

# Trabajo Fin de Grado

## CONFECCIÓN DE UNA GUÍA DE PUESTA EN SERVICIO DE BMS

Autor

CAC D. DANIEL HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ

Directores

Director académico: Doctor D. Carlos E. Cajal Hernando

Director militar: Capitán D. Lucas R. Finazzi Aranda

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar

**2022**





## Agradecimientos

En primer lugar, me gustaría agradecer a mi Director Académico, el profesor Doctor D. Carlos E. Cajal Hernando su apoyo y ayuda para que este trabajo de fin de grado haya podido ver la luz gracias a su continuas revisiones y consejos.

También, he de agradecer al Grupo de Caballería Ligero Acorazado “Reyes Católicos” II de la Legión las ayudas y oportunidades que me han brindado durante mi estancia en dicha unidad. Al Capitán D. Lucas R. Finazzi Aranda, el Director Militar de este TFG, agradecerle su disponibilidad, enseñanzas y buen trato.

Por supuesto, agradecer a todos los componentes del II Escuadrón, en primer lugar al Capitán D. Jacobo Castaño Martín, un ejemplo a seguir y un espejo en el que mirarse, al Teniente D. Sergio Sánchez Villa, referente en el ejercicio del mando y al Teniente D. César Torrejón Miralles, jefe y a la vez compañero.

Agradecer también a mi familia y amigos su comprensión y apoyo en estos cinco largos años de formación, ellos han compartido todos los sufrimientos y victorias conmigo. Por último, agradecer a la LXXVIII promoción de la Academia General Militar (y a los se quedaron en el camino) y a la CLXXXVI promoción de Caballería, los cuales son más que compañeros de armas.



## RESUMEN

Los jefes de unidades de Caballería, ejercen el mando y control a través de una serie de sistemas para conducir sus ejercicios tácticos. Sin esta función, la Caballería no podría cumplir con sus inconfundibles características de velocidad, movilidad, flexibilidad y fluidez.

La actual era digital en la que el Ejército de Tierra realiza sus operaciones requiere de sistemas electrónicos que faciliten en gran medida el cumplimiento de dicha función, permitiendo al Jefe controlar su unidad a grandes distancias, rasgo característico de la Caballería, abarcar despliegues muy amplios. Actualmente, dentro del ámbito de las Pequeñas Unidades de maniobra, existen dos sistemas predominantes; BMS y TALOS.

El objetivo de este trabajo es realizar una guía práctica y sencilla para el uso y explotación adecuados del sistema BMS, para que en un futuro, las unidades del Arma puedan estar en condiciones de realizar cualquier operación con el sistema y solventar todo problema que pueda aparecer.

Para estudiar los principales problemas del sistema, técnicos y humanos, se han empleado tanto técnicas cualitativas (encuestas, entrevistas, grupos de expertos) como cuantitativas (diagrama de Gantt, análisis DAFO, diagrama de Pareto), la mayoría de ellas aprendidas en el Grado de Ingeniería de Organización Industrial (Perfil Defensa).

El resultado del estudio ha sido que el BMS es un sistema de mando y control con muchas capacidades que sería una herramienta muy útil para todas las unidades si se explotara de una forma adecuada. En muchas ocasiones la falta de instrucción en la materia y los problemas técnicos del sistema desembocan en la dejadez por parte de los usuarios y la utilización de otros medios civiles. Aquí es donde surge la necesidad del presente TFG, realizar una guía práctica y resumida enfocada al personal de tropa, con escasa o ninguna formación en BMS, al que se le pide la inicialización del sistema para desarrollar un ejercicio táctico.

El sistema BMS funciona con medios de transmisiones en dotación en el Ejército de Tierra, y como se ha podido comprobar es necesario realizar una inversión en medios de forma que el sistema pueda operar al máximo de sus capacidades y ser una herramienta útil para el combate.

A su vez este sistema presenta otras deficiencias y es por ello que se sugieren una serie de propuestas de mejora que se podrían llegar a implementar. Destacando: dotación de radios con mayor ancho de banda, mayor formación para los operadores o desarrollar una interfaz más sencilla.

## PALABRAS CLAVE

Sistema de mando y control, caballería, C2IS, conectividad, posicionamiento, interoperabilidad y guía de usuario.



## ABSTRACT

Cavalry commanders exercise command and control through a series of systems to conduct their tactical exercises. Without this feature, the Cavalry would not be able to fulfil its unmistakable characteristics of speed, mobility, flexibility and fluency.

The current digital era in which the Army carries out its operations requires electronic systems that greatly facilitate the fulfilment of said function, allowing the Chief to control his unit over great distances, main characteristic of the Cavalry, to cover very wide deployments. Currently, within the scope of the Small Manoeuvring Units, there are two predominant systems; BMS and TALOS.

The goal of this project is to carry out a practical and easy guide for the proper use and exploitation of the BMS system, so that in the future, the Armed Forces units may be able to carry out any operation with the system and solve any problem that can appear.

In order to study the main technical and human problems of the system, both qualitative techniques (surveys, interviews, groups of experts) and quantitative techniques (Gantt diagram, SWOT analysis, Pareto diagram) have been used, most of them learned in the Industrial Organization Engineering Degree (Defense Profile).

The project's outcome has shown that BMS is a command and control system with many capabilities that would be a very useful tool for all units if it were used properly. On many occasions, the lack of education in the matter and the technical problems of the system lead to carelessness by the users and the use of other civilian means. That is why we need this TFG, to make a practical and summarized guide focused on troop personnel, with little or no training in BMS-ET, who are asked to initialize the system to develop a tactical exercise.

BMS system works with transmission devices provided by the Army, and as has been verified, it is necessary to invest in new and more devices so that the system can operate to the maximum of its capabilities and be a useful tool for the combat.

By the way, this system has other deficiencies and that is why a series of improvement proposals are suggested that could be implemented. Highlighting: provision of radios with greater bandwidth, more education for the users or develop a simpler interface.

## KEYWORDS

Command and Control System, Cavalry, C2IS, system, connectivity, positioning, interoperability and user guide.



## INDICE DE CONTENIDO

<b>RESUMEN .....</b>	<b>IV</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>V</b>
KEYWORDS .....	V
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1. CONTEXTO Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO.....	1
1.2. ÁMBITO DE APLICACIÓN .....	2
1.3. CONCEPTOS CLAVE.....	3
1.4. ESTRUCTURA DE LA MEMORIA .....	3
<b>2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA.....</b>	<b>4</b>
2.1. OBJETIVOS Y ALCANCE .....	4
2.2. METODOLOGÍA .....	5
2.2.1. Diagrama de Gantt.....	5
2.2.2. Revisión bibliográfica .....	5
2.2.3. Grupo de expertos (Focus Group) .....	6
2.2.4. Observación directa.....	6
2.2.4.1. Metodología FADECO .....	7
2.2.4.2. Prácticas de funcionamiento .....	7
2.2.5. Encuestas .....	8
2.2.6. Entrevistas .....	8
2.2.7. Método DELPHI.....	9
2.2.8. Análisis DAFO.....	9
2.2.9. Diagrama de Pareto .....	9
2.2.10. Análisis Modal de Fallos y Efectos .....	10
<b>3. ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>10</b>
3.1. PLAN MC3 .....	11
3.2. FTT.....	12
3.3. GESCOM .....	12
3.4. BMS.....	12
<b>4. DESARROLLO: ANÁLISIS Y RESULTADOS.....</b>	<b>15</b>
4.1. PLANIFICACION DEL TRABAJO.....	15
4.1.1. Diagrama de Gantt .....	15
4.2. IDENTIFICACIÓN DE LOS PRINCIPALES PROBLEMAS DEL SISTEMA.....	16
4.2.1. Focus Group .....	16
4.2.2. Observación directa.....	16
4.2.3. Encuestas .....	19
4.2.4. Entrevistas .....	20
4.3. CUANTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS IDENTIFICADOS .....	22
4.3.1. Método DELPHI .....	22
4.3.2. Análisis DAFO.....	23
4.4. ASIGNACIÓN DE PRIORIDADES Y POSIBLES SOLUCIONES .....	24
4.4.1. Diagrama de Pareto.....	24



4.4.2.	Análisis Modal de Fallos y Efectos .....	26
5.	<b>CONCLUSIONES</b> .....	27
5.1.	FUTURAS LÍNEAS DE TRABAJO .....	28
6.	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	30
	<b>ANEXOS</b> .....	31
	Anexo I. Encuestas.....	32
	Anexo II. Resultados de las encuestas .....	37
	Anexo III. Entrevistas.....	47
	Anexo IV. Análisis Modal de Fallos y Efectos .....	48
	Anexo V. Guía de puesta en funcionamiento de BMS.....	50
	Anexo VI. Problemas más frecuentes al operar BMS .....	53
	Anexo VII. Vehículos de Caballería.....	54



## INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Estructura orgánica del GCLAC "Reyes Católicos" II de la Legión. Fuente: "El Combate de la Caballería" (ACAB-TA-009).....	4
Figura 2: Usuario de BMS introduciendo medidas de coordinación. Fuente: "Manual de Usuario BMS-ET" (MT-021) .....	8
Figura 3: Esquema general Plan MC3. Fuente: "Sistemas de Mando y Control de Caballería" (AGM-TM-402).....	11
Figura 4: Pantalla principal del BMS. Panel de acceso a creación de unidades. Fuente: "Manual de Usuario BMS-ET " (MT-021) .....	14
Figura 5: Patrulla de UNIFIL en el Líbano. Fuente: UN .....	17
Figura 6: Gráfico comparativo de las distintas formaciones de Oficiales, Suboficiales y Tropa. Fuente: QuestionPro .....	20
Figura 7: Diagrama de Pareto. Fuente: Elaboración propia. ....	25
Figura 8: Logotipo y eslogan de la Fuerza 35. Fuente: Ministerio de Defensa .....	29
Figura 9: Encuesta personal de Tropa. Fuente: elaboración con App QuestionPro .....	32
Figura 10: Encuesta de Suboficiales. Fuente: elaboración con App QuestionPro.....	34
Figura 11: Encuesta de CUMAs. Fuente: elaboración con App QuestionPro .....	36
Figura 12: Resultados de la encuesta de Tropa. Fuente: elaboración con App QuestionPro. ....	39
Figura 13: Resultados de la encuesta de Suboficiales. Fuente: elaboración con App QuestionPro. ....	42
Figura 14: Resultados de la encuesta de CUMAs. Fuente: elaboración con App QuestionPro.....	46
Figura 15: Pantalla principal del BMS. Fuente: "Manual de Usuario BMS-ET " (MT-021) .....	50
Figura 16: Pantalla de configuración BMS. Fuente: "Manual de Usuario BMS-ET " (MT-021). ....	50
Figura 17: Pantalla de carga de ficheros de misión BMS. Fuente: "Manual de Usuario BMS-ET " (MT-021) .....	51
Figura 18: Pantalla de selección de cartografía. Fuente: "Manual de Usuario BMS-ET " (MT-021) .....	51
Figura 19: Recorte pantalla principal BMS. Fuente: "Manual de Usuario BMS-ET " (MT-021) .....	52
Figura 20: VEC. Fuente: Táctica. Empleo de las Pequeñas Unidades de Caballería (PD4-200) .....	54
Figura 21: VERT. Fuente: Táctica. Empleo de las Pequeñas Unidades de Caballería(PD4- 200) .....	54
Figura 22: VAMTAC. Fuente: Táctica. Empleo de las Pequeñas Unidades de Caballería (PD4-200).....	54
Figura 23: LEOPARDO 2E. Fuente: Táctica. Empleo de las Pequeñas Unidades de Caballería (PD4-200) .....	54
Figura 24: LEOPARD 2A 4. Fuente: Empleo de las Pequeñas Unidades de Caballería (PD4-200) .....	54
Figura 25: VRCC CENTAURO. Fuente: Empleo de las Pequeñas Unidades de Caballería (PD4-200) .....	55
Figura 26: VCC PIZARRO. Fuente: Empleo de las Pequeñas Unidades de Caballería (PD4-200) .....	55





## INDICE DE TABLAS

Tabla 1: FADECO. Fuente: Proceso de planeamiento de las operaciones a nivel táctico (PD4-026).....	7
Tabla 2: Descripción de actividades a realizar en el trabajo. Fuente: elaboración propia .....	15
Tabla 3: Diagrama de Gantt. Fuente: elaboración propia.....	15
Tabla 4: Aplicación metodología FADECO. Fuente: elaboración propia.....	18
Tabla 5: Análisis DAFO BMS. Fuente: elaboración propia.....	24
Tabla 6: Principales fallos BMS. Fuente: elaboración propia.....	25



## ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS

- ACTO: Acuartelamiento
- AGM: Academia General Militar
- AMFE: Análisis Modal de Fallos y Efectos
- APOFU: Apoyos de Fuegos
- BFT: *Blue Force Tracking*
- BMS: *Battlefield Management System*
- BRIEX: Brigada Experimental
- BRILEG: Brigada de la Legión
- BRILIB: Brigada Libre Hidalgo
- C2IS: *Command and Control System*, Sistema de Mando y Control
- CC: Carro de Combate
- CENAD: Centro Nacional de Adiestramiento
- CNLTT: Coche Ligero Todo Terreno
- CO: Centro de Operaciones
- CUD: Centro Universitario de la Defensa
- CUMA: Cuadro de Mando
- DAFO: Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades
- DIDOM: Dirección de Investigación, Doctrina, Orgánica y Materiales
- DIGENPER: Dirección General de Personal
- ELAC: Escuadrón Ligero Acorazado
- EPLMS: Escuadrón de Plana Mayor y Servicios
- ET: Ejército de Tierra
- EW: *Electronic Warfare*, Guerra Electrónica
- FADECO: Factor, Deducción, Conclusión
- FFT: *Friendly Force Tracking*, Sistema de Seguimiento de unidades amigas
- FRAGO: *Fragmentary Order*, Orden Fragmentada
- GCAC: Grupo de Caballería Acorazado
- GCLAC: Grupo de Caballería Ligero Acorazado
- GESCOM: Gestor de Comunicaciones
- GPS: *Global Positioning System*, Sistema de Posicionamiento Global
- GT: Grupo Táctico
- GU: Gran Unidad
- HF: *High Frequency*, Frecuencia alta
- INTE: Integración Terreno-Enemigo
- INTEVAL: Integración y Evaluación



- IP: *Internet Protocol*
- JU: Jefe de Unidad
- LAN: *Local Area Network*, Red de Área Local
- MADOC: Mando de Adiestramiento y Doctrina
- MEDEVAC: *Medical Evacuation*, Evacuación Médica
- MINISDEF: Ministerio de Defensa
- NPR: Número Prioritario de Riesgo
- OAV: Observador Avanzado
- OPORD: *Operations order*, Orden de operaciones
- OTAN: Organización del Tratado del Atlántico Norte
- PC: Puesto de Mando
- PCBON: Puesto de Mando de Batallón
- PEXT: Prácticas Externas
- PLM: Plana Mayor
- PLMM: Plana Mayor de Mando
- PU: Pequeña Unidad
- QRF: *Quick Reaction Force*
- RC: Regimiento de Caballería
- RRC: Red Radio Combate
- SDR: Software Defined Radio, Radio Definida por Software
- SEV: Sección de Exploración y Vigilancia
- SIG: Sistemas de Información Geográfica
- SIMACET: Sistema de Mando y Control del Ejército de Tierra
- SLAC: Sección Ligero-Acorazada
- TFA: *Task Force Alfa*
- TFG: Trabajo de Fin de Grado
- TOC: *Tactical Operations Center*
- UHF: *Ultra High Frequency*, Frecuencia ultra alta
- UNIFIL: *United Nations International Force In Libano*
- VHF: *Very High Frequency*, Frecuencia muy alta
- VCC: Vehículo de Combate de Caballería
- VEC: Vehículo de Exploración de Caballería
- VERT: Vehículo de Exploración y Reconocimiento Terrestre
- VH: Vehículo
- VRCC: Vehículo de Reconocimiento y Combate de Caballería
- ZA: Zona de Acción



# 1. INTRODUCCIÓN

*“Ni ante la espada retrocede, y no se contiene al toque del clarín.”*

*(Caballería española)*

La siguiente memoria presenta los resultados del Trabajo Fin de Grado (TFG) titulado “Guía de puesta en servicio de BMS” presentado para optar al Grado en Ingeniería de Organización Industrial impartido por el Centro Universitario de la Defensa de la Academia General Militar (AGM Zaragoza).

## 1.1. CONTEXTO Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

La Caballería es el Arma del reconocimiento, la seguridad y el contacto (MADOC, 2017), donde las necesidades de información para los Jefes de unidad son fundamentales para poder cumplir las misiones asignadas. Para los jinetes, que acostumbran a trabajar en amplios despliegues realizando reconocimientos para obtener información, el uso de sistemas de mando y control es del todo indispensable. (Muñoz, 2019).

El Ejército de Tierra llevó a cabo el Plan de Modernización de los Sistemas de Mando, Control y Comunicaciones (MC3), mediante el cual se pretendía implantar nuevos medios que permitiesen facilitar las labores de mando y control dentro de las pequeñas unidades a través de las tecnologías de información y comunicación (TIC) más novedosas. Dicho plan, incluía para los diferentes proyectos las fases de desarrollo, obtención y puesta en marcha, las cuales tenían prevista su implantación desde el año 2015 hasta el 2021. La pandemia mundial causada por el Covid-19 y otra serie de problemas económicos, técnicos y humanos han conllevado que a día de hoy no se haya llegado a un nivel de implantación como se esperaba inicialmente.

El plan MC3 contemplaba como resultado la implantación de una plataforma con Capacidad de Conexión a Red (NEC) que permitiese la conexión y el flujo de información desde el nivel más alto de mando (Cuerpo de Ejército), hasta el nivel de un jefe de equipo. La principal prioridad era desarrollar un sistema de control y seguimiento del campo de batalla para todo el conjunto de pequeñas unidades (PU). La implantación en el Ejército del *Battle Manage System* (BMS) justifica la realización de este estudio, el cual pretende analizar en profundidad el sistema, estudiar los problemas que pueden surgir a la hora de su funcionamiento y proponer soluciones.

Los vehículos de Caballería precisan de un Sistema de Mando y Control óptimo porque el actual marco operativo del ET incluye la dimensión de la información y el ciberespacio como parte del espacio de batalla. La tendencia hacia la completa digitalización implica una mayor demanda de Sistemas de Mando y Control para satisfacer las necesidades de información, con el objetivo de reducir los tiempos de decisión y planeamiento, aumentar la capacidad de respuesta de los sistemas de armas, e integrar a mayor nivel los sensores del campo de batalla.

El autor de esta memoria realizó sus prácticas externas (PEXT) en el segundo Escuadrón Ligero Acorazado (ELAC-II) del Grupo de Caballería Ligero Acorazado (GCLAC) “Reyes Católicos” II perteneciente a la Brigada “Rey Alfonso XIII” II de la Legión (BRILEG), mandado por el Capitán de Caballería D. Jacobo Castaño Martín, en Ronda (Málaga).

El Grupo de Caballería es en esencia la primera Pequeña Unidad del Arma (PU), cuya estructura orgánica y capacidades le permiten la preparación, instrucción, adiestramiento y constitución de una organización operativa de entidad Grupo Táctico (GT), que se puede encontrar encuadrada en una agrupación táctica superior. Los Grupos de Caballería están equipados fundamentalmente con vehículos blindados de exploración de caballería (VEC), de reconocimiento y combate sobre ruedas (VRCC), de exploración y reconocimiento terrestre (VERT), y, en ocasiones con CC y vehículos de combate sobre cadenas (VCC) (Anexo VII).



## 1.2. ÁMBITO DE APLICACIÓN

En este apartado se va tratar de justificar la necesidad de un medio C2IS (en este caso el BMS), que permita a las unidades de Caballería cumplir con sus misiones. Desde los orígenes del Arma, cuando se combatía a caballo, la unidad, dispersa en los amplios despliegues, necesitaba de un cornetín que transmitiese las órdenes del jefe y las hiciese llegar a todos

Las características principales del Arma de Caballería son la velocidad, movilidad, flexibilidad, fluidez, (MADOC, 2017). Esto requiere un sistema C2IS capaz de proporcionar unas capacidades muy específicas y técnicas.

- *Velocidad:* la caballería debe poder desplazarse, combatir en tiempos cortos y aplicar el esfuerzo en el tiempo oportuno, y para ello el Jefe debe conocer en todo momento y con total precisión el terreno, la situación de sus unidades y del enemigo. Esto debe proporcionarlo un sistema C2IS, para evitar saturaciones en la malla de radio. Así mismo, el Jefe puede observar de manera visual en un medio portátil la situación propia y la del enemigo.
- *Movilidad:* antiguamente los caballos y hoy en día los vehículos del Arma se mueven por toda clase de terreno y en cualquier condición meteorológica. Aquí de nuevo se hace necesario un C2IS que tenga un subsistema de información geográfica que pueda operar la cartografía precisa en cada momento.
- *Flexibilidad:* un C2IS como el BMS permite modificar el despliegue adoptado y transmitirlo al resto de la unidad, esto resulta útil cuando haya un cambio de misión o situación.
- *Fluidez:* con un sistema C2IS que permita conocer el terreno (a través de la cartografía empleada) y el estado de las unidades, el Jefe podrá escoger la articulación o el despliegue de su unidad adaptándose a las circunstancias del terreno y del combate.

Estas características convierten a la Caballería en el Arma del movimiento rápido por excelencia. Para realizar maniobras ágiles es necesario un sistema C2IS que facilite el trabajo de los Jefes en todos los niveles de mando.

Las actuaciones de las unidades de Caballería van encaminadas a contribuir, conseguir, mantener o recuperar la libertad de acción (MADOC, 2020). La base de su trabajo es por tanto proporcionar la información necesaria al mando en tiempo y forma adecuada, esto lo consigue a través de sus reconocimientos y despliegues amplios. Así el mando dispone de tiempo suficiente para planear y conducir las acciones tácticas encaminadas a responder al enemigo.

Con respecto a la obtención y difusión de la información al escalón superior, tradicionalmente se realizaba mediante partes estandarizados, informes post-misión, fotografías o croquis (Yagüe, 2017). Con la implantación de un sistema como el BMS, se proporciona al Jefe la información necesaria en tiempo real, mediante el envío de archivos, imágenes o videos.

Al igual que en el resto de unidades del Ejército, el enlace es una necesidad fundamental para la Caballería. En muchas ocasiones, debido a la amplitud de sus despliegues, el Jefe no tendrá visual de todos sus vehículos, por las distancias o la falta de visibilidad. Además, los sistemas de transmisiones habitualmente fallan, ya sea por la orografía del relieve o diversos defectos técnicos. A su vez, estos medios pueden ser fácilmente detectables con medios de guerra electrónica enemigos (EW). Por ello, conseguir una red de Mando y Control basada en un C2IS garantiza un enlace más ágil, y conocer en tiempo real el despliegue de unidades propias en el terreno.

Para conseguir esa versatilidad propia de la Caballería es necesario un sistema en el que los cambios situacionales tengan una adaptación rápida. El BMS permite el envío de alarmas, órdenes fragmentarias (FRAGO) y pasar rápidamente de una situación táctica a otra. Cabe mencionar



también que mediante este sistema el Jefe puede controlar las necesidades logísticas de sus unidades y conocer su estado para el combate.

Por último, remarcar que para el buen funcionamiento del BMS se requiere de equipos capaces de soportar tal cantidad de información y procesarla en un tiempo útil. De nada sirve el BMS con medios radio anticuados o insuficientes.

### 1.3. CONCEPTOS CLAVES

A continuación se detallan los conceptos clave que marcarán el desarrollo de esta memoria:

- *Sistema de mando y control*: conjunto de elementos y equipos que permiten al mando disponer en tiempo y forma de toda la información posible para tomar sus decisiones y difundir sus órdenes a las unidades ejecutoras.
- *Caballería*: arma de combate, organizada, equipada e instruida para desempeñar misiones que exijan un alto grado de capacidad de maniobra y potencia de combate, siendo particularmente apta para actuar de forma independiente y ocupando frentes muy amplios.
- C2IS: Command and Control Information System
- *Conectividad*: capacidad de establecer una conexión, una comunicación, un vínculo. Alude a la disponibilidad que tiene un dispositivo para ser conectado a otro o a una red.
- *Posicionamiento*: acción de situar en el espacio y en el tiempo distintas unidades y medios.
- *Interoperabilidad*: capacidad de dos o más sistemas o componentes para intercambiar información y utilizar la información intercambiada.
- *Guía de usuario*: publicación que incluye los aspectos fundamentales de una materia. Se trata de una guía que ayuda a entender el funcionamiento del sistema y educa a los usuarios acerca de un tema de forma ordenada y concisa.

### 1.4. ESTRUCTURA DE LA MEMORIA

Para cumplir el objeto de estudio, se ha realizado una memoria cuya estructura es la siguiente:

1. Introducción: Una primera parte introductoria donde se detalla el porqué de este trabajo, su ámbito de aplicación en el Arma de Caballería, los conceptos claves del tema en cuestión y la presente estructura de la memoria.
2. Objetivos y metodología: Se plantea el para qué de esta investigación, el alcance que tendrá y se explican las diferentes metodologías utilizadas para la realización del estudio.
3. Antecedentes y marco teórico: Aquí se incluirán los fundamentos del problema a investigar tanto empíricos como teóricos.
4. Desarrollo: Se trata del análisis del sistema en su conjunto y se realiza un estudio prospectivo de este y finalmente se exponen los resultados.
5. Conclusiones: Se extraen las conclusiones a partir de los resultados obtenidos del estudio del sistema y se propone una serie de soluciones a las limitaciones del sistema.



## 2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

### 2.1. OBJETIVOS Y ALCANCE

El ET español requiere de un sistema C2IS adaptado a los medios y el entorno en el que opera. Dado que las unidades de Caballería no son las únicas que trabajan con el BMS, sino que este sistema se encuentra en uso en unidades muy diferentes y de todas las Armas; el propósito de este trabajo es realizar un análisis exhaustivo del sistema enfocándose en los problemas más recurrentes a nivel usuario y sus posibles soluciones para que el lector pueda operar el sistema de una manera adecuada, explotando al completo sus capacidades.

El principal objetivo del presente trabajo es estudiar las distintas capacidades y limitaciones que ofrece el sistema de control y seguimiento del campo de batalla, (BMS) y desarrollar una guía de puesta en servicio.

Para alcanzar dichos objetivos, en primer lugar, se llevarán a cabo una serie de estudios, tanto cualitativos como cuantitativos por los cuales se pretende analizar la utilización y problemas del sistema BMS en las PU de Caballería. Así mismo, se realizarán un conjunto de pruebas prácticas en los propios vehículos operando el sistema para analizar y descubrir las capacidades y limitaciones que este ofrece.

Se definen una serie de objetivos específicos a modo de tareas a realizar para poder cumplir el objetivo principal:

- Conocer el funcionamiento teórico y práctico del sistema BMS en el GCLAC “Reyes Católicos” II.
- Analizar los problemas más recurrentes de los usuarios.
- Estudiar las posibles soluciones a dichos problemas que pueda realizar el usuario medio o administrador del sistema.
- Proponer una guía de puesta en servicio accesible para cualquier tripulación.

Para el presente estudio, el autor trabajará con el sistema BMS con los medios disponibles en el GCLAC “Reyes Católicos” II de la Legión. No se analizarán otros sistemas C2IS del mercado o que estén en uso en otras unidades del ET (como el TALOS o el Sistema de Mando y Control del Ejército de Tierra (SIMACET))

El análisis del sistema de control y seguimiento del campo de batalla se aborda dentro del marco de una PU del ET, de entidad Grupo Táctico. El estudio estará restringido a los medios y personal especializados presentes en el GCLAC “Reyes Católicos” II durante el periodo de prácticas del autor, teniendo en cuenta que estos medios pueden estar estropeados, en desuso u obsoletos, a su vez el personal especializado puede estar empeñado en otros cometidos o ausente. La estructura orgánica del Grupo y sus medios actuales se pueden observar en la Figura 1.

El Grupo de Caballería, es la unidad táctica fundamental configurada para desempeñar, en beneficio de la maniobra de una brigada o de la organización operativa determinada, los cometidos tradicionales del Arma de Caballería, así como todos aquellos derivados de los nuevos requerimientos operativos que se le encomienden, en todo el espectro del conflicto (MADOC, 2019).

#### GRUPO DE CABALLERÍA LIGERO ACORAZADO REYES CATÓLICOS II

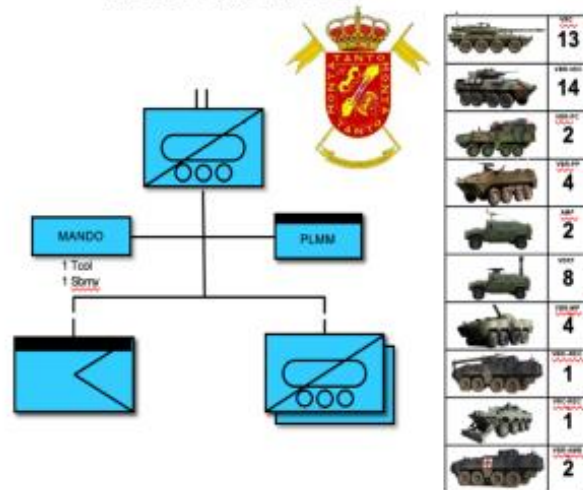


Figura 1: Estructura orgánica del GCLAC “Reyes Católicos” II de la Legión. Fuente: “El Combate de la Caballería” (ACAB-TA-009)





## 2.2. METODOLOGÍA

Para la realización del estudio, se utilizarán métodos cuantitativos y cualitativos. Inicialmente, mediante métodos cualitativos como la revisión bibliográfica, entrevistas, experiencias obtenidas en ejercicios de instrucción y adiestramiento y el análisis de las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades (DAFO), el autor se propone obtener una visión general del sistema y sus características, a la vez que determinar los fallos de funcionamiento más recurrentes.

Posteriormente, una vez obtenidos los factores clave, se aplicarán métodos analíticos como los análisis estadísticos.

Con esta combinación de métodos se pretende conseguir un punto de vista objetivo y determinar de manera fehaciente si los errores son humanos o técnicos y cómo se podrían solventar. Se considerará muy relevante el punto de vista del usuario medio, ya que la BRILEG a día de realización de la memoria es Brigada Experimental (BRIEX), y se dedica a probar todo tipo de sistemas y nuevos procedimientos que pueden llegar a dotar al ET.

Con las citadas valoraciones, se podrá estar en condiciones de realizar la guía de puesta en servicio del BMS, que tratará de solventar los fallos más comunes de funcionamiento para favorecer la maniobra de las unidades de Caballería. Posteriormente, tras realizar un diagrama de Pareto se podrán proponer mejoras a realizar en el sistema.

### 2.2.1. Diagrama de Gantt

El desarrollo de este trabajo requiere de una herramienta de planificación para que se puedan llevar a cabo los hitos marcados de una manera coherente.

El diagrama de Gantt es una herramienta que permite plasmar en un gráfico las tareas de un proyecto y su duración, así se puede observar, de forma visual, si existen tareas que se realizan de forma paralela y la distribución de estas tareas en un tiempo determinado. (Val, 2021)

Se utilizará esta herramienta para la planificación del presente TFG.

### 2.2.2. Revisión bibliográfica

Para un trabajo tan técnico como este, la revisión de toda bibliografía relacionada con el BMS es fundamental. Por una parte, para que el autor pueda comprender su funcionamiento y capacidades teóricas antes de realizar cualquier práctica con el mismo. Por otra parte, para cumplir con el objetivo final de este proyecto, es necesario conocer la bibliografía existente para que este trabajo no sea una repetición de los anteriores y llevar a cabo una guía de puesta en servicio eficaz. Las fuentes utilizadas son:

- Manuales del ET referidos al sistema BMS.
- Trabajos de fin de grado de años anteriores sobre el BMS.
- Artículos de revistas especializadas.
- Informes de ejercicios militares del GCLAC “Reyes Católicos” II de la Legión, donde se haya operado el sistema.
- Manuales de las empresas civiles desarrolladoras del sistema.

Esta revisión bibliográfica se realizará a título particular y también se contará con el personal del grupo de expertos de la unidad, para obtener cualquier fuente de información imprescindible para este trabajo. A través del servicio de documentación y boletines informativos de la Dirección de Investigación, Doctrina, Orgánica y Materiales (DIDOM), se obtendrán enlaces a documentos que se encuentren en la intranet del ET o enlaces públicos.





### 2.2.3. Grupo de expertos (*Focus Group*)

Los grupos de expertos o *Focus Group* constituyen una fuente muy valiosa de información para el estudio, puesto que ellos conocen el sistema ampliamente desde hace años, y operan con él habitualmente. Es un método de investigación cualitativo ampliamente utilizado en actividades de marketing.

La metodología de trabajo consiste en reunir al grupo de expertos en el sistema BMS y una persona adicional que ejerza de moderador (el presente autor), el cual hará las preguntas pertinentes y evitará que el grupo se desvíe del tema principal. Una vez planteado, los integrantes del grupo discutirán acerca del asunto en cuestión, en este caso el funcionamiento del sistema BMS. Se realizarán una serie de preguntas al grupo y cada miembro ofrecerá libremente su opinión personal (clave del éxito de este proceso). Finalmente se analizarán los resultados obtenidos y se extraerán conclusiones. (Val, 2019)

Aplicando este método se puede obtener gran cantidad de información en poco tiempo, a su vez nos permite conocer la realidad del sistema de la mano de aquellos que más lo controlan y potenciar el trabajo en grupo.

Para la realización del *Focus Group*, se han llevado a cabo las siguientes tareas:

- Selección del lugar y de los materiales.
- Selección del personal.
- Elaboración de una guía.
- Selección del moderador.
- Elaboración del reporte final.

Para el trabajo se han escogido como grupo de expertos a tres oficiales del ELAC-2, un oficial y un suboficial del EPLMS. Todos ellos pertenecientes al GCLAC “Reyes Católicos” II de la Legión.

- Capitán Jefe del ELAC-2: Cuenta con experiencia mandando SLAC, a su vez ha operado con distintos vehículos y medios C2IS tanto en territorio nacional como en misiones en el extranjero.
- Teniente Jefe de la SLAC-I del ELAC-2: Teniente con más antigüedad en el Escuadrón, con una considerable experiencia en el empleo de sistemas C2IS, tanto nacionales como de países aliados.
- Teniente Jefe de la SLAC-II del ELAC-2: Teniente con 2 años de antigüedad en el escuadrón, con experiencia en vehículos ligeros y acorazados y sus medios C2IS.
- Sargento Primero Jefe accidental de la Sección de Mando y Transmisiones del EPLMS: Encargado de la configuración de los sistemas C2IS del Grupo para la realización de ejercicios tácticos.
- Capitán Jefe del EPLMS: experto en el sistema BMS y medios informáticos. Del Capitán depende la Sección de Mando y Trasmisiones.

### 2.2.4. Observación directa

Durante el periodo de prácticas en el GCLAC “Reyes Católicos” II se llevarán a cabo numerosas actividades de instrucción y adiestramiento, incluyendo la preparación para el despliegue en Líbano del contingente del ELAC-II. Se operará por tanto con todo tipo de medios C2IS, entre ellos el BMS sobre diferentes plataformas y configuraciones. En dichas actividades, se tratará de aprender todo lo posible sobre el funcionamiento del sistema y sus principales carencias, tomando anotaciones sobre todos aquellos aspectos de interés para la memoria.



## 2.2.4.1. Metodología FADECO

Se realizará una adaptación del método Factor, Deducción, Conclusión (FADECO), del Proceso de Planeamiento de Operaciones Táctico (MADOC, 2019). Esta herramienta, se aplica durante la fase de estudio de los factores situacionales. Analizando cada factor, se obtienen hechos, estos a su vez llevan a una consecuencia lógica, y esa consecuencia a una conclusión. Las conclusiones finales pueden derivar en acciones, limitaciones o necesidades de información.

FACTOR	DEDUCCION	CONCLUSION	
Dato real relevante extraído de información conocida y verdadera o hipótesis que sustituyen datos desconocidos pero necesarios para el PLTO.  <b><u>Hecho o Supuesto</u></b>	Implicaciones, problemas o consideraciones extraídas de los hechos y supuestos, que afecta a la Fz propia.  <b><u>Consecuencia Lógica</u></b>	Resultado obtenido tras el análisis de la deducción que requiere de acción en el planeamiento o un análisis más detallado.  <b><u>Qué tengo que hacer para paliar el efecto anterior?</u></b>	1. ACCIONES A REALIZAR. (Cometidos, Apoyos, ROE,s, Protección Fz)  2. LIMITACIONES A LA LIBERTAD ACCIÓN. (Restricción u obligación)  3. NECESIDAD DE INFORMACIÓN.  “Riesgos”

Tabla 1: FADECO. Fuente: Proceso de planeamiento de las operaciones a nivel táctico (PD4-026)

Para este trabajo el FACTOR será la actividad a realizar, la DEDUCCIÓN el resultado de dicha actividad, y la CONCLUSIÓN la consecuencia, de tal manera que se podrán evaluar las actividades realizadas.

## 2.2.4.2. Prácticas de funcionamiento

Para estudiar las capacidades y limitaciones del sistema BMS, se han realizado una serie de prácticas de funcionamiento tanto en la base de Ronda (Acto. Montejaque) como en el campo de maniobras del acuartelamiento Álvarez de Sotomayor (Almería).

Se han podido conocer de primera mano las capacidades que el BMS ofrece para la gestión, seguimiento y control de las fuerzas propias. A su vez se han observado las principales limitaciones y errores de este.

Las prácticas se han dividido en tres fases, que son:

1. Selección del material: Previamente se realizó un estudio del material necesario y disponible en la unidad.
2. Realización de pruebas de conectividad: En la base se comprobó que los equipos funcionaban correctamente y podían comunicarse entre sí.
3. Realización de pruebas de distancia: Se ha estudiado el comportamiento del sistema en un ambiente real, sometiéndolo a cambios de situación, distancia y tamaño de archivos enviados a fin de extraer las limitaciones del sistema en situaciones complejas.



### 2.2.5. Encuestas

Con el fin de extraer información acerca de la experiencia con el BMS en todos los empleos y escalas (oficiales, suboficiales y tropa) se van a efectuar una serie de encuestas a todos los integrantes del ELAC-I y ELAC-II del GCLAC “Reyes Católicos” II.

Se diferenciarán tres tipos de encuestas, una para la Tropa, otra para Suboficiales y finalmente otra para los Oficiales (Anexo I). Las preguntas serán iguales en su base en las tres encuestas pero en el caso de los CUMAs y Suboficiales contarán con alguna más enfocada a la formación de sus subordinados. Las preguntas propuestas surgen de la experiencia del autor y una revisión bibliográfica previa.

La muestra es suficientemente representativa ya que ambos escuadrones aglutinan personal con muchos años de experiencia en la Legión y otras unidades, así como personal de reciente incorporación al Ejército. Todo el personal ha operado con diferentes vehículos y casi en su mayoría cuentan con al menos una misión internacional.

El cuestionario se desarrollará mediante la aplicación *QuestionPro*, que es una plataforma *online* gratuita donde se pueden confeccionar y distribuir de manera sencilla todo tipo de encuestas. A su vez permite visualizar las respuestas recogidas en tiempo real usando gráficos, cuadros o informes.

Con las respuestas obtenidas de las encuestas de Tropa, Suboficiales y Oficiales se pretende realizar un análisis estadístico con vistas a para poder comparar las diferentes opiniones existentes entre el personal de las distintas escalas, ya que cada uno tendrá su propia formación y experiencia.

### 2.2.6. Entrevistas

Se desarrollarán una serie de entrevistas con personal seleccionado del GCLAC “Reyes Católicos” II. De esta forma se pretende observar los problemas más recurrentes del sistema, a través de las distintas experiencias del personal entrevistado. Se recurrirá nuevamente a las entrevistas personales con el grupo de expertos y demás personal especializado a fin de obtener posibles soluciones a dichos problemas y tratar de determinar si el origen de los fallos es humano, técnico o de recursos y medios.

Todas las entrevistas serán individualizadas y se realizarán en persona tomando anotaciones de los puntos tratados más importantes (Anexo III).

Se realizan las encuestas para complementar la observación directa que se ha basado en las experiencias del autor con el BMS. Las encuestas y entrevistas empleadas forman parte de la observación indirecta. Todo ello con el objetivo de identificar los problemas —localizar el punto de situación— y las posibles mejoras del sistema BMS.

Alguna entrevista se realizó en el lugar de trabajo propio de la Caballería, los vehículos, con el sistema operativo tal y como se aprecia en la Figura 2.



Figura 2: Usuario de BMS introduciendo medidas de coordinación. Fuente: "Manual de Usuario BMS-ET" (MT-021)



### 2.2.7. Método **DELPHI**

El método Delphi es una metodología de trabajo de carácter cualitativo centrada normalmente en estudios de prospectiva o de los factores futuros. La capacidad de predicción de este método se basa fundamentalmente en la utilización de un juicio intuitivo emitido por un grupo con experiencia en el tema tratado.

El método consiste en la realización de una serie de cuestionarios sucesivos de modo que mediante un estudio estadístico se pueda alcanzar una mejor aproximación al problema o problemas que más importancia tienen en cuanto al sistema BMS.

El objetivo de los cuestionarios sucesivos es enfocar los principales problemas, de modo que la opinión de los diferentes expertos se centre lo más posible en las principales limitaciones del BMS y con ello poder alcanzar soluciones.

Las principales características del método Delphi son:

- Anonimato: Ninguno de los encuestados conoce en ningún momento la identidad de los demás. De esta forma se evita que las personas se cohíban y puedan expresar libremente su opinión.
- Iteración y realimentación controlada: Se controla el número de encuestas y se precisan cada vez más las preguntas para tratar de ajustar al máximo las respuestas.
- Respuesta del grupo en forma estadística: La información presentada al grupo no es solo la opinión de la mayoría, si no que se presentan todas las opiniones y sus correspondientes porcentajes.
- Heterogeneidad: El grupo ha de incluir personal de varios campos de actuación, en este caso se ha escogido un grupo de usuarios y administradores del sistema.

### 2.2.8. Análisis DAFO

Se realizará un análisis DAFO como herramienta para evaluar las debilidades y fortalezas, oportunidades y amenazas externas del sistema en cuestión. (Val, 2021)

Se utilizará este análisis en el presente estudio para poder extraer objetivamente una visión general de los puntos positivos y negativos del sistema BMS, así como proponer mejoras y futuras líneas de acción para corregir los defectos y errores existentes.

Este estudio evaluará los factores internos y externos del BMS en los ejercicios tácticos empleado. El objetivo final es poder evaluar la situación actual del sistema en el GCLAC “Reyes Católicos” II y las posibles vías de desarrollo a realizar en medio y largo plazo.

### 2.2.9. Diagrama de Pareto

El Diagrama de Pareto es un método de análisis gráfico para determinar las causas que producen la mayoría de los problemas (aproximadamente el 80%). Resulta útil en los casos donde es necesario establecer un orden de prioridades en ciertas acciones. Mediante el cálculo y la representación de las frecuencias relativas y acumuladas se puede obtener el diagrama (Val, 2019).

Esta herramienta se va a utilizar una vez identificados los problemas más recurrentes en el sistema, para tratar de obtener las causas principales de estos y proponer mejoras. El diagrama se realizará analizando los fallos del sistema identificados en los métodos anteriores y observados en ejercicios realizados por el GCLAC “Reyes Católicos” II. Finalmente la representación gráfica se realizará con la aplicación *Microsoft Excel*.



### 2.2.10. Análisis Modal de Fallos y Efectos

Inicialmente en la propuesta de esta memoria no se contempló la utilización de esta metodología de trabajo, sin embargo los expertos consultados consideraron oportuna la realización de este análisis para estudiar los principales modos de fallo y sus posibles correcciones, por ello se llevó a cabo.

El método AMFE surge con el objetivo de introducir al ET y en concreto a la Caballería, la filosofía de la prevención.

Para aplicarla correctamente se trata en un primer momento de identificar los modos de fallo más recurrentes que tienen consecuencias importantes respecto a diferentes criterios (establecidos previamente). A continuación el equipo de trabajo tratará de precisar para cada modo de fallo los medios y procedimientos de detección. Para cada modo de fallo detectado se adoptarán acciones correctoras y/o preventivas, de forma que se supriman las causas de fallo del sistema en cuestión. Finalmente se valorará la eficacia de las acciones tomadas y se documentará. (Val, 2021)

El método AMFE cuantifica un número de prioridad de riesgo (NPR), calculado como indicador de diversas posibilidades de fallo. Resulta de multiplicar tres índices o indicadores:

- Indicador de gravedad del efecto sobre el cliente (G)
- Indicador de probabilidad de aparición u ocurrencia (O).
- Indicador de probabilidad/dificultad de su detección antes de llegar al cliente (D).

El método AMFE permite analizar y estudiar los posibles fallos y efectos de diseños, procesos y sistemas. En el caso que nos compete será un AMFE de sistema, el BMS, en el que se abordaran los principales modos de fallo detectados durante las practicas externas y se propondrán medidas correctoras.

## 3. ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO

A día de hoy, la constante evolución e innovación de los medios CIS en el Ejército supone una ventaja clara para el mando y control del campo de batalla. Los conflictos actuales tienen una complejidad y unas dificultades que hacen indispensable que el jefe disponga de la mayor cantidad de información posible acerca de la situación de sus fuerzas en zona de operaciones. Para ello los sistemas de seguimiento y control del campo de batalla cobran especial relevancia. Actualmente, el Ejército de Tierra cuenta con varios sistemas de gestión del campo de batalla, pero el problema radica en conseguir una integración óptima entre los distintos software.

Las necesidades de mando y control en las unidades militares vienen desde muy atrás, en este apartado se tratarán los diferentes sistemas con los que ha trabajado y trabaja el ET para facilitar la labor al mando y cumplir de la mejor forma las misiones asignadas, en especial centrándose en el Arma de Caballería.

Cabe destacar, que todos los sistemas que se mencionarán se apoyan en la arquitectura de Red Radio Combate (RRC), la cual basa su funcionamiento en un conjunto de dispositivos radio diseñados para ofrecer soporte de voz y de datos. Los C2IS deben permitir una integración efectiva desde el explorador a pie, hasta las distintas células que forman los Puestos de Mando, sin olvidar los distintos sensores presentes en el campo de batalla (radares, VERT, RPAS...). Esto se materializa adoptando una arquitectura de Red de Área Local (LAN) entre los nodos que sirven a un mismo PC y, mediante soportes de transmisión, con otros nodos a distancia.

Existen distintos tipos de nodos: permanente, vehicular, desplegable y portátil. Para el presente estudio los más relevantes son los de tipo vehicular, donde se encuentra el BMS.





### 3.1. PLAN MC3

El plan MC3 surge con el objetivo de modernizar los sistemas de mando, control y comunicaciones del ET. Se trataba por tanto de aumentar las capacidades operativas de las unidades, para desplegar en ejercicios y operaciones una red táctica con tecnología IP, segura, y con suficiente ancho de banda que permitiese integrar los PC, los sistemas de armas y los sensores del campo batalla. (MADOC, 2019)

La actualización del plan MC3 busca dotar a los Batallones y Brigadas de unas capacidades optimas de sus CIS, con vistas a que los sistemas C2IS no pierdan su operatividad (MADOC, 2019). Sus acciones más importantes relacionadas con este estudio son:

- Establecer una red radio con tecnología *Internet Protocol* (IP) y gestionada íntegramente por un Gestor de Comunicaciones (GESCOM) con capacidad de enrutamiento y ancho de banda suficiente.
- Las PU implantarán una red IP a su nivel para establecer las comunicaciones de voz y el intercambio de información táctica.
- Sustitución del sistema FFT por el BMS.
- Actualización de las radios PR4G V3 a la versión V4 (SUPERMUX), que cuenta con mayor ancho de banda.
- Finalizar la entrega de estaciones de Puesto de Mando de Batallón (PCBON) a los Batallones y Grupos.
- Instalación del sistema BMS.

El Plan MC3 (Modernización de los Sistemas de Mando, Control y Comunicaciones) supondrá una mejora sustancial de las capacidades CIS de los puestos desplegables para apoyo al mando y control de las grandes unidades y organizaciones operativas del Ejército de Tierra e Infantería de Marina y de las unidades de transmisiones desplegables.

La situación final deseada pasa por un desarrollo integrado y conjunto de las estaciones y sistemas que lo constituyen, de forma que permitan crear una Infraestructura de Información y Comunicaciones táctica común que soporte los múltiples servicios que permitan el ejercicio del mando y control, mejorando la calidad ofrecida, la seguridad y la gestión y control centralizados del sistema, conforme a la establecido por la Arquitectura Global de Sistemas y Tecnologías de Información y Comunicaciones del Ministerio de Defensa. En la Figura 3 se representa el esquema general del plan MC3, detallando las diferentes estaciones existentes y sus conexiones.

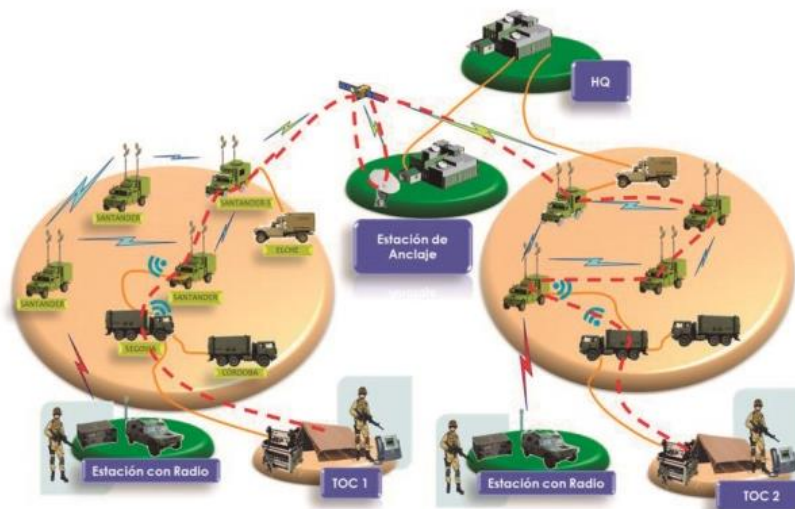


Figura 3: Esquema general Plan MC3. Fuente: "Sistemas de Mando y Control de Caballería" (AGM-TM-402)



### 3.2. FTT

El Seguimiento de Fuerzas Propias (Friendly Force Tracking) es un subsistema empleado en las unidades del ET (a nivel Brigada y Batallón) que fue desarrollado por la Universidad Politécnica de Valencia y que a día de hoy ha sustituido por el sistema BMS.

Este software indicaba la situación de las unidades aliadas en el campo de batalla dentro de un mapa digital georreferenciado. (MADOC, 2019). Las posiciones propias se iban actualizando en intervalos de tiempo relativamente cortos (segundos o minutos), lo cual permitía al jefe ejercer la acción de mando tomando las decisiones oportunas para obtener la ventaja deseada. También contemplaba opciones de navegación, lo que facilitaba en gran medida la configuración de rutas para las unidades. También incluía un pequeño chat, para mandar pequeños mensajes de texto con órdenes breves y concisas.

En cuanto a interoperabilidad, estaba desarrollado para que pudiese operar conjuntamente con Sistema de Mando y Control del Ejército de Tierra (SIMACET) mediante NFFI2.

### 3.3. GESCOM

Se trata del sistema fundamental de la infraestructura de telecomunicaciones del ET.

El GESCOM permite la integración en una red IP de todo tipo de soportes radio y gestiona de forma automática el tráfico de voz y datos haciéndolo totalmente invisible al enemigo y cómodo para el usuario. A su vez ofrece la posibilidad de integrar varios sistemas de mensajería y correo electrónico, además de SIMACET. (MADOC, 2019)

Técnicamente debería poder integrar los softwares de posicionamiento FFT y BMS-Lince pero la RRC presenta una serie de limitaciones que hacen que el GESCOM sólo se utilice como un medio para integrar el sistema de mensajería, chat y correo electrónico.

### 3.4. BMS

El sistema BMS incorpora una serie de herramientas para facilitar el mando y control durante todas las fases de una operación (planeamiento, conducción y juicio crítico) en el marco de las pequeñas unidades desde sección hasta entidad batallón. Es un sistema que presenta cierto grado de compatibilidad, es decir, funciona a la vez que otros sistemas sin crear conflicto entre ellos. Asimismo el sistema es interoperable (proporciona información a otros sistemas) con otros sistemas del Ejército de Tierra y de la OTAN como el Sistema de Mando y Control del Ejército de Tierra (SIMACET), Talos, etc.

Inicialmente se describirán las diferencias fundamentales entre las dos versiones de BMS(ET y LINCE) (Trujillo, 2018):

- BMS-LINCE posee unas funcionalidades específicas adaptadas al CC Leopardo 2E, al tener una integración completa con dicha plataforma.
- Los sistemas operan con métodos diferentes de transmisión de datos. BMS-ET utiliza el modo IP/MUX y el SUPERMUX. Mientras que el BMS-LINCE utiliza la red de datos de alta prioridad (TMDA), y se dedica una radio en exclusiva a esta función.

El sistema diferencia una serie de perfiles para los usuarios y para cada uno presenta una serie de capacidades. Existen cinco perfiles de usuario (Ministerio de Defensa, 2019):

- Administrador: gestiona los aspectos relacionados con la seguridad, la configuración y el mantenimiento del sistema a nivel segundo escalón.
- Usuario avanzado: tiene acceso a todas las funcionalidades de información y de planeamiento que ofrece el sistema.
- Usuario básico: solo puede visualizar la información disponible.
- Jefes de plataforma: mismas capacidades que los usuarios avanzados, pero con una



serie de limitaciones en el acceso a funcionalidades de la aplicación y de acceso al sistema operativo.

- Mantenimiento de plataforma: solo podrá acceder a las funcionalidades de vetrónica asociadas al mantenimiento de la plataforma CC Leopardo 2E.

Al igual que otros sistemas de mando y control, el sistema BMS utiliza una serie de nodos que conforman la red BMS y que se comunican entre sí durante el desarrollo de una misión, siendo cada nodo, un vehículo que tenga instalado el sistema o un PCBON. Cada uno de los nodos precisará de un equipo de comunicaciones compatible con dicha red y un direccionamiento propio a través de una radio VHF. En la mayoría de los casos, se trata de la radio PR4G en dotación en el ET. Existen dos clases de nodo:

- Nodo BMS: elemento integrante de una misión que tiene instalado el software BMS y que está configurado con un identificador propio de nodo. Los identificadores deben ser distintos para evitar posibles conflictos.
- Nodo externo: integrante de una misión que utiliza un sistema externo no BMS, como por ejemplo SIMACET u otro sistema OTAN, pero que está integrado en la red BMS por medio de alguna interfaz de interoperabilidad. En términos generales se pueden incluir nodos en la red que operan con otros sistemas e intercambian información con los nodos BMS.

Las principales funcionalidades del sistema se pueden clasificar según su utilidad.

Las funcionalidades que dan soporte al usuario y sirven de base para que funcione el sistema son las siguientes:

- Administración del sistema: La configuración inicial se realiza mediante un fichero de misión, que se distribuye a las unidades implicadas al inicio de la operación. A su vez permite crear niveles de usuarios, gestionar los ficheros de misión, la cartografía o configurar de relojes.
- Gestión de documentos: Posibilita la creación y almacenamiento en una biblioteca de un conjunto de documentos que serán comunes a toda la unidad que se encuentre en la misma red BMS.
- Control de tiempos: Ofrece distintos relojes en función de lo que se quiera visualizar; la hora local, hora común a la operación, tiempo transcurrido de la operación, cuenta atrás o cronómetro.
- Mantenimiento del sistema: con ello el administrador puede realizar la instalación, actualización y recuperación del sistema.
- Gestión de datos estáticos: Para el mantenimiento de los datos invariables a lo largo de la operación.

Las funciones relativas al mando y control son las siguientes:

- Planeamiento: posibilita crear, modificar y borrar diferentes líneas de acción. También permite la creación de organizaciones operativas, propias, enemigas o desconocidas.
- Apoyo logístico: lleva el control de la capacidad de combate real de las unidades y gestiona las peticiones de apoyo logístico a través de la mensajería.
- Mensajería: Permite las comunicaciones internas y externas al sistema. Existe la posibilidad de anexar ficheros a través de la mensajería interna del sistema.
- Apoyo de fuegos: para la planificación, elaboración y distribución de la lista de objetivos, así como la ejecución de las solicitudes de fuegos, tanto de acciones previstas, imprevistas o prioritarias (incluso se podría anularlas).
- Alarmas: envío de alarmas prioritarias a otros nodos.





- Avisos: los usuarios locales pueden detectar problemas técnicos en su plataforma y distribuirlo al resto del despliegue, así se puede conocer en todo momento el estado de la plataforma propias y el de las unidades subordinadas.

En cuanto a funcionalidades para la gestión de las telecomunicaciones, se encuentran las siguientes:

- Gestión de comunicaciones: realiza el control y supervisión de las radios de la plataforma. A su vez optimiza la gestión y la transmisión de las comunicaciones entre diferentes plataformas.
- Gestión de la distribución de la información: se puede definir la forma en que la información es distribuida por todo el despliegue, especificando destinatarios, tipo de información y filtros concretos.
- Integración con distintas plataformas: se posibilita la interacción con los distintos subsistemas de las plataformas.

Finalmente, las funciones del sistema relacionadas con los sistemas de información geográfica (SIG), serían las siguientes:

- Sistema de información geográfica: posibilita la representación georrefenciada de un mapa con la información disponible. Así mismo permite la gestión de capas cartográficas, utilización de simbología táctica, apoyo en la fase Integración Terreno-Enemigo (INTE) y planeamiento de rutas.
- Navegación: Presenta una serie de ayudas a la navegación mediante su sistema de posicionamiento.
- Situación táctica: Permite realizar un seguimiento de las fuerzas propias, visualizar enemigas, establecer la organización operativa y medidas de coordinación. Para llevar a cabo estas funciones se precisa de diferentes menús y opciones de visualización como las que se muestran en la Figura 4.

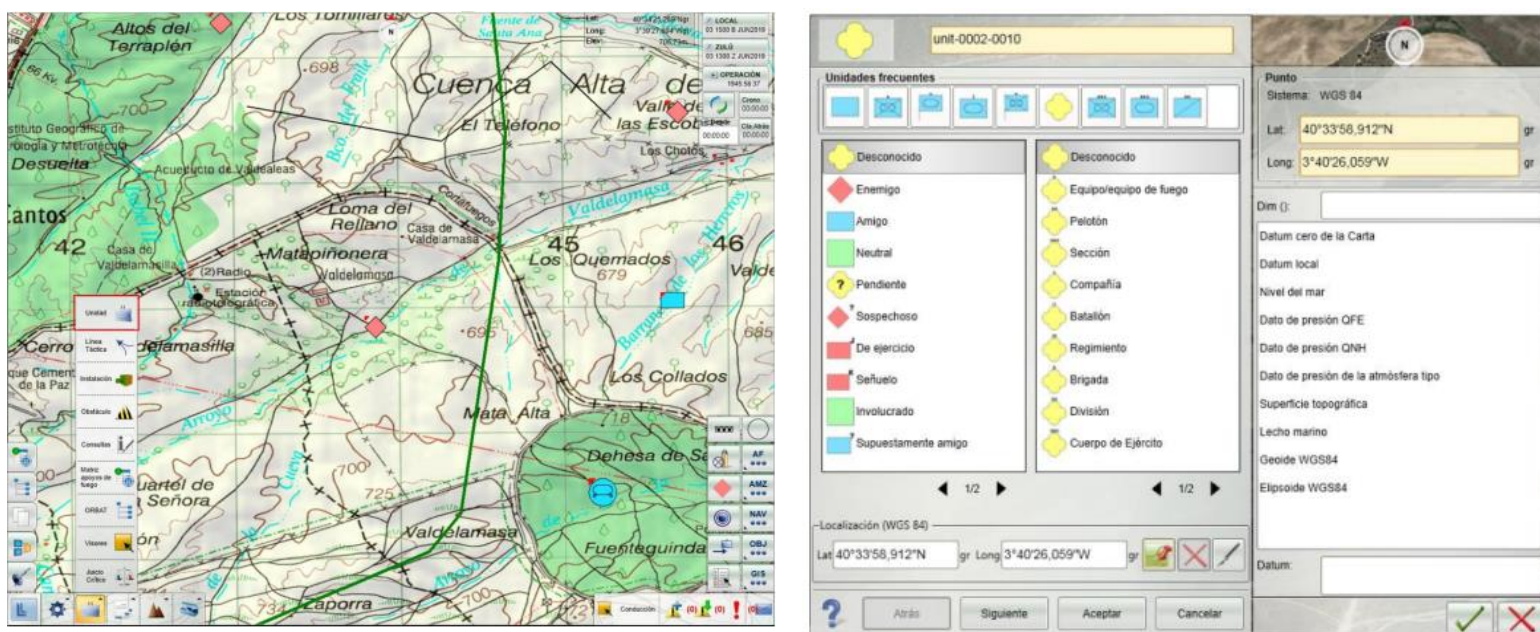


Figura 4: Pantalla principal del BMS. Panel de acceso a creación de unidades. Fuente: "Manual de Usuario BMS-ET" (MT-021)



## 4. DESARROLLO: ANÁLISIS Y RESULTADOS

En el siguiente apartado se recogen los resultados de los métodos empleados para el análisis del sistema en general. Para la realización de la presente memoria se han estudiado las capacidades y limitaciones del sistema, basándose principalmente en las experiencias y opiniones de los usuarios y administradores del sistema

### 4.1. PLANIFICACIÓN DEL TRABAJO

Todo estudio que se precie debe tener una primera fase de planificación donde se detallen los hitos a conseguir y los periodos de tiempo que conllevarán. Con este fin, al inicio del periodo de prácticas, el autor planteó una serie de actividades a realizar y fechas concretas para su consecución, aunque en la práctica en algunas ocasiones hubo que acelerar o ralentizar el proceso.

#### 4.1.1. Diagrama de Gantt

Con la presente herramienta se trató de obtener una vista general de las tareas programadas, qué se quería conseguir y en qué fecha. La intención del autor fue distribuir el tiempo y los trabajos a realizar de tal forma que no se superpusieran en el tiempo o fuera mínimamente.

La planificación inicial ideada para cumplimentar el objetivo del Trabajo de Fin de Grado fue:

Nombre de la actividad	Duración (días)
Definición de hitos intermedios (diagrama de Gantt)	1
Elaboración del índice de contenido	2
Reclutamiento grupo de expertos	2
Revisión bibliográfica	7
Observación directa (maniobras)	10
Aplicación metodología FADECO	1
Ejercicio INTEVAL (BRILIB)	4
Realización y distribución de encuestas	7
Realización de entrevistas	3
Análisis DAFO	2
Análisis de resultados	2
Elaboración de conclusiones	3

Tabla 2: Descripción de actividades a realizar en el trabajo. Fuente: elaboración propia.

Nombre de la actividad	Inicio de actividad	Fin de actividad	5/9/22	6/9/22	7/9/22	8/9/22	9/9/22	10/9/22	11/9/22	12/9/22	13/9/22	14/9/22	15/9/22	16/9/22	17/9/22	18/9/22	19/9/22	20/9/22	21/9/22	22/9/22	23/9/22	24/9/22	25/9/22	26/9/22	27/9/22	28/9/22	29/9/22	30/9/22	1/10/22	2/10/22	3/10/22	4/10/22	5/10/22	6/10/22	7/10/22	8/10/22	9/10/22	10/10/22	11/10/22	12/10/22	13/10/22	14/10/22			
Elaboración del diagrama de Gantt	10/9/22	10/9/22																																											
Elaboración del índice de contenido	10/9/22	11/9/22																																											
Reclutamiento grupo de expertos	12/9/22	13/9/22																																											
Revisión bibliográfica	10/9/22	16/9/22																																											
Observación directa (maniobras)	5/9/22 2/10/22	9/9/22 6/10/22																																											
Aplicación FADECO	7/10/22	7/10/22																																											
Ejercicio INTEVAL (BRILIB)	28/9/22	1/10/22																																											
Realización de encuestas	13/9/22	19/9/22																																											
Realización de entrevistas	21/9/22	23/9/22																																											
Análisis DAFO	8/10/22	9/10/22																																											
Exposición de resultados	10/10/22	11/10/22																																											
Elaboración de conclusiones	12/10/22	14/10/22																																											

Tabla 3: Diagrama de Gantt. Fuente: elaboración propia.



## 4.2. IDENTIFICACIÓN DE LOS PRINCIPALES PROBLEMAS DEL SISTEMA

El presente TFG está orientado a la solución de los impedimentos que encuentran los usuarios operando el BMS, por tanto el primer trabajo a realizar era identificar los problemas más acuciantes con respecto al sistema. Para esta labor se utilizaron herramientas cualitativas como el Focus Group, encuestas y entrevistas, con personal del GCLAC “Reyes Católicos” II. A su vez se obtuvieron importantes conclusiones fruto de la observación directa del autor en ejercicios tácticos y maniobras.

### 4.2.1. Focus Group

Mediante la realización del *Focus Group*, se han extraído unas ideas generales acerca de las capacidades y limitaciones que el sistema ofrece dentro del marco del Grupo de Caballería.

Cada experto aportó al grupo su experiencia con el BMS tanto en territorio nacional como en el extranjero y, tras valorar los diferentes apartados del guión establecido, se ha llegado a las siguientes conclusiones sobre el sistema.

En cuanto a las capacidades del sistema; la posibilidad de que los órganos de Mando y Control conozcan en tiempo real la posición de sus diferentes unidades en el campo de batalla fue muy bien valorada y reconocida por todo el grupo de expertos, destacando que el tiempo de refresco y actualización debe ser lo más corto posible para permitir a estos tomar las decisiones oportunas en el momento adecuado.

Otro aspecto clave es el de envío y recepción de mensajería. Esta funcionalidad permite a las unidades de maniobra enviarse correos adjuntando archivos, o incluso establecer una sala chat entre estas mismas. Este aspecto fue el más valorado por los expertos, ya que facilita en gran medida labores como la de inteligencia, observación o la designación de objetivos.

En contrapunto, el grupo de expertos coincidió en cuanto a las principales limitaciones del sistema, que evitan que este funcione a pleno rendimiento. Dichas limitaciones tienen en común la arquitectura de red basada en el radioteléfono PR4G-V3 y el software del sistema. Asimismo la falta de instrucción y formación en el sistema hacen muy difícil su implantación y explotación al máximo de sus capacidades.

Las conclusiones extraídas acerca de las limitaciones del sistema se recopilaron con especial atención, de cara a la posterior aplicación del método Delphi, puesto que de esta reunión se pudieron extraer los principales problemas y limitaciones a tratar dentro de un marco más técnico.

Finalmente, analizando el futuro del sistema, los expertos coincidieron en que la evolución del BMS pasa por una renovación integral de la arquitectura de red de datos, además de la renovación o sustitución de los equipos que la componen. Aunque todo ello será en vano si no se le proporciona una formación adecuada a todo el personal perteneciente a las diferentes escalas.

### 4.2.2. Observación directa

Los períodos de instrucción y adiestramiento a los que ha asistido el presente autor de la memoria, con el ELAC II mayormente, y con el ELAC I de manera puntual, durante el periodo de prácticas en el GCLAC “Reyes Católicos” II de la Legión han sido extensos y han permitido llevar a cabo una observación específica y detallada sobre el tema que ocupa este trabajo, el BMS, su empleo, capacidades y limitaciones.

Las jornadas de instrucción realizadas en el ACTO. Álvarez de Sotomayor (Almería) han estado orientada en su mayoría a la preparación del contingente que desplegará en el Líbano bajo bandera de las Naciones Unidas el próximo mes de noviembre, como parte de BRILIB. Las prácticas de funcionamiento del sistema se realizaron con la TASK FORCE ALFA (TFA), una sección reforzada constituida mayormente por personal de la SLAC I, que tendrá el cometido de constituir la reserva del General Jefe de BRILIB si ocurriese algún incidente en ZA. Con la TFA se





operó el BMS sobre distintas plataformas, principalmente VEC y LINCE, puesto que son los vehículos con los que desplegarán y operarán en el Líbano. Para esta misión, los vehículos llevan el color blanco característico de la ONU como se puede observar en la Figura 5.



*Figura 5: Patrulla de UNIFIL en el Líbano. Fuente: UN.*

En su mayoría, los ejercicios que se realizaron consistieron en la conducción de la sección (TFA) a través del sistema BMS. Se realizaron marchas motorizadas por terreno civil en la provincia de Almería, en las que se contactaba entre vehículos a través de la sala chat del BMS, a la vez que el jefe podía observar en todo momento la posición de los pelotones.

Previamente al ejercicio hubo que configurar las TABLETS GETAC F110 y establecer el fichero de misión correspondiente. Esta tarea al ser más compleja y requerir formación específica fue ejecutada por personal de la Sección de Mando y Transmisiones del EPLMS, bajo la atenta mirada del presente autor. Destacar que para estas tareas se requiere un mayor grado de conocimiento sobre el BMS, a nivel administrador de sistema o superior.

Asimismo se pudo comprobar la utilidad del BMS en una práctica de MEDEVAC, (que explicó y dirigió el autor personalmente) el ejercicio consistía en simular una acción hostil en Beirut (Líbano) donde había que evacuar a un herido de la TFA y para ello se transmitía por radio un mensaje MEDEVAC (también llamado 10 líneas), a su vez todos los vehículos y el personal de la base Miguel de Cervantes (simulada) estaban conectados vía BMS, y con el sistema de posicionamiento de este se observó que el personal del TOC pudo agilizar todo el proceso en gran medida pues ya conocían donde había sido el incidente y la evacuación médica fue más rápida y eficaz.

Para el ejercicio INTEVAL (BRILIB) en el que se evaluaba al personal de la TFA para acreditar su preparación y formación previa a su despliegue, se operó también con BMS, pero no solo a nivel sección de Caballería, sino que se introdujo al personal de zapadores, transmisiones y Plana Mayor. Todo ello con el objetivo de preparar al contingente para la misión, ya que en el Líbano trabajarán con personal de todas las diferentes armas y de otras nacionalidades (ejército nepalí, indonesio, serbio...entre otros) por lo que es fundamental la interoperabilidad y el acostumbrar a nuestro personal a trabajar con otras técnicas y procedimientos distintos a los de Caballería.

Para analizar los resultados de las maniobras y los diferentes ejercicios presenciados, se realizó una adaptación de la metodología FADECO como ya se explicó anteriormente en el apartado 2.2.4.1. En la siguiente tabla se presentan las actividades realizadas, sus resultados y sus consecuencias/ conclusiones extraídas por parte del autor.



Actividad	Resultado	Consecuencia
<b>Sincronización de los nodos BMS en los vehículos.</b>	Se consiguió inicializar el BMS en los VEC y los LINCE. Sin embargo el tiempo de preparación y configuración de las IP de las <i>tablets</i> GETAC F110 y las radios PR4G fue demasiado extenso.	Operar con el BMS en ejercicios que involucren mucho personal y vehículos se hace demasiado tedioso y lento porque hay muy poco personal especializado que ejecute la configuración. Asimismo no se garantiza que el sistema opere siempre al 100% de sus capacidades.
<b>Posicionamiento de las unidades.</b>	Los dos pelotones de VEC se pudieron seguir uno al otro en la pantalla pero el tiempo de actualización era demasiado largo.	Se pudo llevar a cabo el seguimiento de unidades pero con cierto retardo lo que dificultaba la acción de mando.
<b>Inicialización del BMS</b>	En un primer momento resulto costoso pero se pudo realizar.	El sistema se puede operar correctamente sin estar conectado a red.
<b>Envío de mensajes</b>	Se realizó sin ninguna pega.	Se pueden enviar y recibir mensajes y archivos vía BMS sin estar conectado a red.
<b>Carga de cartografía</b>	Se realizó sin ninguna pega.	La cartografía descargada previamente, se puede cargar en BMS sin estar conectado a red.
<b>Carga del fichero de misión</b>	Se realizó sin ninguna pega por parte de personal especializado y personal de la sección.	Desde un <i>pendrive</i> se puede cargar el fichero de misión en las <i>tablets</i> GETAC F110 en cualquier momento y lugar.

Tabla 4: Aplicación metodología FADECO. Fuente: elaboración propia.

Según la bibliografía consultada (manuales del ET sobre BMS) se presuponía que el sistema debía operar con total normalidad al no estar conectado a ninguna red y en la práctica así fue. Los operadores de tropa y algunos suboficiales no estaban muy familiarizados con el sistema y en un primer momento la inicialización fue lenta y tediosa pero finalmente todas las *tablets* GETAC F110 estaban operativas. El procedimiento de puesta en servicio puede ser poco intuitivo, de ahí que la guía que se ha realizado por parte del presente autor este enfocada en la sencillez y utilidad.

Cabe destacar como uno de los aspectos negativos principales, el tiempo de preparación y configuración del sistema. Esto se debe a la escasez de personal especializado en BMS y la falta de formación básica de personal no especializado. A su vez los medios radio de dotación con los que se opera no permiten una fluidez de trabajo muy elevada. Si esto se extrapola a una situación real de combate, las unidades no podrían dedicar todo ese tiempo al BMS por lo que se acabaría trabajando sin este o no al 100% de sus capacidades.

Las conclusiones que ha extraído el autor de los periodos de maniobras y ejercicios operando BMS son las siguientes: se requiere mucho tiempo para poner en servicio correctamente el sistema y no siempre se consigue, el ancho de banda con el que se trabaja es demasiado escaso provocando que el sistema vaya lento y pierda utilidad y finalmente, la arquitectura de red es demasiado compleja y la inicialización del sistema poco intuitiva y complicada para un usuario con escasa o ninguna formación básica.

Como aspectos positivos se ha podido comprobar que el sistema opera perfectamente sin



necesidad de red y los distintos nodos se pueden observar en la pantalla, aunque el tiempo de refresco y actualización sea demasiado largo (relacionado con la saturación de ancho de banda antes mencionada).

La aplicación ofrece gran cantidad de capacidades muy útiles y beneficiosas para la acción de mando pero en la realidad no se llegan a explotar por los diferentes problemas técnicos y de formación de personal.

#### 4.2.3. Encuestas

Parte fundamental del presente trabajo de investigación es la experiencia del personal que ha operado con el BMS tanto en territorio nacional como en misiones en el extranjero. De ahí surge la necesidad de realizar una serie de encuestas para recopilar los problemas más habituales del sistema y enfocar las soluciones requeridas.

Durante la segunda semana de prácticas y parte de la tercera en el GCLAC “Reyes Católicos” II, el autor de este trabajo realizó varias encuestas a todo el personal del ELAC I y del ELAC II, diferenciando Tropa, Suboficiales y Oficiales. La muestra de la encuesta recogía opiniones de personal con muchos años de experiencia en el Ejército y otros de reciente incorporación, existiendo personal que solo ha servido en la Legión y otros que han pasado por varias unidades. En total fueron encuestados 10 Oficiales, 10 Suboficiales y 50 integrantes de Tropa.

Los puntos considerados para elaborar las encuestas fueron:

- Conocer el grado de formación del personal en cuanto al BMS y su experiencia con este.
- Comparar las distintas opiniones de la Tropa, Suboficiales y Oficiales sobre el sistema.
- Indagar sobre la formación que Oficiales y Suboficiales imparten a su Tropa acerca del BMS.
- Determinar el grado de aceptación o rechazo de los encuestados sobre el BMS.
- Establecer los problemas más recurrentes del sistema según los usuarios.
- Determinar las características que los encuestados creen que son necesarias en un sistema C2IS para Caballería.
- Conocer qué otros medios civiles (no en dotación el ET) utilizan los jefes de unidad y de vehículo en lugar del BMS.

Las encuestas se realizaron con la aplicación online gratuita *QuestionPro*, se difundieron al personal vía *online* y se contestaron con el propio teléfono móvil u ordenador. La encuesta para la Tropa era la más reducida y constaba de 6 cuestiones, las cuales eran de respuesta cerrada y otras de respuesta abierta. Para los Suboficiales se elaboró una encuesta de 9 preguntas que incluía cuestiones relacionadas con la formación impartida a sus subordinados. Finalmente la encuesta para CUMAs presentaba 10 preguntas. Todas las encuestas tenían preguntas de respuesta cerrada y otras de respuesta abierta en la que los encuestados podían explicar su experiencia libremente. En el anexo I se puede encontrar una copia de las tres encuestas realizadas.

Los resultados y conclusiones obtenidas de las encuestas se muestran a continuación y además se podrán consultar en el Anexo II:

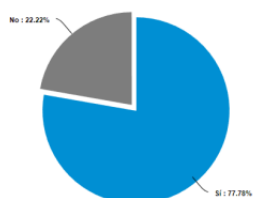
- Los Oficiales y Suboficiales, como cabría esperar, han operado con el BMS en su mayoría (más del 80% del personal encuestado). En contrapunto, la Tropa apenas ha trabajado con el sistema, tan solo el 20% de los encuestados habían hecho uso de este.
- En cuanto a la formación recibida sobre el BMS, se puede concluir que los Oficiales



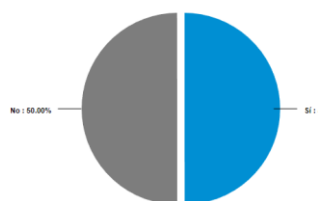
CAC DANIEL HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ

si están formados en el sistema (78%), los Suboficiales también pero en menor medida (50%), y la Tropa apenas ha recibido formación de ningún tipo (13,3%). En la Figura 6 se puede apreciar esta comparativa entre las distintas escalas. Con este punto se pudo corroborar que la falta de conocimientos sobre el sistema es uno de los problemas más recurrentes, que a su vez puede derivar en otros.

¿Ha recibido algún tipo de formación sobre el BMS?



¿Ha recibido algún tipo de formación sobre el programa BMS?



¿Ha recibido algún tipo de formación sobre el programa BMS?

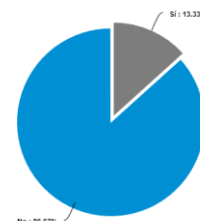


Figura 6: Gráfico comparativo de la distinta formación de Oficiales, Suboficiales y Tropa. Fuente: QuestionPro

- Relacionado con el punto anterior, a la pregunta para Oficiales y Suboficiales sobre la formación impartida a sus subordinados, los resultados fueron que en torno al 80% de los encuestados no han facilitado ningún tipo de formación sobre el BMS a sus legionarios y cabos. Con ello se explica como la Tropa no tiene apenas conocimientos del sistema y no se puede operar con él correctamente.
- En cuanto a la experiencia con BMS, en todas las escalas más del 60% de los encuestados consideran que funcionaba muy mal o incluso no podían operar con él. Los principales problemas que detallaron los usuarios fueron la lentitud en la actualización y refresco del posicionamiento de unidades, la escasez de ancho de banda y la complejidad a la hora de inicializar el sistema y operar con él.
- Respecto a los problemas anteriormente mencionados la totalidad de los encuestados dijo no ser capaces de solventar esos defectos por sí mismos, por lo que se requeriría de personal especializado y nuevos medios y recursos.
- Entre los Oficiales y los Suboficiales destacan como medios particulares empleados en la conducción de sus ejercicios tácticos, las *tablets* con aplicaciones de cartografía y GPS (un 80% de los encuestados hacen uso de ellas). Seguido de los teléfonos móviles con aplicaciones similares (un 20%). Relegando los métodos tradicionales como los mapas topográficos impresos.
- Finalmente, en todas las encuestas se ha comprobado como el personal utilizaría frecuentemente el BMS si cumpliera correctamente con todas sus funcionalidades y capacidades. Tanto la Tropa, los Suboficiales y los Oficiales coincidieron en más de un 80% que usarían mucho más el sistema si funcionaria a pleno rendimiento

#### 4.2.4. Entrevistas

Tras analizar los resultados de las encuestas de CUMAs, Suboficiales y Tropa, se llevaron a cabo una serie de entrevistas focalizadas en los problemas más recurrentes del sistema. Entrevistando a personal especializado se obtuvo información de primera mano con la que se trataba de encontrar soluciones a los errores más comunes, a la vez que orientar la formación básica que los jefes (oficiales y suboficiales) deberían impartir a sus subordinados sobre el BMS, estableciendo los puntos más importantes en los que se debería incidir y que todo el personal de Caballería debería manejar con fluidez.



Los entrevistados fueron el Capitán jefe del Escuadrón de Plana Mayor y Servicios, con amplia experiencia en el sistema, con el que se trataba obtener el punto de vista de mando y el Sargento Primero jefe accidental de la Sección de Mando y Transmisiones del EPLMS para tratar los aspectos más técnicos del sistema. Ambos pertenecen al GCLAC “Reyes Católicos” II y son miembros del grupo de expertos.

Las entrevistas contaron con preguntas diferentes (ver anexo...), teniendo en cuenta la distinta formación de oficiales y suboficiales y los factores que se querían extraer de cada uno según su ámbito de ejecución.

Las principales conclusiones extraídas de las entrevistas fueron las siguientes:

- En cuanto a la formación del personal:
  - La falta de instrucción en el BMS es la raíz de todos los problemas con el sistema.
  - Se debe impartir una formación diferenciando tres ámbitos: dirección IP, hardware del vehículo concreto y la propia aplicación de BMS.
  - Es fundamental ejecutar las microtarefas previas a la inicialización del sistema de forma correcta, sino se arrastrarán errores que imposibilitarán su uso y el usuario finalmente se rendirá.
  - Los manuales de usuario y administrador del BMS del ET son demasiado extensos, por eso se debe fraccionar el conocimiento y aprender lo que corresponda a cada puesto táctico.
- En lo referente a medios CIS en dotación en el ET:
  - Está claro que los medios son insuficientes si se quiere explotar el BMS al 100% de sus capacidades.
  - El ancho de banda es escaso y es lo que ralentiza el tiempo de actualización y refresco de las unidades en el display (movimiento sobre el mapa).
  - Estos problemas son limitaciones físicas y el propio usuario no puede solventarlas ya que se necesitan mayores recursos económicos,
  - Con el modo SUPERMUX, con el que funcionan las radios actualmente, se envían voz y datos por la misma banda de frecuencia, lo que resulta suficiente para el sistema BMS.
  - El afuste para la Tablet GETAC F110 tiene una disposición distinta en cada vehículo (en algún caso más aparatoso que otro) y es responsabilidad de los usuarios el cuidarlo al entrar y salir del vehículo, porque uno de los principales motivos de fallo es el deterioro de cables y soportes.
- En relación a las actividades previas a la inicialización del BMS:
  - El personal de la compañía de transmisiones es el encargado de determinar las direcciones IP e introducirlas en un documento TXT que se entrega al usuario.
  - Los administradores del sistema son los propios miembros especializados de la compañía de transmisiones.
  - La secuencia que se sigue (previa a la entrega de la Tablet al usuario en el vehículo) es: desarrollar el ORBAT (Orden de batalla), a continuación se asignan los nodos correspondientes y finalmente se elabora el fichero de misión y el plan de frecuencias.





- Como posibles implementaciones al sistema:
  - Actualmente el sistema no graba la disposición y movimientos de unidades durante los ejercicios tácticos.
  - Resultaría útil para los jefes de unidad, poder recrear el ejercicio una vez realizado y observar los errores y extraer lecciones aprendidas (funcionalidad que presenta el simulador de vehículos de Caballería *Steel Beast*)
  - Las licencias de uso del sistema no son duraderas y hay que renovarlas con bastante frecuencia, sería interesante obtener una licencia de uso definitiva que ahorrara tiempo y dedicación al personal especializado.
- En cuanto a las utilidades básicas que requiere un jefe de VH:
  - Disponer de cartografía adecuada y poder visualizarla.
  - Posicionamiento en tiempo real de sus unidades subordinadas.
  - Mensajería instantánea.
  - Recibir el planeamiento de su Jefe y poder visualizarlo con las medidas de coordinación.
  - Poder representar su propio planeamiento.
  - Marcar contactos enemigos y que se repliquen en todos los nodos.
- Finalmente se determinaron las utilidades fundamentales para una Plana Mayor de Mando:
  - Mensajería oficial.
  - Posicionamiento de unidades subordinadas.
  - Gestión del personal.
  - Gestión logística.
  - Gestión del campo de batalla.

### 4.3. CUANTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS IDENTIFICADOS

Tras identificar los problemas más recurrentes del sistema se procede con la cuantificación de estos por medio de herramientas cuantitativas como el método DELPHI y el análisis DAFO que proporcionan una visión detallada y específica de las deficiencias más importantes.

#### 4.3.1. Método DELPHI

Inicialmente se planteó este método de trabajo enfocado a extraer y analizar las principales limitaciones del sistema BMS, las cuales no permiten que funcione con el rendimiento esperado. Después del análisis cualitativo que se realizó mediante el *Focus Group* y con las diversas limitaciones que el grupo de expertos aportó acerca del sistema, se pretendía realizar un análisis cuantitativo mediante encuestas dividido en dos rondas, mediante el que se pretendía abordar los aspectos más críticos en cuanto a los principales módulos en los que se divide el sistema BMS.

Los aspectos que se sometieron a estudio fueron aquellos cuyas valoraciones eran las más positivas y las más negativas por parte de los expertos en el sistema. De este modo, se obtienen los aspectos más críticos y los más satisfactorios del BMS, en los cuales el experto ha volcado toda su atención o considera más relevantes.

Los módulos que se abordaron con esta metodología de trabajo fueron los siguientes:

- Fiabilidad: Se valoró la capacidad de envío y recepción de información del posicionamiento de unidades y mensajería instantánea, en cuanto a aspectos de velocidad y fiabilidad.
- Arquitectura del sistema: En este apartado, se valoró la capacidad que poseen los



diversos radioteléfonos en dotación en el ET para la transmisión de datos mediante una red IP.

- Comunicación e integración del sistema: El sistema BMS posee protocolos de comunicación con otros sistemas un tanto limitados en cuanto a posibilidades de transmisión de datos se refiere. De ahí que se abordara esta temática con el grupo de expertos.
- Formación del personal: Se estudiaron en este apartado, aspectos clave de la formación y conocimiento sobre el BMS, destacando la disponibilidad de información o la posibilidad de realización de cursos formativos tanto de administrador como de usuario, entre otros.

Los módulos mejor valorados fueron sin duda los de fiabilidad y arquitectura del sistema, por lo tanto, fueron los que mayor importancia recalcaron a la hora de redactar las preguntas de la segunda encuesta. Por otra parte, destacaron negativamente los apartados de integración y comunicación del sistema así como la formación del personal en BMS, recibiendo una puntuación muy baja en prácticamente la mayoría de los casos.

Posteriormente se realizaron preguntas más específicas y técnicas, enfocadas principalmente a los apartados anteriormente mencionados. A diferencia de la encuesta anterior, este modelo ofrecía respuestas más concretas a los problemas abordados e incluso se ofrecía la posibilidad de seleccionar alternativas a los problemas del sistema.

El objetivo principal de esta segunda ronda de encuestas era el de abordar los apartados más concretos y limitaciones mayoritarias que el sistema posee, recopilando para ello las opiniones y propuestas de mejora de los diferentes expertos a dichas limitaciones.

La mayor parte del personal coincidió que la arquitectura del sistema no es capaz de soportar el elevado flujo de datos y que la PR4G-V3 está obsoleta como principal medio de transmisión de datos. ET debería renovar la arquitectura de red adquiriendo nuevos dispositivos que soporten el tráfico de datos que este mismo genera. Destacando la actual SDR Harris 117G frente a una SDR de fabricación nacional. Esto se debe principalmente al enorme desembolso que supondría para el MINISDEF el financiar un proyecto de tal envergadura y que, a su vez, tendría unos largos plazos de integración dentro de las unidades.

En lo referente a la integración del sistema existe un gran desconocimiento en cuanto a las posibilidades de integración del BMS con SIMACET y otros sistemas similares. Debido a los existentes problemas de integración, la opinión generalizada es que se deberían cambiar las pasarelas de comunicación entre sistemas, ya que estas son la principal fuente de fallos de integración de este sistema con otros.

Finalmente, en relación a la formación del personal en BMS, se ha concluido que el ET debería habilitar cursos de formación acerca del sistema para todas las escalas y Armas, del mismo modo que se debería redactar una guía del mismo más simplificada y resumida que los actuales manuales técnicos (de más de 500 páginas en algunos casos) tanto de administración como de mantenimiento proporcionados por la empresa INDRA.

#### 4.3.2. Análisis DAFO

A fin de obtener las debilidades (aspectos limitadores de la capacidad de desarrollo del sistema, debido a sus características internas), amenazas (factores externos que pueden llegar a impedir la ejecución de la estrategia determinada o poner en peligro la viabilidad del proyecto), fortalezas (conjunto de recursos internos, posiciones de poder y cualquier tipo de ventaja competitiva) y oportunidades (actores ajenos que favorecen el desarrollo o brindan la posibilidad de implantar mejoras) del sistema BMS se realizó un análisis DAFO que se muestra a continuación (Tabla 5).



Debilidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"><li>- Alta complejidad de elaboración de los ficheros de misión.</li><li>- Lentitud y dificultad para trabajar con el sistema en condiciones de combate.</li><li>- Funcionalidad de APOFU escasamente desarrollada.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Falta de formación de los usuarios para inicializarlo y operar con el sistema.</li><li>- Soportes y afustes mal diseñados o posicionados en algunos vehículos.</li><li>- Alta dependencia de los medios de transmisiones en dotación que pueden producir fallos.</li></ul>
Fortalezas	Oportunidades
<ul style="list-style-type: none"><li>- Capaz de operar en la RRC con medios en dotación en el ET.</li><li>- Desarrollado por personal nacional, permanentemente en contacto estrecho con los desarrolladores para actualizaciones.</li><li>- Posee funcionalidades básicas que presenta cualquier sistema C2IS</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Posibilidad de interoperar con otros sistemas.</li><li>- Ampliar el ancho de banda de las PR4G para mayor rapidez de operación (SUPERMUX)</li><li>- Sistema utilizado a nivel de PU</li></ul>

Tabla 5: Análisis DAFO BMS. Fuente: elaboración propia.

## 4.4. ASIGNACIÓN DE PRIORIDADES Y POSIBLES SOLUCIONES

Una vez identificados y cuantificados los problemas del sistema se establece un orden de prioridades, puesto que existen deficiencias más significativas y acuciantes que otras. Asimismo, las soluciones a dichos problemas también son muy distintas, pueden ser sencillas y fácilmente aplicables o más complejas y que requieran un estudio y posterior desembolso económico a más alto nivel.

### 4.4.1. Diagrama de Pareto

Mediante el siguiente diagrama se intentará mostrar gráficamente el principio de Pareto (pocos vitales, muchos triviales), es decir, existen muchos problemas sin importancia frente a unos pocos muy importantes. Mediante la gráfica se puede observar a simple vista los "pocos que son vitales" a la izquierda y los "muchos triviales" a la derecha.

Con los ejercicios realizados por el autor en el GCLAC "Reyes Católicos" II durante el mes y medio de prácticas externas y los anteriormente desarrollados por la BRILEG en el presente año 2022 se ha confeccionado una tabla donde se recogen los principales errores de funcionamiento del BMS que se han detectado, tanto técnicos como humanos (Tabla 6). A partir de esos datos se ha elaborado el diagrama de Pareto que se presenta a continuación (Figura 7).



Tabla 6: Principales fallos BMS. Fuente: elaboración propia.

Causas	Frecuencias	%	Acumulado	%Acumulado
Falta de formación de los usuarios	15	30	15	30
Ancho de banda saturado	13	26	28	56
Cables o soportes rotos/desgastados	9	18	37	74
Fallos en la interfaz	7	14	44	88
Error de posicionamiento GPS	3	6	47	94
Otros fallos	3	6	50	100
Total	50	100		

Una vez obtenidos los datos individuales de cada error, y el acumulado, se elaboró el diagrama:

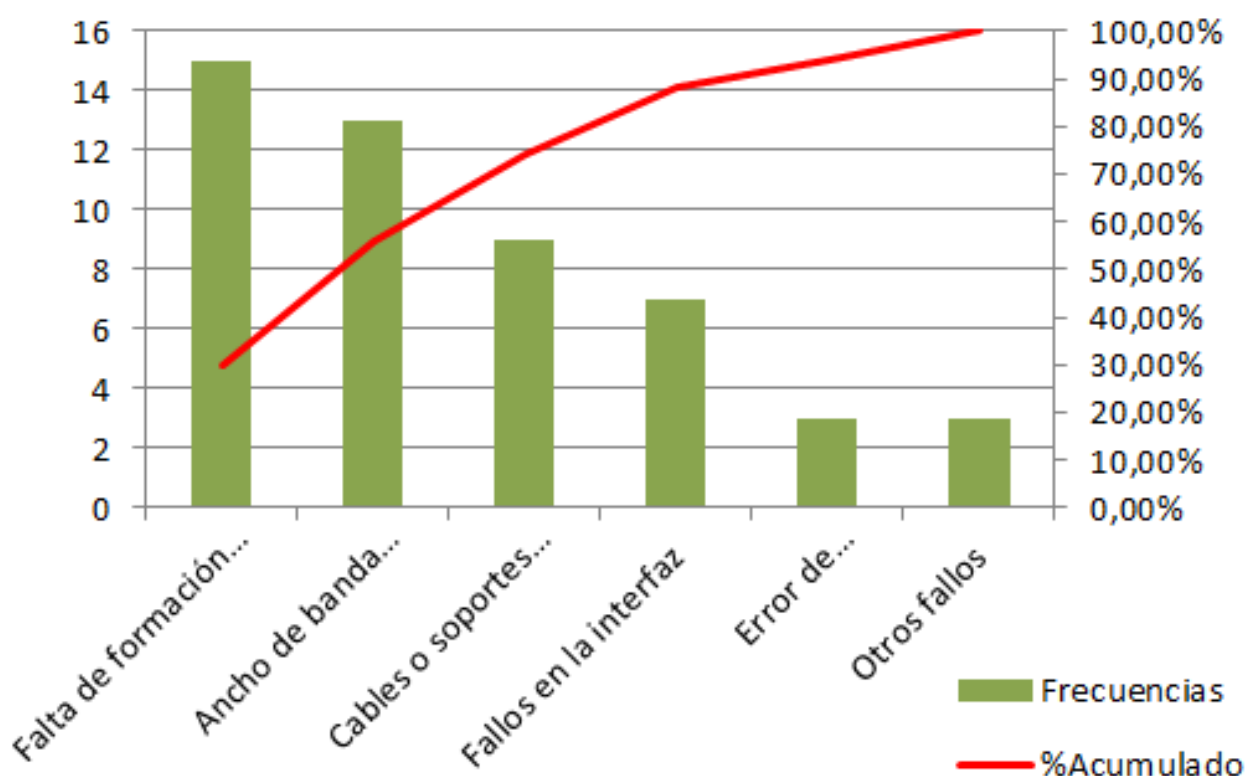


Figura 7: Diagrama de Pareto. Fuente: elaboración propia.

Según la gráfica casi el 80% de los fallos se producen por falta de formación de los usuarios, saturación del ancho de banda utilizado y por cables o soportes rotos o desgastados (que en la práctica también es negligencia por parte de los usuarios). Por tanto, la parte que compete a los operadores medios es vital para el buen funcionamiento del sistema, de ahí que sea necesario confeccionar una guía de puesta en servicio de BMS. Por otra parte, queda demostrado que también existen otros problemas como la saturación del ancho de banda o fallos en la interfaz que no está en nuestras manos el poder subsanarlos.



#### 4.4.2. Análisis Modal de Fallos y Efectos

Para el desarrollo y posterior documentación del Análisis Modal de Fallos y Efectos se siguieron una serie de pasos que se detallan a continuación y cuyo resultado final se puede consultar en el Anexo IV de esta memoria. Cabe mencionar que para la realización de este método se contó con un equipo de trabajo compuesto por personal especializado perteneciente al GCLAC “Reyes Católicos” II, vital para obtener una asignación verídica de los índices de evaluación de los modos de fallo, y el presente autor de la memoria.

El AMFE se desarrolló de la siguiente manera:

1. Definición del objetivo real del estudio.
2. Identificación de las funciones del proceso.
3. Detección de los modos potenciales de fallo.
4. Especificación de los efectos potenciales de cada fallo.
5. Estudio de las causas potenciales del fallo.
6. Identificación de los sistemas de control actuales.
7. Asignación de los índices de evaluación (G, O, D).
8. Cálculo del número de prioridad de riesgo (NPR).
9. Descripción de las acciones correctivas.
10. Definición de responsabilidades.
11. Definición de las acciones correctivas y seguimiento.
12. Cálculo del nuevo número de prioridad de riesgo (NPR).

Los resultados obtenidos fueron dos problemas mayoritarios (con NPR mayor de 100), el escaso ancho de banda y la formación del personal en BMS. Tal y como se había observado con las otras herramientas empleadas anteriormente, con esta metodología los problemas principales se reiteraban.

La escasez o insuficiencia de ancho de banda resultó con un NPR igual a 112 debido a su elevado índice de gravedad (G) de 8 puntos y su índice de ocurrencia (O) de 7, aunque su detección (D) es sencilla, (2 puntos), resulta ser un problema importante a tratar. Para ello se propone realizar una inversión y actualizar los medios radio en dotación en el ET con radios como la Harris 117G. Esta medida sería responsabilidad del MINISDEF (quien dispone de los fondos económicos) y resultaría muy beneficiosa para las unidades ya que la ocurrencia (O) disminuiría hasta 2 puntos, ya que este problema ya no sería tan común como a día de hoy y la detección también se reduciría en un punto. Si bien es cierto, aunque la gravedad (G) de este modo de fallo se reduciría a 4 puntos, todavía sería un problema relativamente serio si ocurriese.

En cuanto a la pobre formación del personal en el manejo del BMS se obtuvo un NPR de 168 puntos, debido a que es un problema bastante grave (índice de gravedad (G) de 7 puntos sobre 10) y que ocurre con bastante frecuencia (ocurrencia (O) de 8 puntos). Nuevamente la detección (D) es sencilla pues el mismo usuario puede manifestar sus escasos conocimientos del sistema previamente a su uso. Se propone como medida correctora la confección de una guía de puesta en servicio sencilla y útil para el usuario medio, complementada con diversos cursos de formación en BMS impartidos por personal especializado. Si se llevara a cabo, el índice de gravedad (G) se vería reducido en 2 puntos (la insuficiente formación en cualquier ámbito siempre será un problema importante), la ocurrencia (O) disminuiría considerablemente hasta los 3 puntos ya que los usuarios sabría desenvolverse con el sistema y la detección del problema (D) seguiría teniendo valores bajos (1 punto).

El resto de modos de fallo que se detectaron aunque eran en mayor o menor medida graves y tenían una probabilidad de aparición alta, eran fácilmente detectables por lo que sus respectivos NPR no superaban los 100 puntos. Por ello no se detallaron medidas correctoras específicas pero



sí se recogieron posibles soluciones de bajo nivel para dichos problemas.

Finalmente, cabe destacar que el conocimiento y la aplicación de esta metodología fue muy bien acogida por todo el personal del GCLAC (tropa y suboficiales), que en su mayoría no la conocían, ni la habían aplicado nunca. Las valoraciones del producto final fueron muy positivas, desde los oficiales hasta los legionarios.

## 5. CONCLUSIONES

En la presente memoria se recogen los principales conocimientos técnicos y militares adquiridos por el autor en el Grado de Ingeniería de Organización Industrial (Perfil Defensa), durante los cinco cursos de formación en la Academia General Militar (AGM) y el mes y medio de Prácticas Externas en el GCLAC “Reyes Católicos” II de la Legión.

Tras el estudio realizado acerca del empleo y limitaciones del BMS, se puede concluir que el sistema ofrece un conjunto de capacidades que facilitan el Mando y Control de PU, tales como el posicionamiento en tiempo real, el envío de mensajes con archivos adjuntos, o la comunicación entre las unidades de maniobra vía chat. No obstante, este sistema tan útil posee una serie de limitaciones que impiden que funcione a pleno rendimiento o incluso llegue a colapsar en algunas ocasiones.

Las principales carencias del BMS que se han podido extraer con el presente trabajo son:

- La escasa o nula formación del usuario medio dificulta en gran medida que se pueda explotar el sistema al 100% de sus capacidades. La solución a este problema reside simple y llanamente en impartir cursos formativos a los usuarios y hacer un uso constante del BMS en cualquier ejercicio táctico que se realice.
- El radioteléfono PR4G V3, en el cual está basada la arquitectura de red del sistema, no soporta el ancho de banda necesario para la transmisión de información, y crea un retardo importante en el envío de datos llegando en ocasiones a colapsarlo. Esto remarca la necesidad de sustituir el medio radio por otro con mayor ancho de banda y que se adapte a las características del sistema.
- En cuanto a las limitaciones de soporte e integración. Un sistema operativo desactualizado, junto a la escasez de licencias, hacen que el sistema no pueda funcionar a pleno rendimiento o incluso no de soporte a los usuarios que lo necesitan

El objetivo final de este trabajo se ha podido cumplimentar y se ha realizado una guía de puesta en servicio de BMS (comúnmente conocido en el ET como “guía-burros”) que puede ser empleada en cualquier unidad del ET, por cualquier usuario con mayor o menor formación en el sistema.

Debido a la serie de problemas que presenta el BMS se ha realizado también una recolección de los principales errores o fallos de funcionamiento que pueden aparecer mientras se opera con el BMS y cómo solventarlos o a quién recurrir en caso de que aparezcan. Son muchos los usuarios que no se encuentran cómodos operando con el sistema, como se ha podido comprobar en las metodologías cualitativas aplicadas en el presente trabajo. De hecho, las unidades en ejercicios tácticos a nivel PU, muchas veces acaban desechando su puesta en funcionamiento por la complejidad y el gran número de fallos que tiene el sistema, que hacen perder un tiempo vital para llevar a cabo las actividades de Instrucción y Adiestramiento.

También cabe mencionar los problemas físicos y de diseño de afustes y soportes, que se han mencionado anteriormente en la memoria. Es necesario que el sistema funcione correctamente, que los usuarios sepan operarlo y que puedan hacerlo de una manera cómoda y ágil dentro de los vehículos, sin duda el caso más reseñable es el de los VEC, en los cuales el soporte de la Tablet se encuentra literalmente en la espalda del jefe. Se requiere de un buen diseño que haga posible la utilización del sistema sin perjuicio del seguimiento de la acción táctica. En contrapunto, mencionar que los vehículos de Caballería en dotación en el ET como el VEC o el VRCC CENTAURO llevan ya varias décadas en servicio





y cuando se diseñaron no se contemplaba la implementación de un sistema como el BMS, en cambio en el CC LEOPARDO, de los vehículos de Caballería más modernos, sí que se le ha podido adaptar correctamente un soporte para la Tablet.

La voluntad de vencer es fundamental en el Ejército, y la labor del oficial y de cualquier jefe es mantener esa voluntad entre sus subordinados. No se puede contemplar el abandono o la desidia del personal cuando el sistema no responde a la primera o funciona lento, el propio honor y espíritu ha de ser lo suficientemente fuerte como para seguir intentándolo o investigar donde está el fallo. Existen cantidad de recursos a disposición de todo el personal como los manuales o artículos sobre BMS, que en muchos casos ha sido toda la formación que han recibido los CUMAs, porque han querido formarse a título particular para utilizar adecuadamente el BMS en sus ejercicios tácticos, en vez de abandonarlo cuando da el primer fallo.

A pesar de los problemas expuestos, tras realizar el estudio se cree firmemente que las unidades de Caballería no deben experimentar con otros programas similares al BMS, sino solventar los errores de funcionamiento, ya que la adquisición de otro sistema supondría un desembolso económico bastante importante para el ET, a su vez conllevaría la realización de un nuevo ciclo de formación en el sistema, con su correspondiente empleo de tiempo, y se destinarían muchos recursos y personal a la implantación del nuevo sistema, en detrimento de las actividades de instrucción y adiestramiento propias de las unidades de Caballería.

A continuación se proponen una serie de posibles líneas de trabajo que se podrían seguir en un futuro surgidas tanto de la experiencia del autor, como recomendadas por personal del GCLAC “Reyes Católicos” II.

## 5.1. FUTURAS LÍNEAS DE TRABAJO

La primera línea de trabajo que se propone, porque se cree más oportuna e importante debido a la gran limitación que posee el sistema focalizada principalmente en el empleo del radioteléfono PR4G para la transmisión de datos, es la realización de un estudio para la sustitución de la PR4G V3 por la radio Harris 117G. El ET ya tiene esta radio en dotación, pero las unidades adquiridas son muy escasas y de momento no se contempla la sustitución de la actual PR4G V3.

En relación a los medios radio, sino se opta por la radio Harris 117G, se debería acelerar la actualización de las radios PR4G V3 a SUPERMUX, ya que el limitado ancho de banda de las radios PR4G V3 provoca que el sistema no funcione correctamente.

Otra línea a seguir sería la de invertir en mejoras y actualizaciones de los procesos de configuración de BMS, por todos los problemas constatados en esta memoria con respecto a la inicialización del sistema, ficheros de misión y cartografía.

Para adecuar la formación del personal es necesario impulsar el empleo y conocimiento mutuo entre unidades, desde jornadas técnicas, hasta actividades de nivel superior asesoradas por personal del Arma de Transmisiones (el personal con mayor experiencia en este campo). Los oficiales o suboficiales de Transmisiones podrían realizar cursos en sus respectivas unidades a todo el personal de las distintas Armas para formar a los usuarios de BMS.

La orgánica de las unidades de Caballería contemplan un Suboficial de Transmisiones encuadrado en la Sección de Mando y Transmisiones del EPLMS, como ha podido constatar el autor, esta figura es fundamental en cuanto a medios C2IS se refiere y a él acuden todos los usuarios con problemas del BMS, por tanto no estaría de más que se reforzase con un segundo Suboficial o personal de Tropa de Transmisiones expertos en esta temática. Cabe mencionar que esta línea de trabajo se plantea complicada pues se necesitaría un cambio en las orgánicas tanto de Caballería como de Transmisiones y un importante trabajo por parte de la Dirección General de Personal (DIGENPER).

Sería interesante continuar por la línea del estudio y explotación de la interoperabilidad entre los distintos sistemas C2IS presentes en todas las unidades del ET de cara a poder realizar



ejercicios interarmas y colaboraciones sin el lastre de las deficiencias de los medios radio.

Se podría desarrollar en profundidad la funcionalidad de APOFU de BMS para que exista una versión para OAV. En el caso de la Caballería, los VERT harían las veces de OAV, ya que con sus medios de visión pueden observar y designar objetivos a grandes distancias, tanto a la red de Artillería como al Pelotón de Morteros Pesados del Escuadrón. Así, se evitaría un uso innecesario y excesivo de la radio, permitiendo la transmisión al instante de la información, que se visualizaría en la pantalla del Jefe de Escuadrón.

Otra funcionalidad interesante a implementar en el BMS sería la capacidad de grabar los ejercicios realizados, poder almacenar en formato de video el movimiento de las unidades en el campo de batalla con las medidas de coordinación empleadas. Con ello se podría recrear el ejercicio una vez finalizado y extraer lecciones aprendidas para futuras ocasiones.

Es necesario reajustar los soportes o *docking* de las *tablets* en los vehículos de Caballería, como se ha mencionado anteriormente, los vehículos en su diseño original no contemplaban estos medios y por eso no están adaptados para ellos. Por esta razón son necesarios trabajos enfocados a las transformaciones en el interior de las plataformas de combate, específicamente en el puesto del Jefe de vehículo, debido a que es el Jefe quien se encarga de operar el sistema C2IS. Esta línea de trabajo y su correspondiente estudio práctico podría ser materia de un futuro Trabajo de Fin de Grado para un Caballero Alférez Cadete de Caballería o cualquier otra Arma puesto que todos operan con BMS sobre distintas plataformas.

Por último, relacionado con los alumnos de academias militares, se debería mejorar la formación sobre BMS en todas las escalas y armas, de manera que cuando los Oficiales y Suboficiales vayan destinados a las unidades de sus Armas conozcan plenamente el sistema. Una posible solución sería el desarrollo de un simulador de BMS o simplemente operar y trabajar más a menudo con las *tablets* GETAC F110 para familiarizarse con su uso. Al igual que las anteriores, esta propuesta también podría ser considerada dentro del plan del ET “Fuerza 35” (Figura 8) con el que se pretende modernizar y actualizar los distintos medios y procedimientos actuales con el objetivo de disponer de un Ejército puntero y tecnológico en el año 2035.

Sin embargo, aunque todas las líneas de trabajo planteadas puedan parecer obvias y fácilmente implantables, la verdadera razón por la que no se han llevado a la práctica a día de hoy es mayormente por cuestiones económicas y de recursos. Todas las actualizaciones propuestas (de radios, de software...) conllevarían un importante desembolso económico que actualmente el ET no contempla realizar pues se cree que esos recursos se deben destinar a otros asuntos. En una década se podrá averiguar si se apostó por lo acertado o no.

Por último, cabe mencionar que en muchas ocasiones se trabaja con el método de prueba-error, se intenta seguir una línea de trabajo y cuando se comprueba que no funciona o no es la correcta, se estudia el seguir otra línea alternativa, de ahí esta serie de propuestas del autor.



Figura 8: Logotipo y eslogan de la Fuerza 35.  
Fuente: Ministerio de Defensa.





## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Fuller, J., 1965. *La dirección de la guerra*. s.l.:s.n.
- García Sobrido, J. M., 2017. *Trabajo de Fin de Grado: Capacidades y limitaciones del sistema BMS*. s.l.: Centro Universitario de la Defensa.
- González Yagüe, C. S., 2017. *Trabajo de fin de grado: implementación del BMS en la plataforma VRCCCentaurus*. s.l.: Centro Universitario de la Defensa.
- Hellín Vegas, A., 2020. *Trabajo de Fin de Grado: Estudio de posibles implementaciones en el BMS (Battle Management System)*. s.l.: Centro Universitario de la Defensa.
- Llopis, I. P., 2009. *Tesis doctoral sobre la arquitectura de un sistema C4ISR para pequeñas unidades*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- MADOC, 2014. *Glosario de términos militares (PD4-000)*. s.l.: Ejército de Tierra.
- MADOC, 2017. *Empleo de las fuerzas terrestres (PD1-001)*. 1ª edición ed. s.l.: Ejército de Tierra.
- MADOC, 2019. *Empleo de las Pequeñas Unidades de Caballería: los grupos (PD4-200)*. s.l.: Ejército de Tierra.
- MADOC, 2019. *Proceso de planeamiento de las operaciones a nivel táctico (PD4-026)*. s.l.: Ejército de Tierra.
- MADOC, 2019. *Sistemas de Mando y Control de Caballería (AGM-TM-402)*. s.l.: Ejército de Tierra.
- MADOC, 2020. *El combate de la Caballería (ACAB-TA-009)*. s.l.: Ejército de Tierra.
- Martínez Ramos, J., 2021. *Trabajo de Fin de Grado: Análisis comparativo de los sistemas de mando y control en uso en el ET dentro del ámbito de las pequeñas unidades de Caballería*. s.l.: Centro Universitario de la Defensa.
- Ministerio de Defensa, 2019. *Manual de Administración BMS-ET (MT-022)*. s.l.:s.n.
- Ministerio de Defensa, 2019. *Manual de usuario BMS-ET (MT-021)*. s.l.:s.n.
- Muñoz, S. P. R. M., 2019. BMS en un grupo de caballería ligero acorazado. *Memorial de Caballería*, Issue 88, pp. 50-52.
- Neira Soto, I., 2020. *Trabajo de fin de grado: Implementación del sistema BMS en la plataforma BMR-VCZ*. s.l.: Centro Universitario de la Defensa.
- Saaty, T., 1980. *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority setting, Resource, Allocation*. DecisionMaking Series ed. s.l.: McGraw Hill.
- Trujillo, R. S., 2018. BMS-LINCE nueva piel de mando y control en el Leopardo 2E. *Ejército*, Issue 928.
- Val, J. S., 2019. *Apuntes de la Calidad*. s.l.: Centro Universitario de la Defensa.
- Val, J. S., 2021. *Apuntes Oficina de Proyectos*. s.l.: Centro Universitario de la Defensa.



# ANEXOS



## Anexo I. Encuestas.

### Encuesta de tropa.

#### Empleo:

- ☐ Legionario/a
- ☐ Cabo
- ☐ Cabo Primero
- ☐ Cabo Mayor

¿Ha operado en alguna ocasión con el programa BMS?

- ☐ Sí
- ☐ No

Si ha operado con el BMS, ¿cuál diría que es su principal error o defecto de funcionamiento?

¿Ha recibido algún tipo de formación sobre el programa BMS?

- ☐ Sí
- ☐ No

En caso de haber recibido formación sobre el BMS, especifique cual

¿Sería el BMS una herramienta útil y la utilizaría frecuentemente si cumpliera todas sus funcionalidades correctamente?

- ☐ Sí
- ☐ No

Figura 9: Encuesta personal de Tropa. Fuente: elaboración con App QuestionPro.



Encuesta de suboficiales.

Empleo:

- ☐ Sargento
- ☐ Sargento Primero
- ☐ Brigada
- ☐ Subteniente
- ☐ Suboficial Mayor

¿Ha operado en alguna ocasión con el programa BMS?

- ☐ Sí
- ☐ No

Si ha operado con el BMS, cuál diría que es su principal defecto o error de funcionamiento

¿Ha recibido algún tipo de formación sobre el programa BMS?

- ☐ Sí
- ☐ No

En caso de haber recibido formación sobre el BMS, especifique cual

¿Ha proporcionado algún tipo de formación sobre el BMS a sus subordinados?

- ☐ Sí
- ☐ No

En caso afirmativo, especifique qué tipo de formación y a quién la impartió



En lugar del BMS, ¿Qué utiliza para la conducción de sus ejercicios tácticos?

- ☐ GPS
- ☐ Móvil con GPS
- ☐ Tablet con GPS
- ☐ Mapa topográfico
- ☐ Ninguna de las anteriores

Cree que el BMS sería una herramienta útil y ampliamente utilizada si se pudiera acceder a todas sus funcionalidades correctamente

- ☐ Sí
- ☐ No

*Figura 10: Encuesta de Suboficiales. Fuente: elaboración con App QuestionPro.*



### Encuesta de CUMA,s

#### Empleo

- ☐ Alférez
- ☐ Teniente
- ☐ Capitán
- ☐ Comandante
- ☐ Teniente Coronel
- ☐ Coronel

¿Ha operado en alguna ocasión con el programa BMS?

- ☐ Sí
- ☐ No

Si ha operado con el BMS, cuál diría que es su principal defecto o error de funcionamiento

¿Usted mismo podría solventar dicho problema?

- ☐ Sí
- ☐ No

¿Ha recibido algún tipo de formación sobre el programa BMS?

- ☐ Sí
- ☐ No

En caso de haber recibido formación sobre el BMS, especifique cual

¿Ha proporcionado algún tipo de formación sobre el BMS a sus subordinados?

- ☐ Sí
- ☐ No





En caso afirmativo, especifique qué tipo de formación y a quién la impartió

En lugar del BMS, ¿Qué utiliza para la conducción de sus ejercicios tácticos?

- ☐ GPS
- ☐ Móvil con GPS
- ☐ Tablet con GPS
- ☐ Mapa topográfico
- ☐ Ninguna de las anteriores

Cree que el BMS sería una herramienta útil y ampliamente utilizada si se pudiera acceder a todas sus funcionalidades correctamente

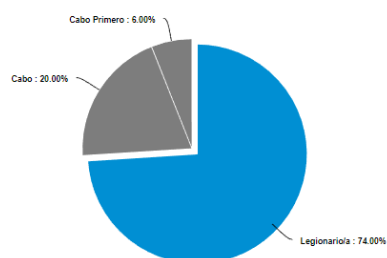
- ☐ Sí
- ☐ No

Figura 11: Encuesta de CUMA,s. Fuente: elaboración con App QuestionPro.



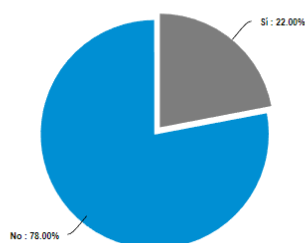
## Anexo II. Resultados de las encuestas.

Empleo:



Respuesta	Recuento	Porcentaje	20%	40%	60%	80%	100%
Legionaria/a	37	74%					
Cabo	10	20%					
Cabo Primero	3	6%					
Cabo Mayor	0	0%					
Total	50	100 %					

¿Ha operado en alguna ocasión con el programa BMS?



Respuesta	Recuento	Porcentaje	20%	40%	60%	80%	100%
Si	11	22%					
No	39	78%					
Total	50	100 %					

Si ha operado con el BMS, ¿ cuál diría que es su principal error o defecto de funcionamiento?

10/17/2022 99016074 falta de formación de usuarios

10/17/2022 99016064 dificultad para operar

10/17/2022 99016044 demasiado complejo

10/17/2022 99016009 lentitud

10/17/2022 99015989 no funciona nada

09/21/2022 98537707 no

09/16/2022 98444038 Nada

09/16/2022 98444037 Fallo de conexión

09/16/2022 98443142 No funciona nada

09/16/2022 98442780 No he operado



## CONFECCIÓN DE UNA GUÍA DE PUESTA EN SERVICIO DE BMS

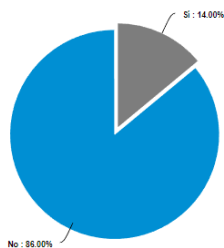


CAC. DANIEL HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ

Si ha operado con el BMS, ¿cuál diría que es su principal error o defecto de funcionamiento?

09/15/2022	98434889	No
09/15/2022	98434005	Lentitud del programa
09/15/2022	98433590	Nada
09/15/2022	98433510	En mi caso, por configuración u otro tipo de anomalía, no funcionó bien en muchas ocasiones
09/15/2022	98433499	Cobertura
09/15/2022	98433333	No sabría decir
09/15/2022	98432529	Problemas técnicos para poner en marcha el sistema. No sabría decir si por incompatibilidad con el vehículo (demasiado antiguo) o del mismo sistema en si.
09/15/2022	98430797	No he operado con el bms
09/14/2022	98419971	Fallaban las coordenadas del GPS
09/14/2022	98419090	Mal funcionamiento en coordenadas

¿Ha recibido algún tipo de formación sobre el programa BMS?



Respuesta	Recuento	Porcentaje	20%	40%	60%	80%	100%
Si	7	14%					
No	43	86%					
Total	50	100 %					

En caso de haber recibido formación sobre el BMS, especifique cual

10/17/2022	99016064	charla informativa
10/17/2022	99016009	nada
10/17/2022	99015989	ninguna
09/21/2022	98537707	nada
09/16/2022	98444038	Nada
09/16/2022	98444037	Ninguna
09/16/2022	98442780	Un programas gps
09/15/2022	98434889	No
09/15/2022	98433590	Nada
09/15/2022	98433585	Nada



09/15/2022 98433510 Jornadas 8x8

09/15/2022 98433499 No

09/15/2022 98433333 Facilitar marcar difentes trps, objetivos, zonas de vigilancia... condiferentes iconos

09/15/2022 98432541 No

09/15/2022 98431870 -

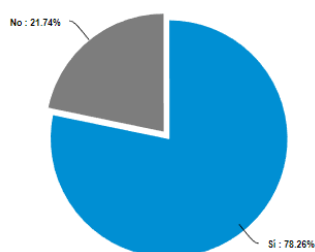
09/15/2022 98431255 .

09/15/2022 98430797 Ninguna

09/14/2022 98419971 Ubicación tanto de aliados como de enemigos y rutas en el mapa, compartida entre jefes de vehiculos

09/14/2022 98419090 Localizacion de gps, marcar enemigos, aliados etc

¿Sería el BMS una herramienta útil y la utilizaría frecuentemente si cumpliera todas sus funcionalidades correctamente?



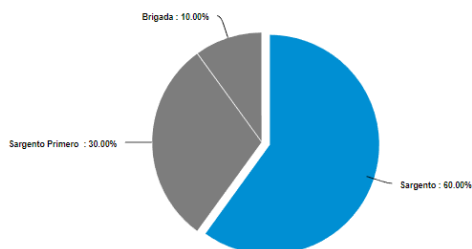
Respuesta	Recuento	Porcentaje	20%	40%	60%	80%	100%
Si	36	78.26%	<div></div>				
No	10	21.74%	<div></div>				
Total	46	100 %					

Figura 12: Resultados de la encuesta de Tropa. Fuente: elaboración con App QuestionPro.



Empleo:

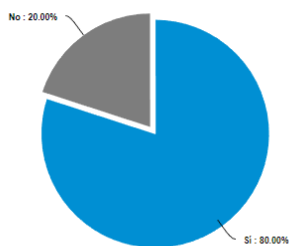
📊 ⬇ ⬆ ⚙



Respuesta	Recuento	Porcentaje	20%	40%	60%	80%	100%
Sargento	6	60%	<div></div>				
Sargento Primero	3	30%	<div></div>				
Brigada	1	10%	<div></div>				
Subteniente	0	0%	<div></div>				
Suboficial Mayor	0	0%	<div></div>				

¿Ha operado en alguna ocasión con el programa BMS?

📊 ⬇ ⬆ ⚙



Respuesta	Recuento	Porcentaje	20%	40%	60%	80%	100%
Si	8	80%	<div></div>				
No	2	20%	<div></div>				
Total	10	100 %					

Si ha operado con el BMS, cuál diría que es su principal defecto o error de funcionamiento

10/17/2022 99016558 va mal todo

10/17/2022 99016540 poco intuitivo

10/17/2022 99016525 muy lento

10/17/2022 99016511 complejidad en su inicialización

10/09/2022 98872262 Demasiado complejo para el usuario

09/16/2022 98442905 Actualizacion del sistema operativo.

09/15/2022 98433977 Poco intuitivo en el manejo. Falta de formación.

09/15/2022 98433781 El limitado ancho de banda que utilizan las pr4g hace que sea muy difícil mantener a las unidades expuestas en el plano y se tarda en enviar mensajes

09/15/2022 98431277 Lentitud y dificultad en la configuración

09/13/2022 98407893 Lentitud

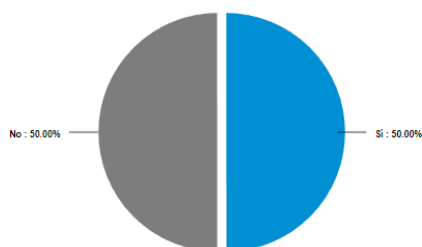


## CONFECCIÓN DE UNA GUÍA DE PUESTA EN SERVICIO DE BMS

CAC. DANIEL HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ



¿Ha recibido algún tipo de formación sobre el programa BMS?



Respuesta	Recuento	Porcentaje	20%	40%	60%	80%	100%
Si	5	50%	<div></div>				
No	5	50%	<div></div>				
Total	10	100 %					

En caso de haber recibido formación sobre el BMS, especifique cual

10/17/2022 99016558 no

10/17/2022 99016540 manuales de ET

10/17/2022 99016525 nada

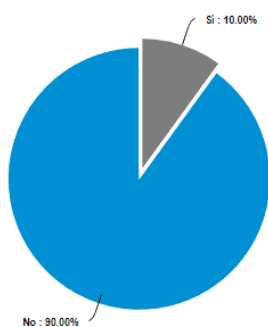
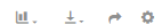
10/17/2022 99016511 jornadas de actualización

09/15/2022 98433781 Funciones básicas Navegación Levantar medios y replicar posición Funcionalidades de los menús y servicios que ofrece

09/15/2022 98431277 Curso BMS interno de la unidad

09/13/2022 98407893 Basica

¿Ha proporcionado algún tipo de formación sobre el BMS a sus subordinados?



Respuesta	Recuento	Porcentaje	20%	40%	60%	80%	100%
Si	1	10%	<div></div>				
No	9	90%	<div></div>				
Total	10	100 %					



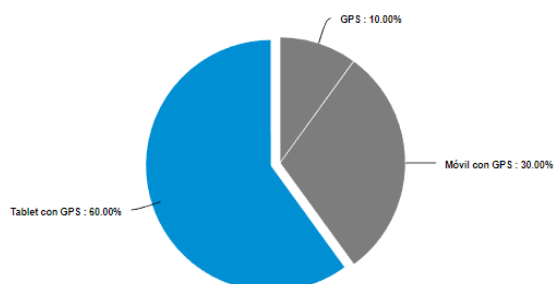


CAC. DANIEL HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ

En caso afirmativo, especifique qué tipo de formación y a quién la impartió

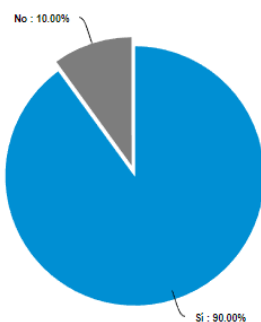
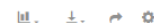
10/17/2022	99016558	manuales de usuario
10/17/2022	99016540	NADA
10/17/2022	99016525	no
10/17/2022	99016511	nada
09/15/2022	98433781	.

En lugar del BMS, ¿Qué utiliza para la conducción de sus ejercicios tácticos?



Respuesta	Recuento	Porcentaje	20%	40%	60%	80%	100%
GPS	1	10%					
Móvil con GPS	3	30%					
Tablet con GPS	6	60%					
Mapa topográfico	0	0%					
Ninguna de las anteriores	0	0%					

Cree que el BMS sería una herramienta útil y ampliamente utilizada si se pudiera acceder a todas sus funcionalidades correctamente



Respuesta	Recuento	Porcentaje	20%	40%	60%	80%	100%
Sí	9	90%					
No	1	10%					
Total	10	100 %					

Figura 13: resultados de la encuesta de Suboficiales. Fuente: elaboración con App QuestionPro.

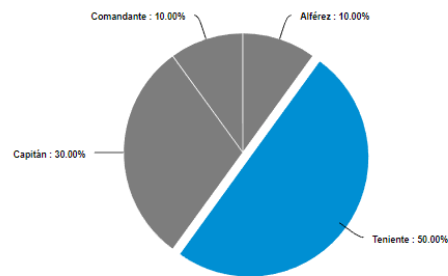


## CONFECCIÓN DE UNA GUÍA DE PUESTA EN SERVICIO DE BMS

CAC. DANIEL HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ

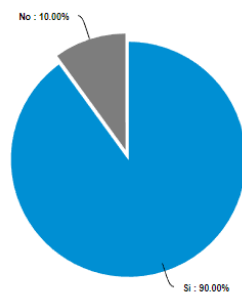


### Empleo



Respuesta	Recuento	Porcentaje	20%	40%	60%	80%	100%
Alférez	1	10%					
Teniente	5	50%					
Capitán	3	30%					
Comandante	1	10%					
Teniente Coronel	0	0%					

### ¿Ha operado en alguna ocasión con el programa BMS?



Respuesta	Recuento	Porcentaje	20%	40%	60%	80%	100%
Si	9	90%					
No	1	10%					
Total	10	100%					

### Si ha operado con el BMS, cuál diría que es su principal error o defecto de funcionamiento

10/17/2022 99016748 Medios radio insuficientes

10/09/2022 98872236 No cumple con las capacidades presupuestas

10/09/2022 98872226 Medios radio insuficientes y obsoletos

10/09/2022 98872209 Complejidad en los procesos de encendido

10/09/2022 98872193 lentitud excesiva en la actualización de las posiciones

09/22/2022 98561727 Defectos en la red

09/15/2022 98432519 No consigue mostrar y actualizar la posición propia y del resto de unidades.

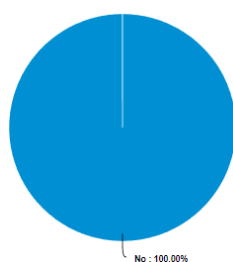
09/14/2022 98419074 Que no funciona. Partiendo de lo primero, complejo el arranque. Complejo el volverse a meterse en el sistema cuando tú usuario ha caído.

09/11/2022 98383273 Escaso ancho de banda para la transmisión de información



CAC. DANIEL HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ

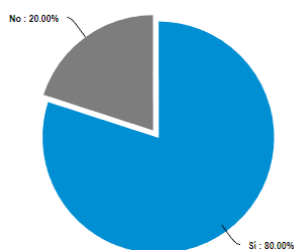
¿Usted mismo podría solventar dicho problema?



No : 100.00%

Respuesta	Recuento	Porcentaje	20%	40%	60%	80%	100%
Si	0	0%					
No	9	100%					
Total	9	100 %					

¿Ha recibido algún tipo de formación sobre el BMS?



No : 20.00%

Si : 80.00%

Respuesta	Recuento	Porcentaje	20%	40%	60%	80%	100%
Si	8	80%					
No	2	20%					
Total	10	100 %					

En caso de haber recibido formación sobre el programa BMS, especifique cual

10/17/2022 99016748 Manuales del ET

10/09/2022 98872236 Manual de usuario y administrador del BMS

10/09/2022 98872226 Seminario de BMS

10/09/2022 98872209 Bibliografía consultada personalmente

10/09/2022 98872193 Manuales del ET y conferencias con personal de transmisiones

09/15/2022 98432519 Formación interna en GCLACLEG II por parte de personal del equipo informático/ simulación

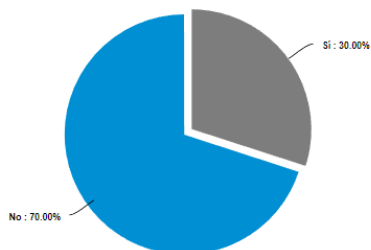
09/14/2022 98419074 Nivel operador básico

09/11/2022 98383273 Manuales de usuario y administrador del BMS



¿Ha proporcionado algún tipo de formación sobre el BMS a sus subordinados?

📊 ⬇ ↺ ⚙



Respuesta	Recuento	Porcentaje	20%	40%	60%	80%	100%
Sí	3	30%	<div></div>				
No	7	70%	<div></div>				
Total	10	100 %					

En caso afirmativo, especifique qué tipo de formación y a quién la impartió

10/17/2022 99016748 Jornadas informativas

10/09/2022 98872209 Breve explicación sobre inicialización del sistema

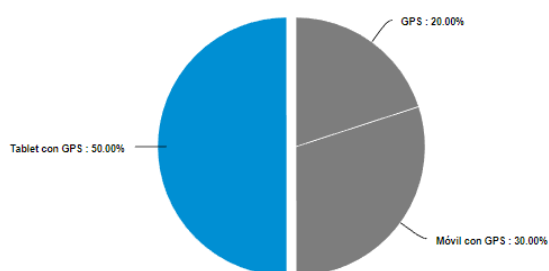
09/15/2022 98432519 No

09/14/2022 98419074 A los JV. Encendido y uso básico.

09/11/2022 98383273 ninguna

En lugar del BMS, ¿Qué otro dispositivo utiliza para la conducción de sus ejercicios tácticos?

📊 ⬇ ↺ ⚙



Respuesta	Recuento	Porcentaje	20%	40%	60%	80%	100%
GPS	2	20%	<div></div>				
Móvil con GPS	3	30%	<div></div>				
Tablet con GPS	5	50%	<div></div>				
Mapa	0	0%					
Ninguna de las anteriores	0	0%					



Sería el BMS una herramienta útil y ampliamente utilizada si se pudiera acceder a todas sus funcionalidades correctamente

📊 . ± . ↺ ⚙

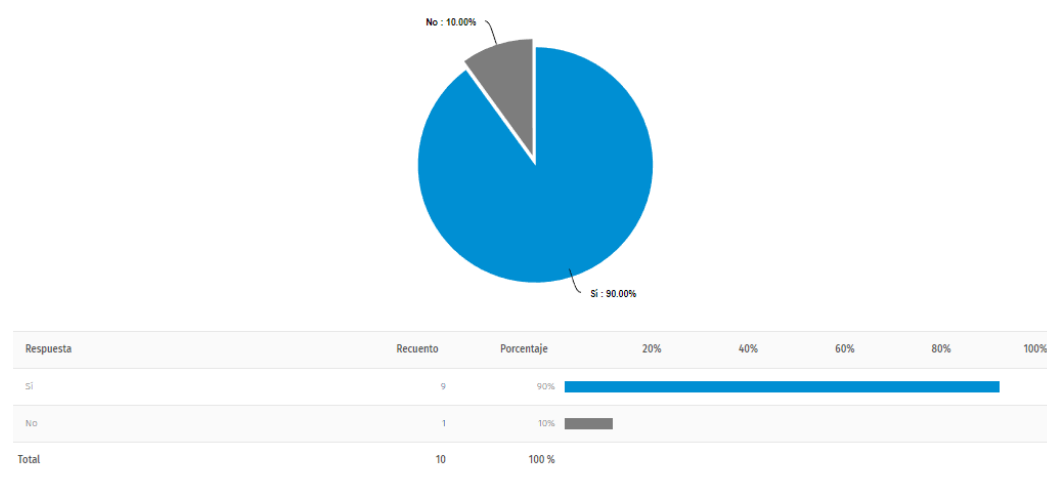


Figura 14: resultados de la encuesta de CUMAs. Fuente: elaboración con App QuestionPro.



### Anexo III. Entrevistas.

Entrevista realizada al Sargento Primero Jefe accidental de la Sección de Mando y Transmisiones del EPLMS del GCLAC “Reyes Católicos” II de la Legión:

- ¿Cuál diría usted que es el principal problema del BMS?
- ¿Por qué apenas se usa el BMS en las unidades?
- ¿El desarrollo del sistema se hizo correctamente?
- ¿Qué ventajas y desventajas encuentra usted en el BMS respecto a las aplicaciones móviles civiles?
- ¿Los manuales del BMS del ET son realmente útiles para el usuario medio?
- ¿Las actualizaciones de hardware y software del BMS solventan realmente los problemas?
- ¿Se podría cambiar la configuración de los afustes de las tabletas en los vehículos?
- ¿Se podría conseguir una licencia de uso de BMS ilimitada?
- ¿Usted y su personal reciben formación continuada y actualizada del sistema?
- Puede realizar cualquier aportación que considere oportuna y no se haya abarcado en la entrevista y resulte fundamental para el estudio.

Entrevista realizada al Capitán Jefe del EPLMS del GCLAC “Reyes Católicos” II de la Legión:

- ¿En qué puntos se tiene que enfocar la formación del personal si se quiere operar correctamente el BMS?
- ¿Quién podría impartir esa formación a las unidades de Caballería?
- Según su experiencia, ¿la mayoría de errores son de origen humano o técnico?
- Sin nuevos medios y recursos, ¿se puede llegar a operar correctamente el BMS?
- ¿Usted ve adecuado que se usen otros medios civiles y particulares en ejercicios tácticos en lugar del BMS en dotación?
- ¿Conoce otros medios C2IS que utilicen otros países de la OTAN? ¿Son similares al BMS?
- Qué recomendaría, ¿seguir invirtiendo en actualizaciones y arreglos del BMS u optar por un sistema completamente nuevo?
- ¿Qué implementaciones o mejoras adoptaría para el BMS?
- ¿Está en las manos de un Jefe de Escuadrón/ Sección el cambiar la situación actual de desuso del BMS en las unidades de Caballería?
- ¿Qué necesita un JV del sistema? ¿Y una Plana Mayor de Mando?
- Puede realizar cualquier aportación que considere oportuna y no se haya abarcado en la entrevista y resulte fundamental para el estudio.





## Anexo IV. Análisis Modal de Fallos y Efectos.

AMFE - Análisis Modal de Fallos y Efectos											Fecha realización		25/10/2022			
Proceso:		Guía de puesta en servicio de BMS		Tipo de AMFE		<input checked="" type="checkbox"/> Sistema <input type="checkbox"/> Diseño <input type="checkbox"/> Proceso				Fecha revisión						
Coordinador: Daniel Hernández Rodríguez.				Equipo realización: Personal del GCLAC "Reyes Católicos" II y Daniel Hernández Rodríguez .							Sección:		Caballería			
Estado actual											Situación mejorada					
Nr.	Pieza / proceso	Modo de fallo	Efecto del fallo	Gravedad	Causa del fallo	Ocurriencia	Detección	Detección	NPR	Medidas sugeridas	Responsable	Medidas	Gravedad	Ocurriencia	Detección	NPR
1	Software	Complejidad y demasiados pasos para inicializar el sistema.	Se emplea demasiado tiempo en tareas previas al empleo como tal del sistema	7	Numerosas actualizaciones del sistema y el sistema no se desarrolló en conjunto con los operadores de este.	7	Fácil detección al inicializar el sistema	1	49	Al resultar un NPR menor a 100 no se requerirán medidas correctoras. Es un fallo que posiblemente ocurra pero no es muy grave, se puede solventar fácilmente con instrucción del personal para agilizar la puesta en servicio.						
2	Ancho de banda	Escaso ancho de banda disponible para la transmisión de datos.	Lentitud en el envío de datos y demasiado tiempo de refresco y actualización de las posiciones de las unidades.	8	Medios radio insuficientes y obsoletos.	7	Fácil detección al hacer uso de la mensajería del sistema	2	112	Realizar una inversión y actualizar los medios radio en dotación en el ET con radios como la Harris 117G	MINISDEF	El ancho de banda será suficiente para la elevada transmisión de datos	4	2	1	8
3	Hardware	Soportes para las tablets y cables mal localizados dentro de los vehículos.	Incomodidad del operador al hacer uso del sistema y posibles roturas o desgastes de los cables por rozamiento o inclemencias del tiempo.	4	Vehículos con muchos años de servicio que en su diseño original no contemplaban la inclusión de este sistema.	5	Pruebas en distintos vehículos, operando el sistema y entrando y saliendo del habitáculo.	3	60	Al resultar un NPR menor a 100 no se requerirán medidas correctoras. Es un fallo que posiblemente ocurra pero se solventaría fácilmente con un estudio de los ajustes y su recolocación en los vehículos						
4	Licencias de uso	Licencias concedidas por periodos breves de tiempo (meses).	Caducan las licencias y no se puede hacer uso de las tablets y hay que emplear personal y tiempo en renovarlas.	3	La empresa desarrolladora del sistema solo concede licencias por periodos de tiempo determinados.	8	El propio sistema avisa de cuanto tiempo queda hasta la caducidad de la licencia.	2	48	Al resultar un NPR menor a 100 no se requerirán medidas correctoras. Es un fallo que posiblemente ocurra pero se puede solventar fácilmente destinando personal especializado a renovar las licencias cuando estas caduquen o exigiendo a la empresa desarrolladora una licencia perpetua.						
5	Formación de los operadores	El usuario medio no tiene los conocimientos básicos para operar el sistema.	El sistema no se emplea al 100% de sus posibilidades por desconocimiento de sus capacidades.	7	Apenas se imparten cursos formativos y los manuales son demasiado extensos y complejos.	8	Se detecta cuando el operador medio hace uso del sistema en un ejercicio táctico.	3	168	Realizar guías de puesta en servicio sencillas y útiles para el usuario medio e impartir cursos de formación en BMS por personal especializado.	Las unidades de Caballería	El personal tendrá el conocimiento básico para operar el sistema	5	3	1	15
6	Conectividad	Los nodos no se interconectan entre ellos.	Las unidades no se ven representadas en todos los displays.	7	La conexión entre nodos falla por los medios radio u otras causas físicas.	5	Fácil detección al hacer uso del sistema	2	70	Al resultar un NPR menor a 100 no se requerirán medidas correctoras. Es un fallo que posiblemente ocurra pero se podría solventar con nuevos medios radio más potentes.						



CAC. DANIEL HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ

GRAVEDAD DEL EFECTO (G)	CRITERIO	VALOR
MUY BAJA (Repercusiones imperceptibles)	No es razonable esperar que este fallo de pequeña importancia origine efecto real alguno sobre el rendimiento del sistema.	1
BAJA (Repercusiones irrelevantes apenas perceptibles)	El tipo de fallo origina un ligero inconveniente al usuario o cliente. Probablemente, éste observará un pequeño deterioro del rendimiento del sistema sin importancia. Es fácilmente subsanable.	2-3
MODERADA (Defectos de relativa importancia)	El fallo produce insatisfacción al usuario y se observa un claro deterioro en el rendimiento del sistema.	4-6
ALTA	El fallo puede ser crítico y verse inutilizado el sistema. Produce un grado de insatisfacción elevado.	7-8
MUY ALTA	Modalidad de fallo potencial muy crítico que afecta al funcionamiento de seguridad del producto o proceso, y/o involucra seriamente el incumplimiento de normas reglamentarias. Si tales incumplimientos son graves, corresponde a un 10.	9-10


PROBABILIDAD DE APARICIÓN (O)	CRITERIO	VALOR
MUY BAJA	Ningún fallo se asocia a procesos casi idénticos, ni se ha dado nunca en el pasado, pero es concebible.	1
BAJA	Fallos aislados en procesos similares o casi idénticos. Es razonablemente esperable en la vida del sistema, aunque es poco probable que suceda.	2-3
MODERADA	Defecto aparecido ocasionalmente en procesos similares o previos al actual. Probablemente aparecerá algunas veces en la vida del componente o sistema.	4-6
ALTA	El fallo se ha presentado con cierta frecuencia en el pasado en procesos similares o procesos previos que han fallado.	7-8
MUY ALTA	Fallo casi inevitable.	9-10

PROBABILIDAD DE DETECCIÓN (D)	CRITERIO	VALOR
MUY ALTA	El defecto es obvio. Resulta muy improbable que no sea detectado	1
ALTA	El defecto, aunque es obvio y fácilmente detectable, podría en alguna ocasión escapar a un primer control, aunque sería detectado con toda seguridad a posteriori.	2-3
MODERADA	El defecto es detectable y se localizará una vez avanzada la interacción del usuario con el sistema.	4-6
BAJA	El defecto es de tal naturaleza que resulta difícil detectarlo con los procedimientos establecidos hasta el momento.	7-8
MUY BAJA	El defecto no puede detectarse.	9-10




## Anexo V. Guía de puesta en servicio de BMS.

A continuación se presenta una sencilla guía que resume todos los pasos a seguir para inicializar el BMS una vez recibe la Tablet un tripulante del vehículo, con el fichero de misión cargado, previo a la realización de un ejercicio táctico.

1. Dar corriente al vehículo/torre del vehículo donde se va a operar.
2. Encender la Tablet. [Botón de encendido] (Tardará unos minutos, se puede ir operando con la radio mientras tanto)
3. Activar GDDI (gestor de conexiones que controla la base de datos) [Abajo a la derecha de la pantalla, pulsar icono de STOP .

4. Entrar en la aplicación BMS e inicializar el sistema.



5. En la pantalla principal, seleccionar “Configuración” [Abajo a la izquierda de la pantalla]  y de nuevo “configuración” [Primera opción que aparece]

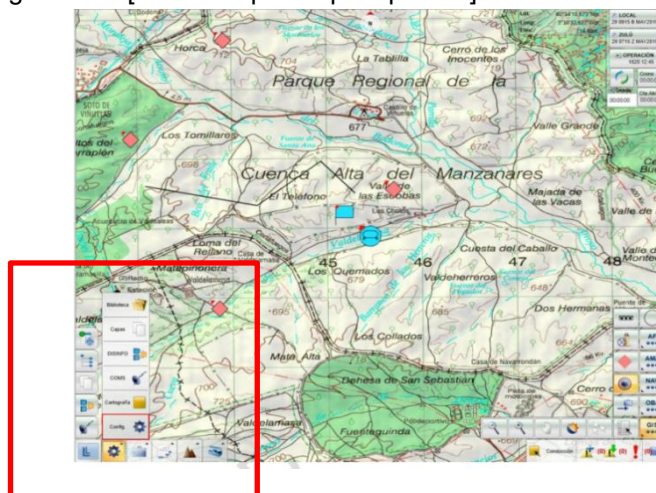



Figura 15: Pantalla principal BMS.  
Fuente: “Manual de Usuario BMS-ET” (MT-021)

6. De la ventana emergente seleccionar “Cargar configuración”  [en la parte superior de la pantalla].

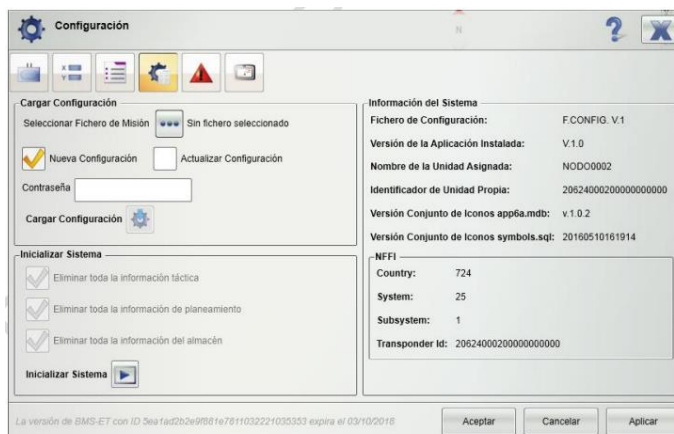




Figura 16: Pantalla de configuración BMS. Fuente: “Manual de Usuario BMS-ET” (MT-021)



7. Pulsar  para elegir el fichero de misión que tiene que estar previamente cargado en el sistema.
8. Aparecerá una ventana emergente donde se seleccionará el fichero concreto y finalmente confirmar pulsando  y se volverá a la pantalla anterior.

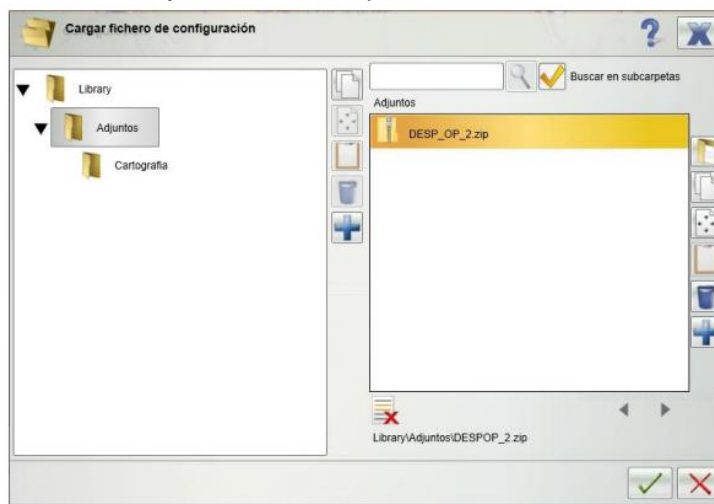
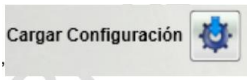


Figura 17: Pantalla de carga de ficheros de misión BMS. Fuente: "Manual de Usuario BMS-ET" (MT-021)

9. De la pantalla inicial de "Configuración" seleccionar entre "Nueva configuración" o "Actualizar configuración", según se quiera borrar la información que existiese previamente en el sistema o mantener la información existente.

10. Finalmente se pulsa "Cargar configuración"  y se cerrará sola la aplicación [Sino se cierra sola hay que hacerlo manualmente].
11. El GDDI también se reiniciará solo [Si no, habrá que hacerlo manualmente]

12. Se abre de nuevo la aplicación BMS  manualmente.

13. Para abrir la cartografía, pulsar "Configuración"  [Abajo a la izquierda de la pantalla] y en

el desplegable seleccionar "Cartografía"



14. En la ventana emergente seleccionar la cartografía concreta para el ejercicio y pulsar el botón "Aceptar".



Figura 18: Pantalla de selección de cartografía BMS. Fuente: "Manual de Usuario BMS-ET" (MT-021)





**IMPORTANTE** (Atención especial de los Jefes de vehículo)

Se va a proceder a levantar medios, para ello se ha debido de realizar esta secuencia con todas las radios de los vehículos involucrados.

El GPS ha de estar activado. Se realiza una prueba de enlace entre directora y subordinadas en SFR. Una vez enlazadas la directora manda cambio a SUPERMUX/IPMUX/IPSAP.

Todas las radios hacen el cambio y le dan el OK a la directora, esta es la última que lo hace y arrastra a todas. En caso de no hacerlo a tiempo seleccionar “Entrada tardía SUPERMUX”

15. Para levantar medios, pulsar el botón de “Comunicaciones” [Abajo a la izquierda de la pantalla]

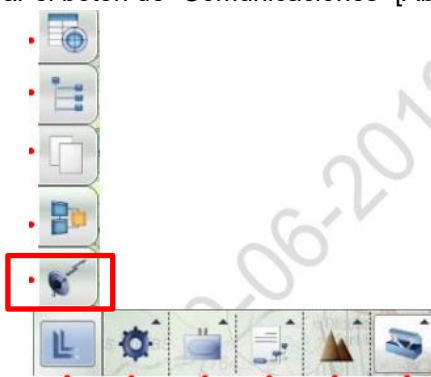


Figura 19: Recorte de pantalla principal BMS. Fuente: “Manual de Usuario BMS-ET” (MT-021)

16. Seleccionar “medios del fichero de misión” (las radios y demás medios que tiene asignado ese nodo para la misión) y pulsar los botones de “Radio”, “Ordenador” y “Arrancar”



## Anexo VI. Problemas más frecuentes al operar BMS.

*-Arranca el sistema siguiendo los pasos correctamente pero no salen los medios ni hay enlace. Aparece en el BMS la alerta de problemas de comunicación.*

Esto puede deberse a varios motivos:

Puede tratarse de un problema con la configuración de la dirección IP.

En la pantalla de escritorio de la Tablet, abajo a la derecha, seleccionar el símbolo de conexión, ya en "ajustes" seleccionar "opciones de adaptador" y aparecerán varias opciones de Ethernet.

La opción Microsoft KM-... esa NO se elegirá, será la otra. Abrir sus propiedades, seleccionar "TCP/IPv4", después "propiedades" y "dirección IP". Aquí hay que comprobar que los números de la dirección IP coincidan con los establecidos para la misión (vendrán en un TXT cargado en la tablet) y sino coinciden se cambian manualmente.

Puede ser que el DDI no se haya cargado bien y el número de abonado de la radio no sea el correcto asignado a esa radio. Se comprueba en la radio el número, que debe coincidir con el establecido para la misión en el documento TXT.

La IP de la radio no está bien puesta y no coincide con lo establecido para la misión en el documento TXT. Esto se encargaría de corregirlo personal de transmisiones pues tienen que acceder al modo administrador de la radio.

El error puede venir de que no se hayan cargado todos los medios del vehículo en el BMS. Ante esto se recurriría al personal especializado/ administrador BMS. También es posible que sea en el propio fichero de misión donde no se establecieron bien los medios de cada vehículo.

También es posible que el número de nodo asignado sea incorrecto. Esto se solventa desde la aplicación "BMS-CONFIGURATOR" de la pantalla principal y si no coincide el número del nodo con el asignado en el documento TXT se cambia manualmente.

### *-Problemas físicos derivados del mal uso*

Comúnmente el cable de conexión radio-tablet se encuentra en mal estado por entradas y salidas del vehículo y golpes fortuitos. Se comprueba visualmente si se encuentra roto o defectuoso.

El soporte de la Tablet (docking) puede tener los pines de unión deteriorados o rotos por el mal uso o descuido y no conectará bien con la Tablet. Se comprueba visualmente su estado.

Fallos comunes e inherentes a las radios como puede ser el alcance limitado por accidentes del terreno o distancias grandes.





## Anexo VII. Vehículos de Caballería.



*Figura 20: VEC. Fuente: Táctica. Empleo de las Pequeñas Unidades de Caballería (PD4-200).*



*Figura 45: VCC Pizarro. Fuente: Defensa.com.*



*Figura 22: VAMTAC. Fuente: Táctica. Empleo de las Pequeñas Unidades de Caballería (PD4-200).*



*Figura 23: LEOPARDO 2E. Fuente: Táctica. Empleo de las Pequeñas Unidades de Caballería (PD4-200).*



*Figura 24: LEOPARD 2A4. Fuente: Táctica. Empleo de las Pequeñas Unidades de Caballería (PD4-200).*



*Figura 25: VRCC CENTAURO. Fuente: Táctica. Empleo de las Pequeñas Unidades de Caballería (PD4-200).*



*Figura 26: VCC PIZARRO. Fuente: Táctica. Empleo de las Pequeñas Unidades de Caballería (PD4-200).*