ET.
- GESTA EW
- SIMACET de nivel Brigada anteriormente comentado y explicado.

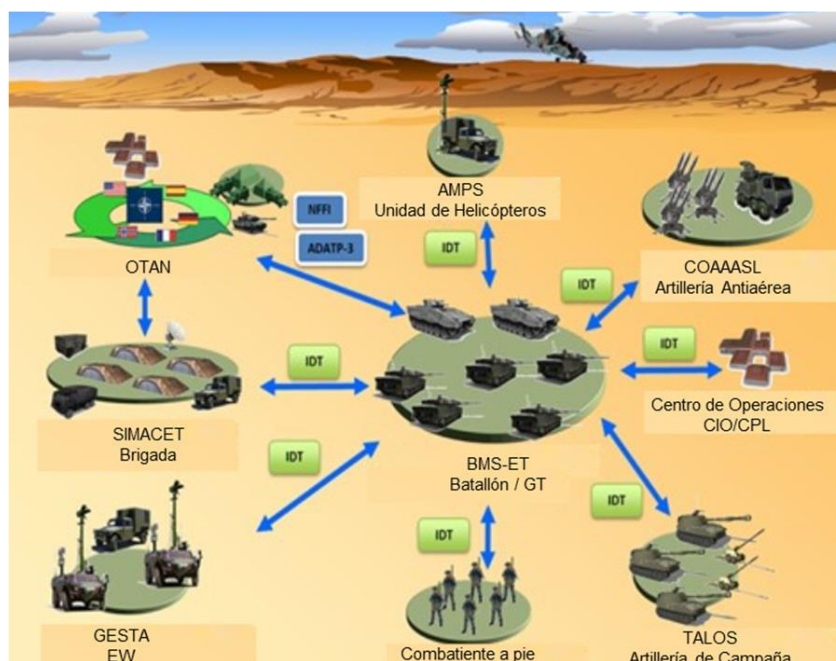


Ilustración 5 Capacidad BMS e IDT. (Mando de apoyo logístico, 2021)

3.2.3 Friendly Force Tracking: FFT

Con el objetivo de implementar un sistema C2 para pequeñas unidades, se fueron implantando sistemas de información como es el FFT (Friendly Force Tracking). Fue creado por la Universidad de Valencia y ha sido utilizado para unidades de infantería hasta nivel Brigada.

Este sistema aportaba, en un mapa digital actualizado, la geolocalización y situación de las friendly



force (fuerzas propias). Fue utilizado conjunto al SIMACET para permitir la interoperabilidad NFFI con los países pertenecientes a la OTAN. La información se va actualizando cada pocos segundos, al igual que la información del BMS-ET, y tiene capacidad de tener una especie de chat de combate (Manuel Esteve, 2009).

Con la aparición y desarrollo del BMS-ET este sistema se ha quedado un poco obsoleto ya que sus funciones ya han sido cubiertas por un software más actualizado y con más capacidades.

3.2.4 Battle Management System-LINCE: BMS-LINCE

A raíz de diferentes estudios sobre el sistema Lince utilizado anteriormente, se construye en base a este un nuevo sistema con el objetivo de mejorar las carencias que el sistema Lince contaba: BMS-Lince.

Este software está destinado a las Pequeñas Unidades, pero únicamente para aquellas que son acorazadas, principalmente las unidades formadas por los carros de combate "Leopardo". Asimismo, también se espera implementarlo en el futuro próximo VCR 8x8 (Vehículo de Combate sobre Ruedas).

Este sistema tiene la peculiaridad de ser capaz de no solo aportar información sobre el estado de situación, localización de fuerzas propias, localización de fuerzas enemigas, capacidad de navegación, etc, sino que también cuenta con la capacidad del análisis de la vetrónica del propio vehículo. La vetrónica son las capacidades logísticas, véase la cantidad de munición restante, estado de daños del vehículo, cantidad de combustible restante, etcétera.

También ofrece la interoperabilidad anteriormente comentada por el BMS-ET, y que observamos en la Ilustración 5, capacidad que no poseía el anterior sistema Lince.

3.2.5 Battle Management System-ET: BMS-ET

En base a este último sistema, pero con el objetivo de transformarlo para ser adecuado en unidades mecanizadas y ligeras, se constituye el BMS-ET. El PPT del BMS-ET, creado en 2017, establece el alcance del proyecto en dos etapas: BMS SW FASE I y BMS SW⁴ FASE II. En la fase I se encuentran, por ejemplo, la integración de posicionamiento de radios ITT SpearNet de unidades que no tienen BMS o, la última actualidad, la capacidad de funcionamiento en modo desatendido. En la fase II, cabe destacar diferentes cursos de formación e inclusión de apoyo de fuegos autorizados en elementos tácticos para su transmisión a un escenario táctico compartido para los nodos que se decida (Mando de Apoyo Logístico. Jefatura de Ingeniería, 2016)

Su hoja de ruta dicta que, en 2020, con la puesta en servicio del BMS Fase I, se deben capturar los requisitos de la fase II (Ilustración 6). En junio de 2021, se realizó la prueba del BMS fase II en la 1ª Bandera de Paracaidistas en la Base "Príncipe" en Paracuellos del Jarama, del cual se sacaron una serie de LLAA (Lecciones Aprendidas) que se consideran fundamentales para la recepción final del BMS Fase II al final de año o a principios del año 2022 y las cuales han guiado de forma significativa este trabajo (Mando de apoyo logístico, 2021).

⁴ SW: Software.



Ramón Pérez Sanz

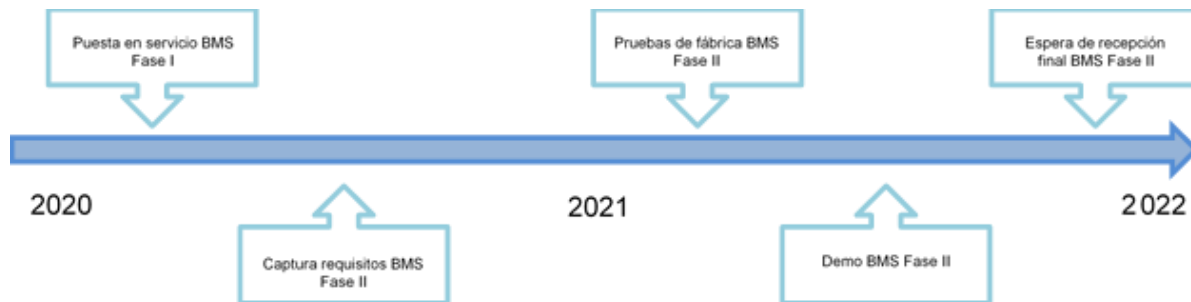


Ilustración 6 Hoja de ruta BMS-ET. Elaboración propia

Actualmente nos encontramos en una fase intermedia, la cual podríamos llamar “1,5”. En esta, las características más utilizadas y explotadas, al menos por la 1ª Bandera de Paracaidistas, es el uso del modo desatendido (con la búsqueda de llegar hasta el nivel sección), incluyendo también los autoanálisis realizados por el propio sistema para detectar algún error, la capacidad de modificar el ORBAT de forma dinámica, mejoras en la herramienta de planeamiento, acreditable hasta difusión limitada, e integración al GESCOMET a través de la IDT (Estado Mayor del Ejército de Tierra, 2021)



Ilustración 7 Interior del PCBON de la 1ª Bandera de paracaidistas. A la derecha de la ilustración podemos ver dos PR4G y una Harris, y a la izquierda el monitor desde donde se gestionan todas las comunicaciones de la bandera. Elaboración propia

3.3 Las peculiaridades de los sistemas de información en las unidades ligeras de infantería y, en concreto, en las unidades paracaidistas.

Con la referencia de muchos de los sistemas de información utilizados por el Ejército de Tierra para la gestión de la información, el sistema que casa con las características de las unidades de infantería ligera es el BMS-ET. Pero una vez llegada a esa conclusión, se debe recalcar que cada una de las unidades ligeras tienen unas peculiaridades, ¿cuáles son las de las unidades paracaidistas?

Las unidades paracaidistas tienen como operación principal las OAT (Operación de Asalto Aéreo) las cuales conllevan una posibilidad de actuación alejados tanto del territorio inicial como desde el puesto de mando de la gran unidad desplegada en el escenario de actuación. Es por esa razón por la que deben tener un CIS específico y diferenciado.



Las características principales que deben tener los sistemas CIS de las unidades paracaidistas son:

- Tener la capacidad de establecer esos sistemas desde cero en una zona probablemente hostil para facilitar un enlace necesario desde el primer momento de combate.
- Ser interoperable ya que las operaciones que llevarán a cabo estas unidades tendrán un carácter conjunto-combinado, tanto entre ejércitos como entre países aliados.
- Las principales características de los medios y aplicaciones deberán ser la robustez y la flexibilidad. Por un lado, robustez para soportar las inclemencias del salto, de actuar tras las líneas enemigas o entre ellas, y la imposibilidad de apoyo por parte de una gran unidad en un largo espacio de tiempo. Y, por otro lado, flexibilidad para ser capaz de adaptarse a cualquier tipo de situación táctica que se de en el combate.
- Deben facilitar la comunicación a través de voz y datos. Se considera fundamental la transmisión de información en detalle, conociendo permanentemente el estado de la situación con el objetivo de apoyar la toma de decisiones. Por ello destaca la necesidad de posicionamiento sobre un mapa de situación del despliegue de unidades y una transmisión de datos que facilite el intercambio ágil.
- Los sistemas deberán ser autónomos respecto a la potencia eléctrica durante su movimiento.
- Muchas veces, por la necesidad urgente de una transmisión de información, primará la velocidad de transmisión de esa información a la seguridad de la misma.
- Los medios deberán ser capaces de ser proyectados mediante un lanzamiento paracaidista o aterrizaje de medios aéreos.

Todas estas características deberán estar basadas en los principios de movilidad, flexibilidad, rapidez de establecimiento y robustez (Mando de adiestramiento y doctrina, 2020)



4. DESARROLLO: ANÁLISIS Y RESULTADOS

4.1. ¿Qué información es más relevante conocer por los mandos de una pequeña unidad para el cumplimiento de la misión?

Con el objetivo de responder a esta pregunta que será la base de todo este estudio, se realizó una encuesta a dieciséis mandos oficiales de la 1ª Bandera de Paracaidistas, entre los cuales se encuentran empleos desde Teniente Coronel jefe de la propia bandera hasta Teniente jefe de una sección de fusiles.

De esta forma, se recopilan datos de diferentes puntos de vista según la variedad de los puestos tácticos que se realizan en función del rango del empleo. Por ello, se consigue saber toda la información que requiere cada uno de los puestos tácticos como mando para alcanzar el éxito, porque cada uno necesita unos datos determinados que pueden variar entre ellos ya que sus misiones son distintas. Todo esto permite completar y enriquecer el análisis de las necesidades de la información en combate.

En el cuestionario se intentó agrupar toda la información que se considera imprescindible durante una misión permitiendo obtener los resultados óptimos. Para ello se dividió en diferentes apartados dependiendo de las funciones de combate (mando y control, fuegos, maniobra, logística, protección e inteligencia). Cada una de las funciones de combate contenía diferentes tipos de información relacionadas, asignándoles una puntuación del uno al cinco, siendo el uno la información que se considera innecesaria y el cinco la información que es crucial.

Las preguntas han sido seleccionadas según la relación directa que pueden tener con varios de los actuales sistemas de mando y control, para en un futuro apartado ser capaz de relacionarlas de forma intuitiva.

La Tabla 1 nos expone todas las preguntas realizadas en esta encuesta. En la columna de la izquierda se observa cada una de las funciones de combate, y las preguntas realizadas sobre cada una de ellas son las que siguen su fila. Por ejemplo, sobre la función de combate Mando y Control las preguntas que se han realizado son: la importancia de tener un planeamiento compartido, de conocer las líneas de coordinación de la maniobra, de conocer la dirección de ataque... Y así con cada una de las funciones de combate.

Sobre el Mando y control	Planeamiento compartido	Líneas de coordinación de la maniobra	Dirección de ataque	Unidades de apoyo Localización de fuerzas propias									
Sobre los Fuegos	Apoyo de fuegos en favor de su unidad	Líneas de coordinación de fuegos	Localización e información del OAV ⁵	Alcance eficaz de las fuerzas propias									
Sobre la Maniobra	Transmisión de medidas de coordinación	Pasos de escalón	Puntos de contacto	RIP (Relevo de Posiciones Defensivas)									
Sobre la Protección	Grado de fortificación propio			Obstáculos propios									
Sobre la Logística	Necesidades logísticas (DOS ⁶)			Consumo de munición y combustible									
Sobre la Inteligencia	Localización de fuerzas enemigas	Obstáculos adversarios	Orígenes de fuego enemigo	Integración del terreno	Localización de edificaciones	Vehículos enemigos	Localización de fuerzas neutrales	Meteo	Condiciones de visibilidad	Aler-ta NBQ	Zonas vistas y ocultas	Espesura de la vegetación	Alcance eficaz de las armas enemigas

Tabla 1 Funciones de combate y datos de información contestados en la encuesta. Elaboración propia.

⁵ OAV: Observador Avanzado

⁶ DOS: Days Of Supplies



En total se han realizado veintinueve preguntas, y los resultados se han dividido en subapartados según la función de combate. Asimismo, previo a la muestra de resultados, se explicará en qué consiste concretamente una función de combate.

4.1.1 ¿Qué es una función de combate?

Son herramientas conceptuales en el nivel táctico para relacionar, agrupar, describir y coordinar las acciones de las fuerzas terrestres, lo que facilita el planeamiento y la ejecución de las operaciones, además de la instrucción y del adiestramiento de las unidades en el nivel táctico.

Actualmente las funciones de combate se han actualizado, denominándose funciones tácticas y pasando de ser seis, a siete, añadiendo la función táctica inteligencia. La actividad de contramovilidad pasa de verse inmiscuida en las funciones de maniobra y protección a únicamente en las de maniobra. Las nuevas funciones tácticas son: mando, inteligencia, maniobra, fuegos, información, protección y apoyo logístico (Ilustración 8).

Con la derogación del antiguo PD1-001 y la aparición de su actualización, se crea un nuevo término: acción militar táctica, y consiste en el empleo coordinado de las funciones tácticas de maniobra, fuegos e información; concepto que se considera fundamental en la gestión de la información en el campo de batalla (Mando de adiestramiento y doctrina, 2021).



Ilustración 8 Las nuevas funciones tácticas. (Mando de adiestramiento y doctrina, 2021)

4.1.2 ¿De qué función de combate predomina la información requerida?

El primer análisis realizado con los resultados extraídos de la encuesta, es qué función de combate se considera más importante a la hora de conocer la información relacionada con cada una de ellas.

Para ello, se ha realizado el promedio de los dieciséis resultados extraídos a cada pregunta, y con esos datos, se ha hecho la media por funciones de combate, comparándolo con el promedio total. Los resultados se pueden ver en la Ilustración 9.

Cabe destacar que la diferenciación por funciones de combate se ha realizado únicamente con el objetivo de ordenar los resultados para una mayor claridad en el estudio, pudiendo así no solo clasificar cada uno de los datos por separado, sino también por funciones de combate.

El primer resultado que se extrae de la tabla es: el promedio total de todas las funciones de combate



es 3,86. Con esta información se define que los datos de las funciones de combate Mando y Control, y de Fuegos, son los considerados más necesarios para el cumplimiento de la misión. Con esto se facilitará la conclusión final de donde se debe enfocar el sistema de información que esté en vigor.

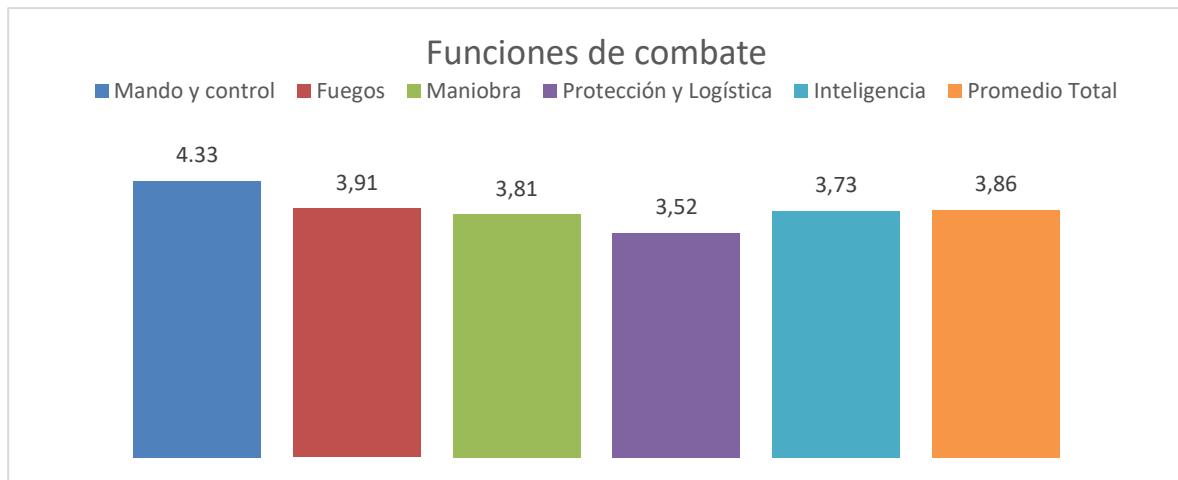


Ilustración 9 Resultados comparando las funciones de combate. Elaboración propia.

Como se puede ver en la Ilustración 10, la función de combate de la que se considera más vital obtener información es la de mando y control. Con esta observación, concluimos que las afirmaciones realizadas acerca de la importancia que tienen los sistemas de mando y control en el actual y futuro ejército de tierra, son, como mínimo, veraces.

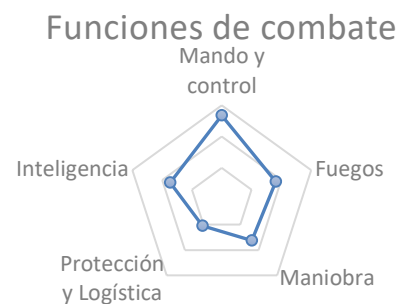


Ilustración 10 Radar Chart que relaciona la importancia de cada una de las funciones de combate. Elaboración propia.

4.1.3 Mando y control

La función de combate de mando y control consiste en el ejercicio de conocer la situación, en todo momento, de sus unidades subordinadas y dando a cada una su misión concreta y específica, siguiendo con el propósito como mando, con el objetivo de alcanzar la finalidad previamente marcada.

Los cinco datos que se han seleccionado para investigar han sido la importancia de conocer: un planeamiento compartido, las líneas de coordinación de la maniobra, la dirección de ataque, las unidades de apoyo y la localización de las fuerzas propias (Ilustración 11).

Se debe destacar los resultados de la "Localización de fuerzas propias", ya que doce de los dieciséis encuestados la han valorado con un cinco, considerándola una de las informaciones más valiosas, encontrándose en el número 4 del ranking de todas ellas.



Ilustración 11 Resultados extraídos de la función de combate Mando y Control. Elaboración propia.

4.1.4 Fuegos

La función de combate de fuegos reúne todas las actividades orientadas a destruir, neutralizar o influir en el enemigo. Está compuesta por los fuegos indirectos, como los que puede ejercer una pieza de artillería, y por aquellos ataques cibernéticos creados por las fuerzas de EW (Guerra Electrónica).

Una unidad de infantería ligera no actúa de forma individual en el campo de batalla, sin sus apoyos no puede combatir. Por tanto, no se concibe un asalto a una posición defensiva enemiga de una unidad ligera sin el apoyo de los fuegos.

Las cuestiones que se han realizado sobre esta función de combate son la importancia de conocer: los apoyos de fuegos en favor de su unidad, las líneas de coordinación de fuegos, la localización e información de OAV y el alcance eficaz de las fuerzas propias.

De las respuestas recopiladas de la encuesta, se obtiene que la coordinación de los fuegos que favorecen a nuestra unidad es crucial, debido a que los momentos deben ser precisos, por ejemplo, debes cruzar la brecha del obstáculo enemigo en el momento en el que la acción de fuego tipo ocultación acaba de realizar su efecto. Por ello, conocer tanto los apoyos de fuegos que tiene en beneficio de su unidad, así como las líneas de coordinación oportunas con estos, se considera fundamental a la hora de cumplir con la misión (Ilustración 12).

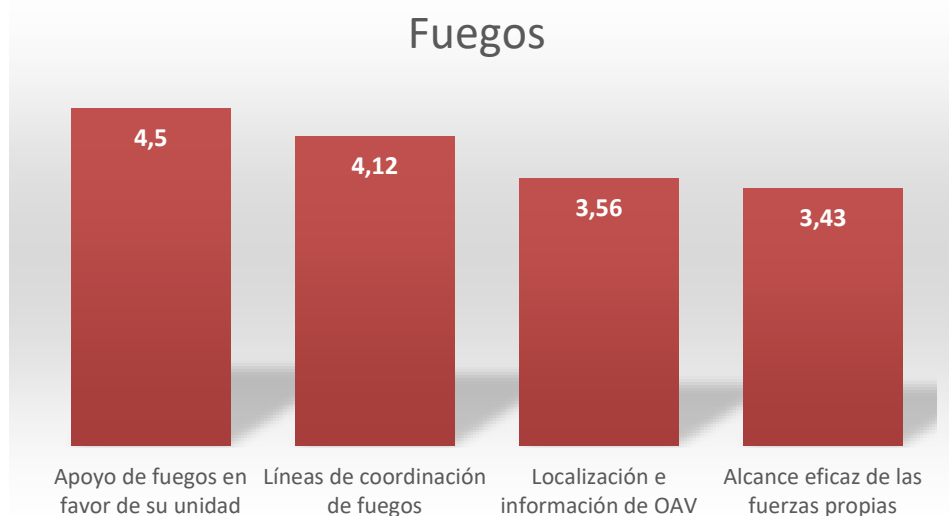


Ilustración 12 Gráfico de barras que muestra los resultados de la encuesta de la función de combate Fuegos. Elaboración propia.



4.1.5 Maniobra

La función de combate de maniobra consiste en la búsqueda continua de un entorno dominante sobre el enemigo, ya sea físico o electromagnético. Para este propósito, se fundamenta en un movimiento rápido y eficaz con el objetivo de alcanzar la ventaja operativa; en el dominio del terreno en la superficie, el aeroterrestre y el subterráneo; y será clave también la capacidad de contramovilidad, disponiendo de unos obstáculos acordes a las capacidades del enemigo.

Las cuestiones que se han realizado sobre la función de combate maniobra son la importancia de conocer: cómo se transmiten las medidas de coordinación, los posibles pasos de escalón entre unidades propias, los puntos de contacto existentes y los posibles relevos de posiciones (Ilustración 13).

Cabe destacar la importancia considerada a la transmisión de medidas de coordinación.

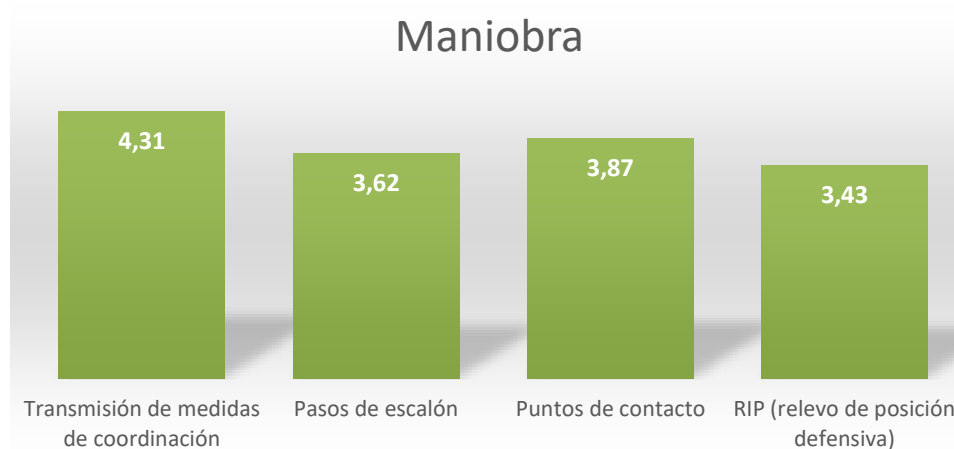


Ilustración 13 Información relativa a la función de combate Maniobra. Elaboración propia.

4.1.6 Protección y Logística

Estas dos funciones de combate se han agrupado en dos debido a que no se les considera imprescindibles en el campo de batalla, y así nos lo corrobora la Ilustración 9, donde se puede ver que son las funciones de combate con los promedios más bajos.

La función de combate de protección consiste en la necesaria capacidad de disponer una seguridad para preservar las demás funciones de combate y de esta forma no perder las capacidades operativas. La protección debe estar presente tanto en el terreno, como puede ser una alambrada que rodee nuestra posición defensiva como obstáculo particular, como en el ciberespacio, resguardando así la información que puede ser comprometida.

La función de combate logística es la capacidad que debe tener una unidad con el objetivo de dotar de todo aquel material necesario para no perder las capacidades operativas, pudiendo así ejercer todas las demás funciones de combate. Es una parte olvidada de la guerra, pero es la encargada de dotar a la fuerza con comida, bebida, munición, combustible, etc.

Las cuestiones que se han realizado sobre protección son la importancia de conocer la información sobre obstáculos propios, y el grado de fortificación de las posiciones defensivas. Las de la función de combate de logística son la importancia de conocer: las necesidades logísticas que contiene un DOS, el consumo de munición de armamento individual y colectivo y la electrónica de los vehículos (Ilustración 14).



Ilustración 14 Información relativa a las funciones de combate de Protección y Logística. Elaboración propia.

Como vemos en la Ilustración 14, cuatro de los cinco tipos de información encuestados sobre estas dos funciones de combate se encuentran muy por debajo del promedio total. Destacar incluso, que una de ellas (vetrónica de vehículos propios), es la segunda menos valorada de las treinta y uno.

4.1.7 Inteligencia

La función de combate inteligencia es, en un principio, aquella que tiene más peso simplemente por el hecho de englobar toda aquella información relativa al enemigo o al terreno o agentes externos que pueden influir en el resultado de la guerra, como puede ser personal neutral. Por este motivo que la encuesta tenga tantos tipos de información de esta función de combate.

Las cuestiones que se han realizado sobre la función de combate son la importancia de conocer: la localización de las fuerzas adversarias, los obstáculos enemigos, los orígenes de fuego enemigo, la integración del terreno con el enemigo, la localización de edificaciones, los vehículos enemigos, la localización de fuerzas neutrales, la meteorología, las condiciones de visibilidad, la alerta NBQ, las zonas vistas y ocultas, la espesura de la vegetación y el alcance eficaz de las armas enemigas (Ilustración 15).

Cabe destacar en la información que tiene que ver con el enemigo a toda aquella información relativa a cómo el terreno influye en nuestra maniobra y planeamiento. De hecho, en el apartado de la información del enemigo, se encuentran las tres más votadas: localización de fuerzas enemigas, obstáculos adversarios y orígenes de fuego enemigo. Por la otra parte, en la información relacionada con la integración del terreno, tenemos la menos votada (Meteorología) y la tercera menos votada (Condiciones de visibilidad).

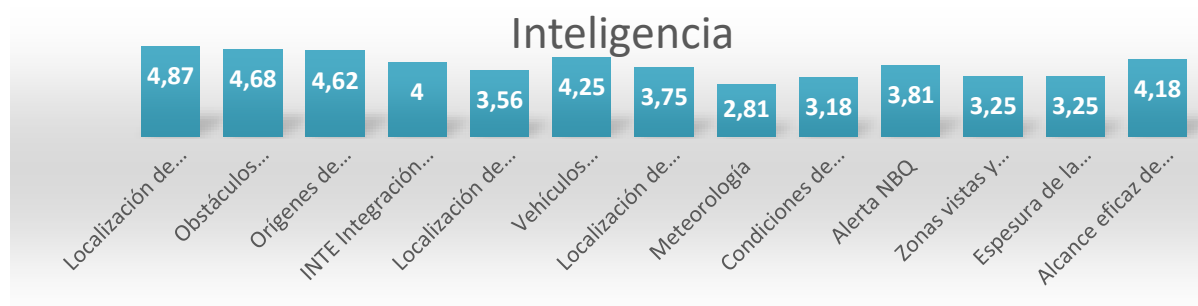


Ilustración 15 Información relativa a la función de combate Inteligencia. Elaboración propia.



4.1.8 ¿Cuáles son los datos considerados como fundamentales conocer para cumplir con la misión?

Habiendo realizado el promedio de los resultados de las 29 cuestiones a resolver, los datos que se encuentran por encima de la media son los que han sido considerados como fundamentales conocer para ser capaz de cumplir con la misión (Tabla 2).

A continuación de este proyecto, se utilizarán estos resultados para comprobar cómo se gestionan esos datos en el campo de batalla en las unidades ligeras de infantería.

Los resultados por encima de la media están coloreados en verde, mientras que los que están por debajo, en azul claro. Los que se encuentran en azul oscuro son las funciones de combate en las que se han dividido las preguntas con el fin de tener los resultados más organizados.

Sobre el Mando y control	Planeamiento compartido	Líneas de coordinación de la maniobra	Dirección de ataque	Unidades de apoyo Localización de fuerzas propias									
Sobre los Fuegos	Apoyo de fuegos en favor de su unidad	Líneas de coordinación de fuegos	Localización e información del OAV ⁷	Alcance eficaz de las fuerzas propias									
Sobre la Maniobra	Transmisión de medidas de coordinación	Pasos de escalón	Puntos de contacto	RIP (Relevo de Posiciones Defensivas)									
Sobre la Protección	Grado de fortificación propio			Obstáculos propios									
Sobre la Logística	Necesidades logísticas (DOS ⁸)			Consumo de munición y combustible									
Sobre la Inteligencia	Localización de fuerzas enemigas	Obstáculos adversarios	Orígenes de fuego enemigo	Integración del terreno	Localización de edificaciones	Vehículos enemigos	Localización de fuerzas neutrales	Me-teo	Condi-ciones de visibili-dad	Aler-ta NBQ	Zonas vistas y ocultas	Espesu -ra de la vegeta -ción	Alcance eficaz de las armas enemi -gas

Tabla 2 Resultados globales acerca de los datos cruciales para el cumplimiento de la misión. Elaboración propia

4.2 Estudio de medios CIS de la 1ª Bandera de Paracaidistas como unidad de referencia.

Para adaptar al Ejército de Tierra a las nuevas necesidades del campo de batalla, el Ministerio de Defensa adjudicó a la empresa Thales el proyecto de mejorar las PR4G, ver anexo II (Mando de adiestramiento y doctrina, 2016)

Con la incorporación de la 3ª versión de la PR4G, se añadió el modo de onda IP-MUX, este modo permitía transmitir, simultáneamente, tanto datos como voz. Esto fue una mejora significativa a la hora de utilizar el sistema de mando y control BMS, pero, como todos los comienzos, tenía muchos fallos que fueron detectados, entre otros el más importante era la escasez de ancho de banda utilizable para la transmisión de datos.

Para corregir las limitaciones detectadas, surgió una nueva forma de onda, la Supermux. Fue creada por la

⁷ OAV: Observador Avanzado

⁸ DOS: Days Of Supplies



empresa Thales y directamente ligada al conjunto de sistemas de radio Synaps, aportaba una mayor interoperabilidad entre sistemas y una capacidad de evolución progresiva para poder adaptarse a los avances tecnológicos.

Junto a la forma de onda Supermux surgen las arquitecturas de red ESSOR (European Secure Software Radio) y las formas de onda de alta capacidad (HDR WF), aumentando las capacidades conjuntas entre ejércitos europeos.

Además de ser capaz de transmitir simultáneamente voz y datos, también proporciona una transmisión automática de la funcionalidad Blue Force Tracking, gracias al GPS incorporado, pero únicamente entre radios VHF actualizadas al modo Supermux. Por ello, se hace crucial trabajar con las PR4G V3 actualizadas a esta nueva forma de onda, para dar esa capacidad de transmitir la geolocalización de forma automática entre radios.

Observando la Ilustración 16, se comprueba la diferencia principal entre el modo IP-MUX y el modo Supermux. IP-MUX permite la transmisión de paquetes de datos y de voz simultáneos, trabajando cada una de las transmisiones en anchos de banda separados e imposibles de compartir. En cambio, en el modo Supermux, en el cual también se permite la transmisión de voz y datos simultáneo, en el momento en el que el ancho de banda destinado a paquetes de voz no se está utilizando, se cede al uso de la transmisión de paquetes de datos, dando lugar a un mayor ancho de banda para este último tipo de información.

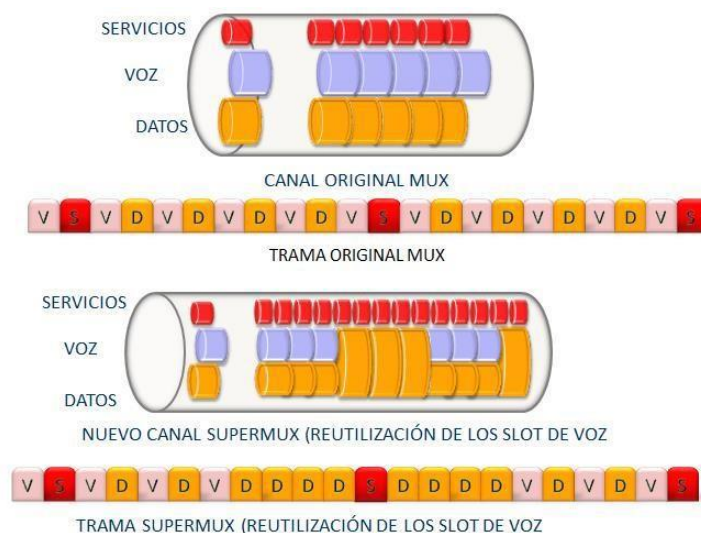


Ilustración 16 Funcionamiento forma de onda Supermux. (Ejército de Tierra, Indra, Thales., s.f.)

Otra cualidad fundamental de la forma de onda Supermux es la malla TDMA (Time Division Multiple Access) consiste en una multiplexación⁹ de tiempo capaz de transmitir los DAP (Datos de Alta Prioridad), que son principalmente la geolocalización y unas determinadas alarmas. Esta característica proporciona la capacidad de funcionar en el novedoso modo remoto del sistema de mando y control BMS, que en posteriores apartados se explicará (Ejército de Tierra, Indra, Thales., s.f.)

Para un correcto funcionamiento del sistema, el PCBON debe contar con dos estaciones PCBON y una estación de comunicación satelital (SATCOM) (Ver Tabla 3 y Tabla 4)

En la Tabla 3 se menciona cada uno de los medios que debe tener idílicamente cada uno de las estaciones de los puesto de mando de Batallón, así como su estación satelital denominada Soria. Esta información está referenciada según la Recomendación técnica de configuración 01/20 para pequeña unidad (Cuartel

⁹ Multiplexar consiste en optimizar los recursos a la hora de utilizarlos, es decir, transmitir diferentes tipos de paquetes de datos por diferentes medios.



General del Ejército Jefatura CIS y AT, 2020)

En la Tabla 4 se expone los medios según sus rangos de frecuencia y el sistema BMS que debe tener en los escalones inferiores a Batallón (compañía, sección y pelotón). Información está referenciada, al igual que en la Tabla 3, con la (Cuartel General del Ejército Jefatura CIS y AT, 2020).

PCBON	PCBON	SORIA
VHF1	VHF1	VHF
VHF 2	VHF 2	UHF
HF	HF	HF
UHF	UHF	UHF
GESCOM-ET	GESCOM-ET	GESCOM-ET
Tfno. IP Inalámbrico	Tfno. IP Inalámbrico	Tfno. IP Inalámbrico
Tfno. IP Inalámbrico	Tfno. IP Inalámbrico	Cifrador de voz
Punto acceso VoIP	Punto acceso VoIP	Cifrador datos
Punto acceso VoIP	Punto acceso VoIP	SOTAS IP
MOXA	MOXA	MODEM
Switch	Switch	Satélite
BMS-ET	BMS-ET	BMS-ET
Punto acceso WIFI	Punto acceso WIFI	

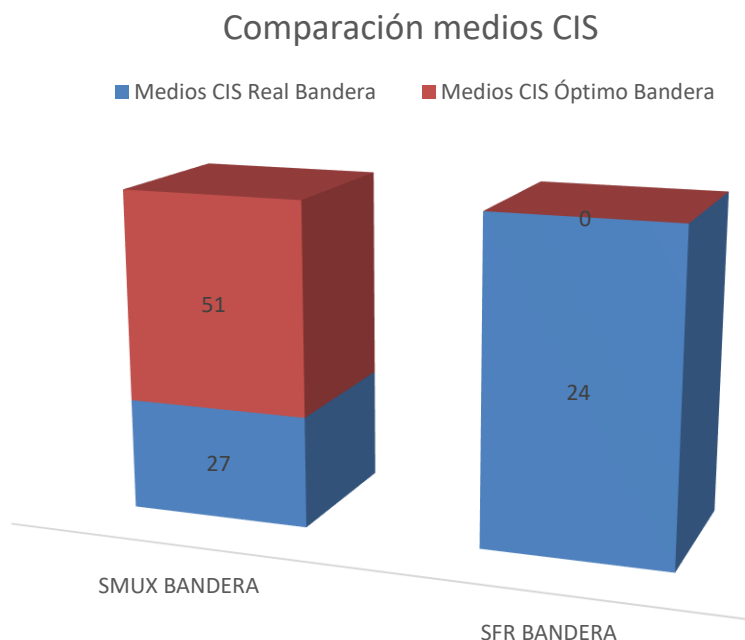
Tabla 3 Composición ideal de medios de telecomunicaciones de un Batallón. Elaboración propia

COMPAÑÍA	SECCIÓN	PELOTÓN
VHF1	VHF1	VHF
VHF2	VHF2	UHF
UHF	UHF	BMS
BMS	BMS	

Tabla 4 Composición ideal de medios de telecomunicaciones de Cía, Scc y Pn. Elaboración propia.



Como se observa en las Ilustración 17, actualmente existe una carencia de medios a tener en cuenta para el correcto funcionamiento del sistema de mando y control BMS. De hecho, actualmente la BPAC I/4 dispone cincuenta y un (51) radioteléfonos PR4G para el montaje de las mallas VHF de la unidad. De estas, únicamente 27 son actualizables a la forma de onda Supermux. Los veinticuatro restantes, al estar seriadas a un nivel anterior a AD (quiere decir que su fabricación está fechada en años anteriores a las AD), no son actualizables.



7

Ilustración 17 Comparación entre la cantidad óptima de medios CIS actualizados a Supermux con la cantidad real existente en la 1ª Bandera de Paracaidista. Elaboración propia.

A esto también se debe tener en cuenta que por norma general el 20% de los medios CIS de las unidades suelen encontrarse inoperativos por lo que la cifra total de medios disponibles se reduce.

Además, en ejercicios combinados con otras especialidades (artillería, ingenieros, transmisiones...), en los cuales se crearán mallas conjuntas a fin de enlazar y transmitir información entre ellas, se deberá tener en cuenta el principio de interoperabilidad entre radios y modos de funcionamiento. Por ejemplo: si una unidad de infantería está siendo apoyada por una unidad de zapadores, ambas deberán tener capacidad de modo Supermux, ya que, si una no lo tiene, solo podrán trabajar en modo IP-MUX. Y así con medios SFR, modos digitales, etcétera.

Otro problema que puede suponer esta carencia de medios respecto al sistema BMS, es que, actualmente, solo operan con ese sistema las secciones independientes y las compañías, enlazando con las PR4G supermux con el PCBON, mientras que, con una radio SFR, los jefes de Cía enlazan con las secciones de sus compañías. Esto imposibilita una posible sucesión del mando ya que las secciones subordinadas no tienen esa capacidad supermux. Por tanto, si el jefe de compañía, por ejemplo, se califica como KIA, el 2º jefe de compañía (un teniente jefe de una de las secciones de la compañía) deberá enlazar a través de su radio SFR con el PCBON, imposibilitando el funcionamiento del sistema BMS (Ilustración 18).

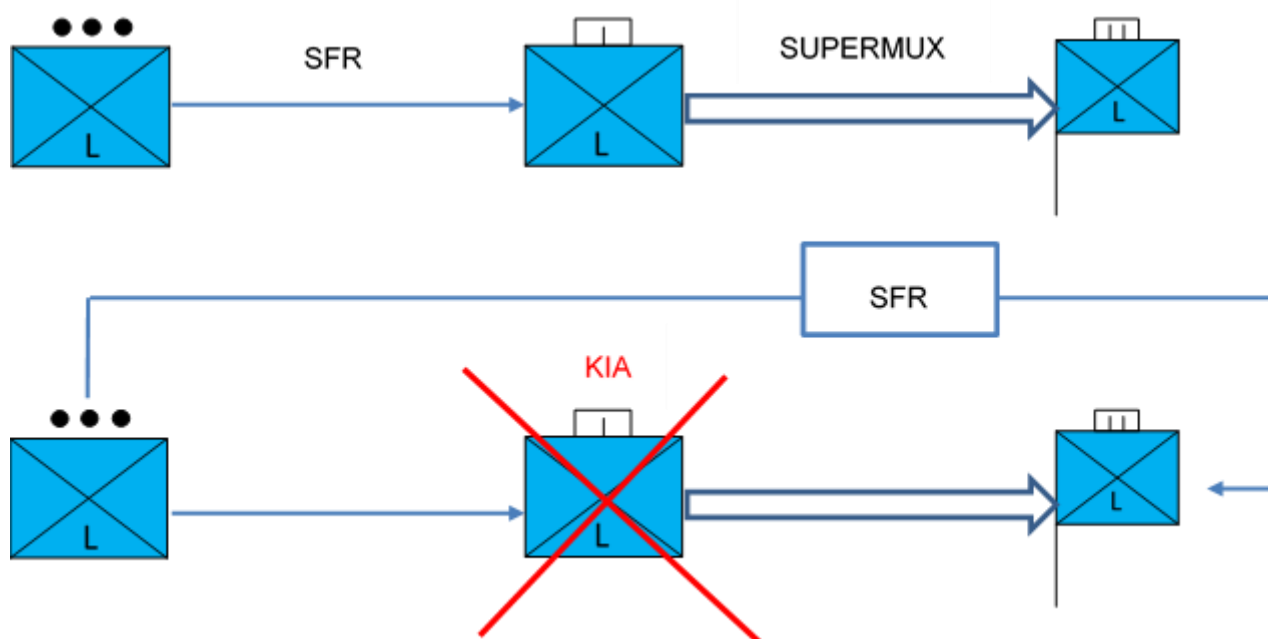


Ilustración 18 Caso de pérdida de capacidad Supermux en un SG/T tras la sucesión de mando de Jefe de Compañía a Jefe de Sección. Elaboración propia

Existe una carencia de medios CIS en las unidades, a lo que añadimos problemas de falta de operatividad de esos medios, convirtiéndose así en un problema serio a la hora de ejecutar los ejercicios de instrucción y adiestramiento. Concretamente la 1ª Bandera de Paracaidistas, unidad que tomamos como referencia, tiene en total (Tabla 5):

PR4G			Harris HF		Spearnet UHF	TLX-5 Satelital	PNR-500 Radio de pelotón
V3 Supermux	V3 no actualizable a supermux	V2	5800	7800			
27	24	14	6	1	2	1	23 por cada Cía de fusiles (3) y 10 en la 4ª Cía

Tabla 5 Medios CIS que posee la 1ª Bandera de Paracaidistas. Elaboración propia.

Para la repartición de los medios CIS entre las unidades se debe seguir un orden de priorización para la correcta gestión de la información, de forma que el mando jefe de Batallón tenga capacidad BMS con sus unidades subordinadas con dos radios PR4G actualizadas a V3, enlace satelital con la radio TLX-5 (Mando de adiestramiento y doctrina, 2013) y enlace HF con escalones superiores la Harris 7800, ver anexo III (Mando de adiestramiento y doctrina, 2018)

Con el fin de destinar los medios actualizados a Supermux a los diferentes escalones de mando de la Bandera, se ha realizado la Tabla 6, en la que se observa qué unidades tienen prioridad a la hora de asignar una PR4G con modo Supermux.

Como resultado, la primera prioridad es el Teniente Coronel jefe de la Bandera, así como su puesto de mando, y los equipos S1-S4 y S2-S3. En segundo lugar, estas radios con modo supermux van destinadas a: los jefes de compañía para su malla de mando y tiro (para enlazar con TCOL y S1-S4 y S2-S3) y a los



jefes de las secciones independientes (sección de reconocimiento, sección de defensa contracarro y sección de morteros). En tercer lugar, para los auxiliares de las compañías y para los jefes de sección de esas compañías considerados como 2º JCÍA evitando el problema resultante del ejemplo de la Ilustración 18. En cuarto lugar, para los jefes de compañía para su malla interna de unidad y para los jefes de pelotón de cada una de las secciones independientes. Y por último lugar para el resto de secciones y los pelotones de esas secciones (ver Tabla 6).

PRIORIZACIÓN PARA ASIGNAR SUPERMUX	
PRIORIDAD (DE MAYOR A MENOR)	UNIDAD
1º	TCOL, 2 PCBON, S1-S4, S2-S3
2º	JCIAS (malla mando y tiro), JSC independientes (RECO, DCC, MM)
3º	AUX CIAS, 2º JCIAS
4º	JCIAS (malla de compañía), JPN secciones independientes
5º	Resto JSC
6º	Resto JPN

Tabla 6 Orden de prioridad a la hora de designar medios Supermux. Elaboración Teniente Sección de Mando y Transmisiones.

4.3 Sistema de mando y control Battlefield Management System -ET

El proyecto BMS-ET surge en junio de 2017 con el objetivo de definir un sistema de mando y control táctico para unidades ligeras y ligero protegidas. Se aborda por una UTE formada por las empresas nacionales Indra Sistemas S.A y Thales Programas de Electrónica y Comunicaciones. La oficina del programa está compuesta por el MALE (concretamente la DIAD), SUSAR y SAWESIT.

Este programa estaba definido, como ya se ha comentado anteriormente, en dos fases: La Fase I con el objetivo de definir las capacidades iniciales, y la Fase II, que una vez acabada, se espera adquirir las capacidades completas y operativas.

Es un nuevo sistema de mando y control táctico, que toma el punto de partida en el BMS Lince. Una solución de software que permite apoyar la planificación, dirección, coordinación y control del cumplimiento de la misión, facilitando las actividades operativas de planificación, supervisión, la conducción, el reconocimiento de la situación táctica y logística, así como la transmisión y recepción de órdenes y mensajes.

4.3.1 Procedimiento de puesta en marcha del sistema BMS.

Para conseguir que este sistema funcione, en el PCBON de Bandera se encuentra la sección de Mando y Transmisiones, y es la encargada de administrar todos los materiales para permitir el funcionamiento sin errores del sistema.

El procedimiento a seguir por esta sección es el siguiente: previo a comenzar un ejercicio táctico tipo Alfa o similar, se debe crear lo que se denomina fichero de misión, en el que se define toda la información de cada uno de los nodos que van a pertenecer al ORBAT (Orden de Batalla). Esta información se clasifica principalmente en la IP del nodo, la IP de la radio, la máscara¹⁰ que utiliza,

¹⁰ La máscara sirve para definir la cantidad de nodos que pueden pertenecer a la red que se está construyendo. Dependiendo del número de máscara que defina, tendrá una determinada capacidad de nodos en la red, de esta forma, cuanta mayor máscara, más espacio ocupará la red, por lo que se deberá



el nivel del nodo dentro de la malla (directora/master o subordinada), y por último el nombre del nodo y su número de abonado.

Durante la fase I del programa, una vez creado el ORBAT, no se podía modificar. Esto quiere decir que, si se hacía el fichero de misión (Ilustración 19) teniendo en cuenta una organización operativa, y a mitad de ejercicio se adhería una nueva unidad, por ejemplo, una unidad de apoyo de zapadores, se debía echar toda la malla abajo, crear un nuevo fichero de misión añadiendo a esa unidad de zapadores y reestablecer la malla. Con las últimas actualizaciones creadas en el progreso de mejora del BMS Fase I al BMS Fase II, el ORBAT es dinámico, por lo que se puede modificar en cualquier momento de la operación sin tener que echar abajo la malla.

```
<BANDERA>
Tipo: SMUX_IP
Size: 7
Ip de supervisión: 239.0.0.1
Intervalo de supervisión (s): 60
Canal: 1
Velocidad(bps): 2400
Potencia: 3
Malla principal: 11011
Malla secundaria: 00000
Prefijo IP: 192.168.16.0/26
  Nodo: PC-PPAL   Nº Abonado: 1   Nivel: Master
           Node IP: 192.168.16.18   Máscara:255.255.255.252
           Radio IP: 192.168.16.17/30   IF IP: 192.168.16.1/28
  Nodo: PC-MOV   Nº Abonado: 2   Nivel: Subordinate
           Node IP: 192.168.16.22   Máscara:255.255.255.252
           Radio IP: 192.168.16.21/30   IF IP: 192.168.16.2/28
  Nodo: TX       Nº Abonado: 3   Nivel: Subordinate
           Node IP: 192.168.16.26   Máscara:255.255.255.252
           Radio IP: 192.168.16.25/30   IF IP: 192.168.16.3/28
  Nodo: PC-AV    Nº Abonado: 4   Nivel: Subordinate
           Node IP: 192.168.16.30   Máscara:255.255.255.252
           Radio IP: 192.168.16.29/30   IF IP: 192.168.16.4/28
  Nodo: 4CIA     Nº Abonado: 7   Nivel: Subordinate
           Node IP: 192.168.16.42   Máscara:255.255.255.252
           Radio IP: 192.168.16.41/30   IF IP: 192.168.16.7/28
  Nodo: 2CIA     Nº Abonado: 5   Nivel: Subordinate
           Node IP: 192.168.16.34   Máscara:255.255.255.252
           Radio IP: 192.168.16.33/30   IF IP: 192.168.16.5/28
  Nodo: AMBULANCIA Nº Abonado: 6   Nivel: Subordinate
           Node IP: 192.168.16.38   Máscara:255.255.255.252
           Radio IP: 192.168.16.37/30   IF IP: 192.168.16.6/28
</BANDERA>
```

Ilustración 19 Ejemplo de fichero de misión realizado para una jornada continuada durante los días 27 y 28 de septiembre de la 2ª Compañía de la 1ª Bandera de Paracaidistas.

Para un correcto funcionamiento del sistema BMS, las unidades no solo deben llevar consigo los radios PR4G, sino que también deben llevar unas tabletas rugerizadas (ver anexo I), adecuadas al combate, que funcionan con el software del BMS y que están enlazadas a su radio táctica a través de una conexión WIFI. Estas tabletas son principalmente apropiadas para los jefes de Compañía, capaces de desembarcar de sus vehículos con la tablet y poder seguir transmitiendo la información situacional al jefe de Batallón (GETAC, 2021)

4.3.2 Análisis de la capacidad de transmitir la información relevante según PPT y capacidades reales, mediante el sistema C2 BMS-ET en unidades ligeras de infantería.

En este apartado se analiza la eficiencia de la gestión de la información en el campo de batalla a través del sistema de mando y control BMS. Para ello se parte de tres principales factores: las necesidades de información extraídas anteriormente en el apartado 4.1, las propiedades del sistema BMS extraídas del TFG (Sobrido, 2017) y la interferencia de la situación de los medios CIS



actuales en las unidades ligeras de infantería tipo Batallón analizado en el apartado 4.2.

- **Planeamiento compartido:** actualmente y según el PPT del BMS-ET, se ha impulsado en gran manera la capacidad de realizar un planeamiento observable desde cada uno de los nodos no remotos. Una vez en el método planeamiento, los botones y paneles serán de distinto color, indicándonos de esta forma que no se está actualizando en las demás pantallas, sino que únicamente está planeando en la suya propia. Incorporará las diferentes líneas tácticas, posición de edificaciones, etc, que posteriormente se describe. Es una función muy útil, pero aún está en desarrollo, la poca capacidad de ancho de banda y las continuas pérdidas de cobertura por las unidades subordinadas (problemas que persisten durante todo este estudio), imposibilitan la capacidad de un planeamiento exhaustivo e inmediato. Por otro lado, puede llegar a aportar información posibilitando el *mission command* de las unidades subordinadas.
 - Medios CIS supermux reales: con los medios CIS que realmente tienen las unidades ligeras de infantería, el planeamiento sigue siendo útil, ya que tanto el JBON como los JCIAS tienen el modo Supermux o IPMUX.
- **Líneas de coordinación de la maniobra propia:** el sistema permite dibujar una gran cantidad de líneas tácticas. En primer lugar, nos da la opción a elegir qué tipo de línea táctica queremos dibujar, poniéndole un nombre determinado, de qué fuerza proviene, y la entidad a la que va dirigida. Esta opción es realmente útil para el apartado anterior (planeamiento compartido). Asimismo, durante el combate nos aporta la capacidad de conducir la maniobra.
 - Medios CIS supermux reales: no afectan a esta característica.
- **Dirección de ataque:** es considerada una línea táctica, por tanto, tiene las mismas características que las líneas de coordinación de la maniobra propia
 - Medios CIS supermux reales: no afectan a esta característica.
- **Unidades de apoyo:** debido a la capacidad de conocer en todo momento la localización de nuestras tropas y a la capacidad de crear unidades de apoyo constantemente en nuestro planeamiento incluso en nuestro ORBAT, se observa continuamente la situación de las tropas que apoyan a nuestra unidad.
 - Medios CIS supermux reales: afectan directamente a esta característica porque, como ya se ha comentado anteriormente, las unidades de apoyo deben tener de dotación el mismo sistema CIS que la unidad a la que apoya. Por tanto, si la unidad de maniobra que está siendo apoyada tiene modo Supermux, la unidad que apoya también debe tenerlo.
- **Localización de fuerzas propias:** este tipo de dato es uno de los más fiables que nos aporta el sistema. Considerado fundamental para la aplicación, actualmente es una de las características más útiles que aporta el BMS tanto en el campo de batalla como en la instrucción. Gracias a ello, se ha podido desarrollar el modo desatendido, que facilita la localización de fuerzas propias sin la necesidad de que estas contacten con el puesto de mando, únicamente funcionando con el GPS que lleva incorporado las radios PR4G.
 - Medios CIS supermux reales: Únicamente las radios con modo Supermux tienen la capacidad de nodo desatendido.
- **Apoyo de fuegos en favor de su unidad:** según el PPT, existe un subsistema dedicado exclusivamente al apoyo de fuegos. En la realidad, TALOS, sistema de mando y control utilizado para todos los fuegos del ejército, no ha sido todavía enlazado con el sistema BMS, por lo que impide la coordinación entre sistemas.
 - Medios CIS supermux reales: no afectan a esta característica.



- **Línea de coordinación de fuegos:** es un subapartado de “apoyo de fuegos en favor de su unidad” por lo que tiene las mismas características.
 - Medios CIS supermux reales: no afectan a esta característica.
- **Transmisión de medidas de coordinación:** a través de medios CIS vía VOZ, enlace táctico o visual. No es afectado por el sistema BMS.
 - Medios CIS supermux: no afectan a esta característica.
- **Obstáculos propios:** enmarcado en la gestión de líneas del sistema BMS, dentro del “subsistema de localización y seguimiento de otros objetivos”, existe la opción de dibujar cada uno de los obstáculos con sus determinadas características (tamaño, altura, si es alambrada o campo de minas, ...).
 - Medios CIS supermux reales: no afectan a esta característica.
- **Localización de fuerzas enemigas:** mediante el “subsistema de localización y seguimiento de otros objetivos”, se presenta sobre la cartografía elegida las fuerzas enemigas con sus características determinadas, véase dirección de avance, entidad, medios...
 - Medios CIS supermux reales: no afectan a esta característica.
- **Obstáculos enemigos:** a través del mismo subsistema comentado en los dos últimos apartados, se permite la localización de los obstáculos enemigos con sus determinadas características.
 - Medios CIS reales: no afectan a esta característica.
- **Orígenes de fuego enemigos:** mediante el subsistema de alarmas, se puede notificar la localización de los orígenes de fuegos enemigos, facilitando de esta forma la conducción de las unidades superiores.
 - Medios CIS reales: no afectan a esta característica.
- **Integración del terreno:** mediante el subsistema de Información Geográfica y de estudio del terreno, se realiza una correcta adecuación de la maniobra, integrando el terreno con las posibles líneas de acción enemigas pudiendo dar como resultado un planeamiento compartido e instantáneo.
 - Medios CIS reales: no afectan a esta característica.
- **Vehículos enemigos:** está enmarcado dentro de las características del enemigo.
 - Medios CIS reales: no afectan a esta característica.
- **Alcance eficaz de las armas enemigas:**
 - Medios CIS reales: está enmarcado dentro de las características del enemigo.



5. CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS

A lo largo del estudio realizado del trabajo, se ha llegado a la conclusión de que un sistema de mando y control actualmente es necesario en cualquier ejército que quiera mantenerse al nivel de sus aliados o posibles enemigos. Por ello, se ha desarrollado el sistema BMS-ET, estimulando la gestión de la información en el campo de batalla en unidades ligeras de infantería. Es un sistema con mucha capacidad que está todavía en desarrollo por lo que todavía le falta cierta fiabilidad en el combate. No obstante, cabría destacar la efectividad que está teniendo en la misión internacional Presencia Avanzada Reforzada en el país de Letonia, en la que el sistema funciona adecuadamente siendo un referente entre los países aliados.

Además, la gestión de la información enmarcada dentro del proyecto Brigada 2035 tiene un papel fundamental, siendo el eje del proyecto por el que debe aunar sus esfuerzos gran parte del ejército.

En este estudio se ha podido obtener información clave de la falta de medios adecuados a las exigencias actuales, como ha sido el caso de la falta de radios PR4G actualizables al modo Supermux. No obstante, este problema, como se muestra en las líneas futuras, es de relativa poca importancia ya que el modo Supermux seguramente desaparecerá en un par de años con la adquisición de nuevas radios a través del proyecto SCRT.

Asimismo, se ha sido capaz de determinar qué datos son considerados como fundamentales a la hora de planear o conducir operaciones, permitiendo la toma de decisiones en el momento preciso, adelantándose de esa forma al enemigo. Y con esos resultados, y junto a un estudio somero de las características del BMS, se ha logrado definir si es posible gestionar esa información, con los medios CIS reales que tienen en las unidades, a través de esa nueva aplicación de mando y control.

Por último, se ha llegado a la conclusión, que por mucho que se mejore y se adquiera nuevas radios, o que se intente mejorar el ancho de banda con el que se trabaja, o los sistemas que permiten la gestión de la información, debe quedar claro la existencia de un límite físico, un límite que imposibilita e imposibilitará una gestión de la información completamente segura, completamente fiable y completamente interoperable, debido al rango de frecuencias utilizado por nuestros medios (HF, VHF y UHF). Pero no por ello se debe parar con la búsqueda de la excelencia en este ámbito, como así se hará saber en los apartados de líneas futuras.

Pero, ¿cuál es realmente el futuro de este estudio? Para contestar esta pregunta, se podrían definir tres supuestos horizontes a partir del proyecto 2035: posible, avanzado y de ventaja. En ellos se explicará las hipótesis de lo que dictaminará el futuro respecto a la gestión de la información. Por supuesto, cuanto más lejos se encuentre el futuro del presente, las hipótesis tendrán menos fiabilidad, ya que la evolución de la tecnología crece de manera disruptiva.

- **Futuro posible:** enmarcado entre el 2017 (con la implementación del BMS-ET) y el 2027-2030 (con la llegada de las nuevas radios SDR). En este periodo se pretende desarrollar el BMS hasta alcanzar la operatividad completa con el BMS Fase II, basado en la familia de radios PR4G con rango de frecuencias V y ancho de banda supermux, con la incorporación de los subsistemas faltantes y por mejorar, como es, en gran medida, el subsistema de apoyo de fuegos. Siempre teniendo en cuenta el límite definido por el ancho de banda del modo supermux y por el rango de frecuencias de las propias radios y la seguridad con la que se debe tratar la información, este horizonte finalizará con la puesta en marcha del BMS Fase II en todas las unidades del Ejército de Tierra.
- **Futuro avanzado:** enmarcado entre el 2027-2030 (con la potencial llegada de las radios SDR) y el futuro lejano (con la implementación del denominado concepto “tactical cloud”). En este periodo y con la nueva adquisición de las radios SDR, se modificará la mayor parte de sistemas, ya que las radios SDR permitirán combinar según las necesidades de comunicación, el rango de frecuencias con el que trabajar (u, v y h), facilitando así un uso flexible del ancho de banda.

Las radios SDR que se pretenden adquirir, y que de hecho el proceso de adquisición ya ha comenzado gracias al impulso dotado del proyecto SCRT, son las radios MCTR-7200HH ver anexo IV (Elbit Systems,



2016). Esta adquisición engloba a todas las fuerzas armadas, por lo que muchos programas se verán afectados por ello, ejemplos son el programa MC3 previamente comentado, el VCR 8x8, las comunicaciones con los Helicópteros Tigre y NH-90, con el Eurofighter...

Por ese motivo, el programa SCRT junto con la adquisición de estas nuevas radios tienen un peso mayúsculo en el futuro de las Fuerzas Armadas.

De hecho, 550 de estas radios HH MCTR-7200 ya están adquiridas para ser desplegadas en Zona de Operaciones. Asimismo, para impulsar estas nuevas radios de la mano con el proyecto VCR 8x8, se han adquirido 340 radios vehiculares MCTR-7200 para los 340 primeros VCR 8x8 que entren en funcionamiento.



Ilustración 20 Operador de radio HH MCRT-7200. Extraída de Elbitsystems

Además, y para impulsar más si cabe esta posible evolución a estas nuevas radios SDR, desde el 12 al 21 de abril de 2021 se realizó en el acuartelamiento de Marines (Valencia) un curso para instruir a los formadores de las radios elynx. En este curso, se incluían entre otras radios, la radio MCTR-7200HH, además de otras radios man pack, vehiculares...

- **Futuro de ventaja:** enmarcado entre mínimo el 2035 hasta el futuro lejano. Una de las hipótesis más compactas está relacionada con la búsqueda del uso del rango de frecuencias que utilizan los sistemas 5G (entre 700 MHz y 3,5 GHz) y de esta manera, perder el límite ocasionado al trabajar en las frecuencias VHF (30-300 MHz), UHF (300-3000 MHz) y HF (3-30 MHz). ¿Cómo pueden trabajar con 5G, sin los repetidores necesarios y con la pérdida de seguridad que ello supone?

Para responder a estas preguntas se ha creado el concepto "Tactical Cloud" (Ilustración 21). Consiste en una nube conceptual en el espacio, en el que las transmisiones y comunicaciones funcionan a través de wifi y repetidores que las mismas tropas llevan encima o incluidas en sus propias radios. Gracias a ello, permiten unas comunicaciones posibles en el rango de frecuencias de 5G, aumentando por tanto la fiabilidad y la robustez en el campo de batalla. Por otro lado, cabría estudiar la pérdida de seguridad que ello puede ocasionar en el supuesto de que el enemigo pudiera entrometerse en esa "nube".

En la industria de defensa nacional, la primera empresa involucrada en este concepto es Thales, el cual ha afirmado que este concepto permitirá "tener más capacidades de computación que las actuales" (Carrasco, 2021)

A este concepto se añade la disrupción de la tecnología artificial en nuestros sistemas. Esta tecnología, combinada con la nube táctica, permitirá simular diferentes escenarios de forma semiautomática, permitiendo adelantarse a los sucesos reales futuros.



Ramón Pérez Sanz



Ilustración 21 Concepto de nube táctica. Ilustración extraída de Infodefensa.com



6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bibliografía

Academia General Militar, s.f. *SIMACET*. s.l.:s.n.

Carrasco, B., 2021. *Infodefensa*. [En línea]

Available at: <https://www.infodefensa.com/texto-diario/mostrar/3124276/thales-apuesta-nube-tactica-mejorar-comunicaciones-operaciones>
[Último acceso: 2021].

Cuartel General del Ejército Jefatura CIS y AT, 2020. *Recomendación técnica (RT-01/20) para la configuración CIS de una pequeña unidad. Volumen I. Batallón SINCLAS.*, s.l.: s.n.

Cuartel General del Ejército. Jefatura CIS y AT, 2020. *Recomendación técnica de configuración 01/20 para pequeña unidad. Volumen I Batallón SINCLAS. Anexo 1. Concepto de empleo y arquitectura. Diagramas de red en Batallón.*, s.l.: s.n.

Dirección General de Armamento y Material, 2020. *Programa MC3 y Proyecto SCRT*, s.l.: s.n.

Ejército de Tierra, Indra, Thales., s.f. *Integración en BMS-ET del posicionamiento GPS de radios PR4G v3- Supermux remotas sin BMS*, s.l.: s.n.

Ejército de Tierra, 2019. *Publicaciones del Ejército de Tierra. Fuerza 35.* [En línea]

Available at:

https://ejercito.defensa.gob.es/Galerias/Descarga_pdf/EjercitoTierra/Publicaciones/fuerza_35.pdf
[Último acceso: 19 octubre 2021].

Elbit Systems, 2016. *MCTR-7200*. [Online]

Available at: https://elbitsystems.com/media/MCTR_7200_Family.pdf
[Accessed 2021].

Estado Mayor del Ejército de Tierra, 2019. *Directiva 03/18 (Actualización 2019). Estudios fuerza 35 y brigada experimental.* s.l.:s.n.

Estado Mayor del Ejército de Tierra, 2021. *Plan para impulsar el empleo del BMS-ET. Áreas de mejora y acciones de detalle.*, s.l.: s.n.

GETAC, 2021. *GETAC F110-G6*. [En línea]

Available at: https://www.getac.com/uploads/2021/09/Getac_F110-G6_ES_SPAIN_20210926.pdf
[Último acceso: 2021].

Mando de adiestramiento y doctrina, 2013. *MI-501 Terminal satélite TLX-5 DAMA*. s.l.:s.n.

Mando de adiestramiento y doctrina, 2016. *MI-500 Radioteléfono PR4G v3*. s.l.:s.n.

Mando de adiestramiento y doctrina, 2018. *MI-506 Radio HF HARRIS RF-5800-H*. s.l.:s.n.

Mando de adiestramiento y doctrina, 2018. *PD3-317 Sistemas de información y telecomunicaciones (CIS) desplegados*. s.l.:s.n.

Mando de adiestramiento y doctrina, 2020. *PD4-100 Táctica. Empleo de la bandera de infantería paracaidista.* 5 ed. s.l.:s.n.

Mando de adiestramiento y doctrina, 2021. *PD1-001. Empleo de las fuerzas terrestres.* 2ª edición. ed. s.l.:s.n.

Mando de Apoyo Logístico. Jefatura de Ingeniería, 2016. *Pliego de Prescripciones Técnicas. Objetivo: BMS del Ejército de Tierra.* s.l.:s.n.



Mando de apoyo logístico, 2021. *Situación C2*, s.l.: s.n.

Manuel Esteve, I. P.-L. L. H.-B. A. C. C. E. P., 2009. *SIMACET-FFT: Spanish Army friendly force tracking system*. [En línea]

Available at: <https://ieeexplore.ieee.org/document/5380108>

Sobrido, J. M. G., 2017. *Capacidades y limitaciones del sistema BMS*. s.l.:s.n.



ANEXOS

Anexo I. Tableta ruggedizada GETAC F110

En este anexo se mostrarán las características principales de la tableta ruggedizada utilizada por el ET para el funcionamiento del sistema BMS:

Sistema Operativo	Windows 10 pro					
CPU	Procesador Intel Core i5					
Pantalla	11.6" IPS TFT LCD FHD (1920 x 1080)	Protector de pantalla incorporado	Tecnología LumiBond® de 1000 nits, legible a la luz del sol y pantalla multi-touch capacitiva			
Memoria y almacenamiento	Disco duro sólido de al menos 64GB					
Interfaz de comunicación	Intel® Wi-Fi 6 AX201, 802.11ax	Bluetooth (v5.2)	GPS incorporado			
Alimentación	Adaptador de CA (90W, 100-240VAC, 50 / 60Hz) Batería de Litio (11.4V, generalmente 2680mAh; min. 2640mAh) x 2			Capacidad de cambio de batería en caliente		
Dimensiones y peso	314 mm x 207 mm x 25 mm (12.4" x 8.15" x 0.98") 1.52 kg (3.35 lbs)					
Durabilidad	Certificación MIL-STD- 810H	Certificación IP66	Certificación MIL-STD- 461G	Resistente a vibraciones y caídas de hasta 1.8 metros	Certificación e-Mark para uso en vehículos	
Especificaciones ambientales	Temperatura: – De Funcionamiento: -29°C a 63°C / -20°F a 145°F – De Almacenamiento: -51°C a 71°C / -60°F a 160°F			Humedad: – 95% RH, sin condensación		
Accesorios a destacar	Teclado plegable y desmontable	Lápiz digitalizador	Lápiz capacitivo con correa	Montura para vehículo	Acoplamiento para vehículo	Correa de hombro



*Ilustración 23 Pantalla de la tableta GETAC F110.
Extraída de GETAC.*



*Ilustración 22 Parte posterior de la tableta GETAC F110.
Extraída de GETAC.*



Anexo II. Radioteléfono PR4G V3

Características técnicas	Puede ser empleada para transmisiones de datos, voz o como relé. Incorpora los módulos de seguridad de TRANSEC (salto de frecuencia) y COMSEC (cifrado en la comunicación)		
Modos de trabajo	IP-SAP, IP-MUX, Supermux (solo las actualizables)		
Banda de frecuencias	30 a 87,975 MHz. Número de frecuencias de trabajo: 2320.		
Configuraciones	Portátil (RT-9210) y Vehicular (RT-9310)		
Potencia según configuraciones	Configuración portátil: 0,5 W; 5 W; 10 W	Configuración vehicular: 0,28 W; 5 W; 50 W	
Alcance	Variable afectada por: potencia de transmisión, tipo de antena, obstáculos y vegetación, y la climatología. En condiciones ideales y emitiendo a máxima potencia:		
	Configuración portátil: <ul style="list-style-type: none"> • Antena de varilla o fleje: 6-8 km • Antena VHF sobre mástil: 12-15 km 	Configuración vehicular: <ul style="list-style-type: none"> • Antena vehicular 3088VM: 20-25 km • Antena VHF sobre mástil: 45-50 km 	
Accesorios	Radioteléfono PR4G v3	Batería ALI 143	Antena ANT-210
	Microteléfono COT 720	Atalaje de transporte espaldera POR-150	Amplificador de potencia ALA-126AP



Ilustración 24 PR4G v3. Extraída de Sapura Thales Electronics



Anexo III. Radio HF Harris RF-5800-H

Características técnicas	Puede ser empleada para transmisiones de voz y datos pero no simultáneos. Incluye Establecimiento Automático de Enlace, receptor GPS, encriptación Citadel o Datotek, y salto de frecuencias en HF mediante onda digital CCME e IP incorporado.			
Modos de trabajo	FIX (frecuencia fija)	ALE (Establecimiento Automático de Enlace)	HOP (Salto de Frecuencia)	3G (Protocolo de comunicación de 3 Generación)
Banda de frecuencias	1,6 MHz a 29,9999 MHz (HF) para modulaciones USB, CW y AME		20,000 MHz a 59,9999 MHz trabajando en (FM)	
Configuraciones	Portátil, vehicular o fija.			
Potencia	1, 5, 20 W en HF		1, 5, 10 W en FM	
Accesorios	Cable para datos asíncronos	Antena Receptor de GPS	Conjunto de Antena de Látigo OE-505	
	Microteléfono H-250/U Modificado	Caja de baterías	Cable de extensión de la KDU	
	Chasis de la radio	Amplificador RF-5833H-PA	Un filtro paso bajo	
	Conjunto de toma a tierra	Cableado para interconexión		



Ilustración 25 Radio HARRIS H-5800-RF. Extraída del MI del ET.



Anexo IV. HH MCTR-7200 Radio SDR.

Características técnicas	Puede ser empleada para transmisiones de voz y datos simultáneos en un mismo canal, al igual que voz y vídeo. Una de las radios más ligeras comparadas con las demás. Nivel muy alto de inmunidad (ECCM) y COMSEC.				
Modos de trabajo	FM (frecuencia modulada)	AM (amplitud modulada)	BFSK (frequency shift keying)	DPSK (differential phase-shift keying)	GMSK (gaussian minimum shift keying)
Banda de frecuencias	Narrow Band (NBWF): 30-512 MHz		Wide Band (WBWF): 225-512 MHz		
Configuraciones	Portátil (HH Hand Held), vehicular o man pack.				
Potencia	5W (VHF y UHF)		50W (VHF y UHF)		
Vida de la batería	12 horas				
Alcance	En condiciones ideales: 5km (en modalidad HH)				



Ilustración 26 Radio MCRT-7200
HH. Extraída de Elbitsystems



Ilustración 27 Radio MCRT-7200 vehicular. Extraída de Elbitsystems