



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

ANÁLISIS FUNCIONAL DE UN SISTEMA DE
NAVEGACIÓN Y MANDO Y CONTROL PARA
PEQUEÑAS UNIDADES EN EL ET

Javier Rico Calero

Director académico: D. Antonio Luis Montealegre Gracia

Director militar: Cap. D. César López Fernández

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar

2022



Agradecimientos

Me gustaría comenzar agradeciendo el apoyo que he recibido de todas aquellas personas que han hecho posible la realización de este proyecto, destacando el esfuerzo y disponibilidad del Capitán César López Fernández y el profesor Antonio Luis Montealegre Gracia.

Por otra parte, quiero agradecerle al resto del personal de la 13 Compañía de la III Bandera Paracaidista, donde me he sentido acogido e integrado desde el primer día de presentación en la Unidad.

Finalmente, a toda mi familia y amigos, por su apoyo incondicional en todos los momentos de flaqueza durante la totalidad del recorrido académico, incluyendo la realización de este trabajo.





RESUMEN

El Trabajo Fin de Grado titulado “Análisis funcional de un sistema de navegación y mando y control para pequeñas unidades en el ET” se ha llevado a cabo durante la realización de las prácticas externas encuadrado en la 13 Compañía de la III Bandera Paracaidista, ubicada en la región de Murcia. La finalidad de este trabajo es realizar un estudio funcional de la situación actual de las unidades, enmarcada en el ámbito del mando y control, los medios empleados y las posibles soluciones al alcance, que pueden resolver las limitaciones que se encuentren en dicho estudio. Así mismo, se plantea la posibilidad de instaurar un sistema de navegación y mando y control objetivo, de acuerdo con los requerimientos que precisan las unidades de combate en la actualidad.

La metodología se ha estructurado en base a los objetivos establecidos, diferenciando cuatro fases. En primer lugar, se ha realizado un estudio de los sistemas de mando y control actuales en las Unidades de Infantería del ET, traduciéndose en el análisis de las capacidades y limitaciones de los principales medios de transmisiones en servicio. Una vez recopilados los datos, en base a la opinión de los entrevistados/encuestados, se han extraído aquellos factores determinantes que influyen en el desempeño del mando y control, los cuales serán considerados para el planteamiento del sistema propuesto. Dichos factores son la orografía y el alcance del enlace, seguido de la falta de autonomía y la instrucción del operador.

En segundo lugar, de acuerdo con los resultados de la fase anterior, se ha recopilado un listado de requisitos fundamentales a implementar en el sistema de navegación y mando y control deseado, remarcando aquellos de carácter indispensable, tales como un sistema sencillo y fácil de emplear, capacidad de geolocalizar en tiempo real las unidades propias, formación y envío de paquetes de datos y una red interna protegida para el intercambio de mensajes y datos.

En tercer lugar, se ha estudiado un conjunto de propuestas alternativas a los sistemas vigentes. Este estudio se refleja en la confrontación de cuatro sistemas de mando y control (ATAK, SHOUT NANO, SPOT GEN3, TRACK24 ECHO), los cuales son evaluados en función de las capacidades que presenta cada uno mediante un sistema de ponderación, tomando como guía aquellos requerimientos extraídos anteriormente. Los resultados se plasman en un gráfico Radar Chart, donde el sistema ATAK queda como propuesta vencedora.

Por último, se ha llevado a cabo un análisis de los posibles impedimentos a la hora de implementar el sistema ATAK, empleando la herramienta *Risk Management Measure List*. Los resultados concluyen con la inexistencia de riesgos o limitaciones iniciales que eviten la puesta en marcha de su implementación en las pequeñas Unidades de Infantería.

Palabras clave

ATAK, Pequeñas Unidades de Infantería Ligera, C2S, Mando, Geolocalización, Encriptación



ABSTRACT

The Final Degree Project entitled "Functional analysis of a navigation and command and control system for small units in the ET" has been carried out during the external practices framed in the 13th Company of the III Parachute Flag, located in the region of Murcia. The aim of this work is to carry out a functional study of the current situation of the units, framed in the field of command and control, the means used and the possible solutions within reach that can resolve the limitations found in this study. It also considers the possibility of establishing a navigation and objective command and control system, in accordance with the requirements of today's combat units.

The methodology has been structured based on the established objectives, differentiating between four phases. Firstly, a study of the current command and control systems in the ET infantry units was carried out, resulting in an analysis of the capabilities and limitations of the main means of transmissions in service. Once the data had been compiled, based on the opinion of those interviewed/surveyed, the determining factors that influence the performance of command and control were extracted, which will be considered for the approach of the proposed system. These factors are the orography and the range of the link, followed by the lack of autonomy and instruction of the operator.

Secondly, in accordance with the results of the previous phase, a list of fundamental requirements to be implemented in the desired navigation and command and control system has been compiled, highlighting those of an indispensable nature, such as a simple and easy-to-use system, the ability to geolocate own units in real time, the formation and sending of data packets and a protected internal network for the exchange of messages and data.

Thirdly, a set of alternative proposals to the existing systems has been studied. This study is reflected in the comparison of four command and control systems (ATAK, SHOUT NANO, SPOT GEN3, TRACK24 ECHO), which are evaluated according to the capabilities of each one by means of a weighting system, taking as a guide those requirements previously extracted. The results are shown in a Radar Chart, where the ATAK system is the winning proposal.

Finally, an analysis of the possible impediments to implementing the ATAK system was carried out using the Risk Management Measure List tool. The results conclude that there are no initial risks or limitations that prevent the implementation of the ATAK system in small infantry units.

KEYWORDS

ATAK, Small Light Infantry Units, C2S, Command, Geolocation, Encryption



INDICE DE CONTENIDO

<i>Agradecimientos</i>	<i>I</i>
<i>RESUMEN</i>	<i>III</i>
<i>Palabras clave</i>	<i>III</i>
<i>ABSTRACT</i>	<i>IV</i>
<i>KEYWORDS</i>	<i>IV</i>
<i>INDICE DE FIGURAS</i>	<i>VI</i>
<i>INDICE DE TABLAS</i>	<i>VII</i>
<i>ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS</i>	<i>VIII</i>
<i>1 INTRODUCCIÓN</i>	<i>1</i>
<i>2 OBJETIVOS Y METODOLOGÍA</i>	<i>3</i>
<i>2.1 OBJETIVOS Y ALCANCE</i>	<i>3</i>
<i>2.2 METODOLOGÍA</i>	<i>4</i>
<i>3 ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO</i>	<i>7</i>
<i>4 DESARROLLO: ANÁLISIS Y RESULTADOS</i>	<i>9</i>
<i>4.1 ANÁLISIS DE LOS PRINCIPALES SISTEMAS DE NAVEGACIÓN Y MANDO Y CONTROL</i>	<i>9</i>
<i>4.1.1 Identificación de necesidades de un C2S</i>	<i>9</i>
<i>4.1.2 Diagnóstico de las capacidades y prestaciones que ofrecen los medios en dotación</i>	<i>14</i>
<i>4.2 CATÁLOGO DE REQUISITOS DE UNA PROPUESTA DE UN C2S</i>	<i>16</i>
<i>4.3 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS</i>	<i>17</i>
<i>4.3.1 ATAK</i>	<i>17</i>



4.3.2	SHOUT NANO.....	18
4.3.3	SPOTGEN3	19
4.3.4	TRACK24 ECHO.....	19
4.3.5	Valoración de las ventajas y limitaciones de los medios alternativos.....	19
4.4	ESTUDIO DE VIABILIDAD.....	22
5	CONCLUSIONES.....	24
5.1	Líneas futuras	25
6	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26
	ANEXO I.....	27

INDICE DE FIGURAS

Figura 1:	Cronograma de las tareas realizadas. Fuente: Elaboración propia	4
Figura 2:	Ciclo Observación-Orientación-Decisión-Acción (APP-6, 2011)	7
Figura 3:	Radioteléfono PR4G-V3. Fuente: STE (2019).....	11
Figura 4:	Radioteléfono PNR-500. Fuente: Ministerio de Defensa & Departamento de Comunicación del Ejército de Tierra (s.f.)	11
Figura 5:	Radioteléfono SPEARNET. Fuente: Ministerio de Defensa & Departamento de Comunicación del Ejército de Tierra (s.f.)	12
Figura 6:	Interfaz sistema BMS. Fuente: Ministerio de Defensa (s.f.)	13
Figura 7:	Gráfico de valoración de los C2S actuales. Fuente: Elaboración propia.	14
Figura 8:	Gráfico de factores de impacto en C2. Fuente: Elaboración propia	15
Figura 9:	Gráfico de valoración de las capacidades C2S. Fuente: Elaboración propia.....	15
Figura 10:	Radar Chart medios alternativos. Fuente: Elaboración propia	20



INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Puntuación numérica de las variables confrontadas según el medio C2S. Fuente: Elaboración propia	21
Tabla 2: Riesgos cualitativos. Fuente: Elaboración propia	22
Tabla 3: Matriz riesgos. Fuente: Elaboración propia.....	23
Tabla 4: Matriz riesgos resumen. Fuente: Elaboración propia	24



ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS

AO	Área de Operaciones
ATAK	<i>Android Team Awareness Kit</i>
AMFE	Análisis Modal de Fallos y Errores
BMS	<i>Battle Management System</i>
BRIX	Brigada Experimental
C2	Mando y Control
C2S	Sistema de Mando y Control
CRONOS	<i>Crisis Response Operations NATO Open System</i>
CUMA	Cuadro de Mando
EDT	Estructura de Desglose de Trabajo
ET	Ejército de Tierra
FAOE	Fuerza de Apoyo a Operaciones Especiales
GPS	Sistema de Posicionamiento Global
HF	<i>High Frequency</i>
JEMAD	Jefe de Estado Mayor de la Defensa
JEME	Jefe de Estado Mayor del Ejército
NATO	<i>The North Atlantic Treaty Organization</i>
MOE	Mando de Operaciones Especiales
OODA	Observación-Orientación-Decisión-Acción
OTAN	Organización del Tratado del Atlántico Norte
PCAP	Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares
PEXT	Prácticas Externas
PPAP	<i>Production Part Approval Process</i>
RCQ	<i>Reach Cost Quality</i>
RRC	Red Radio de Combate



SIMACET	Sistema de Mando y Control del Ejército de Tierra
TO	Teatro de Operaciones
UHF	<i>Ultra High Frequency</i>
VAMTAC	Vehículo de Alta Movilidad Táctica
VHF	<i>Very High Frequency</i>
ZO	Zona de Operaciones



1 INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia, los conflictos de mayor trascendencia se han caracterizado por el empleo de Unidades de gran entidad, donde el factor humano era el músculo de la maniobra y primaba la cantidad a la calidad, y los grandes generales basaban su ejercicio del mando en modelos muy centralizados y rígidos. Durante la Primera y la Segunda Guerra Mundial, a medida que el campo de batalla se extendía, las dificultades para la conducción de las fuerzas y el manejo de los cambios de la situación iban en aumento. Inicialmente se emplearon mapas y maquetas para el planeamiento de la disposición de las fuerzas, estudiar y seguir la evolución de los combates, así como marcar las principales líneas de acción a seguir en el vasto campo de batalla. La transmisión de órdenes a distancia obligó al empleo de la encriptación de mensajes por códigos, con el objetivo de evitar la interceptación de la información sensible por parte del enemigo (Cabello, 2001).

Actualmente, el espectro de conflictos que abordan las Fuerzas Armadas españolas es volátil y cambiante, viéndose directamente afectado por el avance tecnológico, así como por la aparición de nuevas amenazas desconocidas hasta el momento. El ámbito armamentístico está íntimamente relacionado con el avance tecnológico, traduciéndose en el impacto de las nuevas tecnologías sobre la industria de defensa, que desemboca en la necesidad de una constante actualización. El hecho de no adaptarse a los nuevos cambios supone la desventaja en el combate sobre aquel enemigo que disponga de las últimas novedades y capacitaciones tecnológicas, más allá de la doctrina militar empleada o del nivel de instrucción adquirido. La movilidad y flexibilidad que exige el espectro creciente de misiones y amenazas, traban y dificultan enormemente el ejercicio del mando, que requiere nuevas herramientas. Esto quedó patente en la guerra del Golfo, donde la automatización de las funciones de gestión de la información y el apoyo al proceso de la decisión resultaron ser factores de la máxima importancia.

Durante las últimas décadas ha tomado gran notoriedad un nuevo concepto empleado para describir el choque armado entre la insurgencia y la coalición de fuerzas regulares: la “guerra asimétrica”. Ésta ofrece enormes posibilidades en el campo de la información, donde las naciones y ejércitos dependientes de la misma serán vulnerables respecto a aquellos de otras eras anteriores. Esa dependencia puede condicionar la actividad de la organización hasta tal punto que la carencia temporal de sistemas de información puede llegar a provocar la parálisis total de la misma. El enemigo, como un ciego que combate a oscuras en una habitación iluminada, tratará de igualar la contienda eliminando las fuentes de luz (Cabello, 2001).

Sin embargo, en los últimos años, el conflicto asimétrico ha derivado hacia el término de “conflicto híbrido”, el cual va adquiriendo cada vez más importancia. La guerra híbrida consiste en la combinación del uso de la fuerza militar con otros elementos, tales como los ciberataques, la manipulación de información a través de internet y de redes sociales, o vectores de presión económica. Dentro de este ambiente se desempeñan las Fuerzas Armadas, tanto en territorio nacional como en Zona de Operaciones (ZO) en el extranjero, donde el requerimiento fundamental es la flexibilidad, es decir, la capacidad de adaptación al entorno.

Con el objetivo de afrontar esta realidad y tener la capacidad de implementar a tiempo procedimientos y actualizaciones que faciliten la adaptación del Ejército de Tierra a éste y a nuevos escenarios futuros, el recientemente cesado JEME puso en marcha un plan de preparación denominado “FUERZA 35” (Boloix Díaz, 2021). Surge de “*la urgente necesidad*



de resultados y la implementación inmediata de algunas de las tecnologías a nuestro alcance, con la finalidad de ser capaces de dotar de capacidades militares a las fuerzas terrestres desplegadas, en plazo útil, evitando que sean técnicamente obsoletas cuando entran en servicio. Para ello, se necesita una evolución ágil de los procedimientos de adquisición de sistemas de armas y tecnologías que contrasta con los actuales. Los programas de hoy y del futuro han de ser muy flexibles para incorporar los últimos avances tecnológicos en cualquier momento del ciclo de vida” (Ministerio de Defensa & Departamento de Comunicación del Ejército de Tierra, s.f.), aportando su grano de arena y sin perder el norte en cuanto al objetivo final deseado, siendo este velar por la seguridad de los militares españoles desplegados en ZO y el cumplimiento de la misión.

En este contexto, los jefes de las Unidades de infantería ligera sienten la necesidad de tener la función de mando sobre la maniobra. El estrés del combate en un campo de batalla cambiante, terrenos urbanizados con un enemigo indefinido por un uniforme y la descentralización del mando que exige en determinados casos el cumplimiento de la misión, son algunos de los factores que dificultan el ejercicio del mando y control sobre las unidades de maniobra que actualmente están desplegadas en ZO. Las Unidades empeñadas en el combate requieren de medios tecnológicos adaptados a un escenario cambiante y volátil, donde los jefes de las pequeñas unidades, tipo sección y compañía, puedan llevar a cabo el mando y control de su Unidad eficazmente, lo que se traduce en garantizar una correcta toma de decisiones en el menor tiempo posible para cumplir la misión asignada y velar por la seguridad de todos sus subordinados.

El presente trabajo fin de grado, se ha estructurado en cinco apartados principales:

1. Introducción: Se incluyen las razones que justifican el trabajo, el “porqué”, su ámbito de aplicación, los antecedentes de las necesidades que se proponen ser satisfechas, y los conceptos claves que afectan a la comprensión del trabajo y la estructura de este.
2. Objetivos y metodología: En este apartado se responde al “para qué” de este estudio, aportando unas metas a alcanzar durante su consecución, y al “cómo” a partir de la aplicación de unos métodos y herramientas para alcanzarlas.
3. Antecedentes y marco teórico: Se plantean los fundamentos del tema a investigar, tomando como punto de partida la situación actual y la teoría recabada hasta el momento.
4. Desarrollo: Se expone el cuerpo fundamental del trabajo y se argumentan las ideas principales y secundarias del mismo. También, se describe el proceso que se ha llevado a cabo y se explican los resultados obtenidos derivados de la metodología adoptada.



2 OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

2.1 OBJETIVOS Y ALCANCE

El objetivo principal de este trabajo es realizar un análisis funcional de un sistema informático de comunicación y navegación que ofrezca una serie de capacidades y cumpla ciertos requisitos, con la finalidad de mejorar el mando y control de los jefes de las pequeñas Unidades de infantería del Ejército de Tierra.

Para dar cumplimiento a este objetivo general es necesaria la consecución de una serie de objetivos parciales que se exponen a continuación:

- 1) Estudiar la situación actual mediante un análisis de las debilidades y fortalezas de los sistemas de navegación y mando y control que están siendo utilizados por las Unidades de infantería del Ejército de Tierra para identificar los problemas a los que se enfrentan dichas unidades.
- 2) Determinar los requerimientos y capacidades que debe tener el sistema informático deseado para el mando y control de las unidades.
- 3) Evaluar las alternativas tecnológicas que actualmente están siendo implementadas en Unidades especializadas de Operaciones Especiales y de FAOE (Fuerza de Apoyo a Operaciones Especiales) de distintos países, y contrastarlas con el sistema informático prototipo deseado.
- 4) Analizar la viabilidad de implementar el sistema informático deseado, buscando su integración con los medios a disposición de las Unidades del Ejército de Tierra.

En primer lugar, es preciso mencionar que el análisis de las capacidades y necesidades requeridas que se pretenden implementar en el sistema informático objetivo han sido extraídas de forma empírica de los mandos de pequeñas Unidades pertenecientes a la III Bandera Paracaidista durante la realización de las Prácticas Externas (PEXT) en la 13 Compañía, la cual tiene el cometido de FAOE. Es por ello por lo que se trata de una Unidad que está en constante adaptación a nuevos procedimientos y material de combate, siendo una Unidad hermana del Mando de Operaciones Especiales, formando la punta de la flecha de la vanguardia de las unidades de maniobra desplegadas en el extranjero pertenecientes al ET.

Con este contexto, la meta fundamental del trabajo es la obtención de una idea de producto informático que proporcione un apoyo a los jefes en el combate para la gestión del mando y control de las Unidades ligeras de Infantería del ET. Se espera alcanzar una línea de acción de un sistema informático de navegación y mando y control con unas capacidades y características similares al sistema empleado por estas Unidades punteras del ET, llamado ATAK. Inicialmente, fue desarrollado de forma interna por Unidades de las fuerzas especiales americanas; posteriormente, se puso en marcha como una aplicación de soporte informático a disposición del uso civil, limitando ciertas capacidades.

Para lograrlo, se identificarán las necesidades de los usuarios del sistema informático y se transformarán en requisitos formales. Por otro lado, se marcarán los hitos a conseguir en el tiempo mediante un cronograma (Figura 1), para llevar a cabo una clara y minuciosa



programación del proyecto.

Entre los principales elementos que quedan fuera del alcance del trabajo, destaca la creación de un software de la aplicación informática deseada, debido a la exigencia de un conocimiento técnico e informático especializado. También queda excluida la transferencia del software a un hardware seguro proporcionado por dotación del ET, así como el proceso contractual con empresas solicitantes para la puesta en marcha del sistema informático y procesos posteriores.

	6-15 SEPTIEMBRE	15-30 SEPTIEMBRE	1-15 OCTUBRE	15-22 OCTUBRE	22 OCTUBRE-11 ENERO
ANÁLISIS DAFO					
CATÁLOGO REQUISITOS					
ESTUDIO ALTERNATIVAS					
ESTUDIO VIABILIDAD					
ELABORACIÓN MEMORIA					

Figura 1: Cronograma de las tareas realizadas. Fuente: Elaboración propia

2.2 METODOLOGÍA

La metodología planteada para la consecución del objetivo principal se articula en cuatro fases, que están íntimamente ligadas con los objetivos parciales planteados:

2.2.1. Análisis de los principales sistemas de navegación y mando y control

- Fase 1: La identificación de los problemas de uso de los sistemas de navegación y mando y control de las pequeñas Unidades de Infantería se fundamenta en la revisión bibliográfica (manuales de usuario), en la realización de entrevistas y encuestas estructuradas (ANEXO I) y en la propia experimentación en la instrucción diaria, con la finalidad de llevar a cabo una síntesis.

2.2.2. Catálogo de requisitos de una propuesta de sistema de navegación y mando y control

- Fase 2: La obtención de los requerimientos deseables que debe tener el sistema informático de navegación y mando y control, se aborda metodológicamente mediante la consulta bibliográfica, la entrevista y las encuestas. Cabe destacar que se recurre a la experiencia personal de los jefes de las pequeñas Unidades del destino de prácticas, así como de las Unidades especializadas de Operaciones Especiales.

2.2.3. Análisis de alternativas entre la propuesta y el resto de las soluciones existentes



- Fase 3: La evaluación de las alternativas se fundamenta en la revisión bibliográfica y en la aplicación de métodos de valoración multicriterio. Se muestran de forma gráfica los resultados obtenidos empleando la herramienta *Radar Chart*, permitiendo una fácil visualización de los parámetros convenidos para evaluar la mejor opción de entre todas las disponibles.

2.2.4. Estudio de viabilidad

- Fase 4: La implementación de la solución deseada se analiza llevando a cabo un estudio de su viabilidad económica, temporal y operativa, por medio de entrevistas con personal especializado en el ámbito de las telecomunicaciones, sumado a la consulta bibliográfica de manuales de usuario. Para ello, se toma contacto con especialistas ubicados en el Cuartel General de la Brigada Paracaidista en la Base Príncipe, donde se encuentra el esfuerzo principal de la Unidad relacionado a esta área. A continuación, se incluye el estudio de los posibles riesgos extraídos a partir de los datos recopilados, con el objetivo de analizar la viabilidad de implementación del sistema de mando y control propuesto. Los posibles riesgos son identificados, clasificados y priorizados mediante la evaluación de su impacto y probabilidad de ocurrencia por medio de un análisis cualitativo, siendo empleada la herramienta "*Risk Management Measure List*".

HERRAMIENTAS DE LA METODOLOGÍA

A continuación, se describen y desarrollan las herramientas empleadas durante la realización del trabajo, previamente citadas en la metodología.

Consulta bibliográfica

La obtención de información se ha llevado a cabo a través de la consulta de informes, tesis, artículos de Internet, manuales de doctrina e informes técnicos, donde se ha accedido a información relativa a los C2S en dotación en las unidades del ET, así como medios alternativos utilizados por otros ejércitos.

Entrevistas

Durante la primera fase del trabajo, todo el acopio de información se ha realizado por medio de entrevistas personales orientadas a los Cuadros de Mando (CUMAS) de la Unidad de prácticas. Los CUMAS son el personal objetivo, siendo ellos quienes se ven envueltos en las vicisitudes del ejercicio del mando y desempeñan esta acción en todos los aspectos de la vida del militar. Los protagonistas de este análisis funcional han sido los mandos pertenecientes a la 13 Compañía de la III Bandera Paracaidista, sumando al Capitán jefe del Equipo Operativo de Alta Cota del Grupo de Operaciones Especiales 4. La razón de haber orientado la extracción de información únicamente de los CUMAS se responde con el hecho de ser ellos quienes toman las decisiones y acarrean con la responsabilidad de sus actos. La principal diferencia entre el personal de tropa y los mandos es la responsabilidad de decidir y responder ante ello.

Gráficos y encuestas

La realización de los gráficos expuestos en el trabajo se fundamenta en la información extraída de las entrevistas y encuestas, realizadas a los CUMAS de las 13 Compañía Paracaidista, conformando un total de 9 participantes. Los datos estadísticos se extraen del Anexo I, siendo este una encuesta estructurada conformada por un total de 10 preguntas



de respuesta obligatoria y de distinta temática. Incluye preguntas de elección múltiple, abiertas y de valoración, siendo *Google Forms* la plataforma empleada para su realización.

Radar Chart

El Radar Chart es un gráfico específico que permite comparar múltiples variables cuantitativas de forma sencilla para determinar qué variables tienen valores similares o si hay valores atípicos entre cada variable. Este método permite la visualización rápida de las variables que tienen una puntuación alta o baja dentro de un conjunto de datos, lo que posibilita identificar el rendimiento de cada una de ellas de forma comparativa (Ribbecca, 2020).

Risk Management Measure List

Un riesgo se define como un evento o condición incierta que, si se produce, tiene un efecto positivo o negativo sobre al menos un objetivo del proyecto, como tiempo, coste, alcance o calidad. La finalidad del estudio de riesgos es decidir cómo enfocar, planificar y ejecutar las actividades que permitan cumplir el objetivo principal planteado. La herramienta empleada es la matriz de probabilidad de impacto. Consiste en un análisis cualitativo, permitiendo la clasificación y priorización según su importancia de los riesgos identificados.

Se distinguen tres tipos de riesgos:

1. Riesgos Bajos: no se prevé ninguna acción ya que se asumen las consecuencias en caso de materializarse.
2. Riesgos Moderados: se plantea un seguimiento y control de las áreas afectadas por el riesgo. En función de la evolución de este, se propone una acción mitigadora o asumir el riesgo.
3. Riesgos Altos/Críticos: imposibilitan la consecución del objetivo marcado y se plantean acciones mitigadoras para evitar que el riesgo se materialice y/o en caso de hacerlo reducir el impacto.



3 ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO

La función del mando y control¹ definida como el ejercicio de dirección y autoridad por un mando específicamente propuesto para ello sobre las fuerzas que le han sido determinadas para el desempeño de la misión, se ejecuta a través de “conjuntos de elementos interrelacionados que desarrollan las acciones necesarias para proporcionar al mando, en tiempo útil, el conocimiento de la situación, constituyendo el soporte necesario para la toma de decisiones, la transmisión de órdenes y el control de su ejecución”². Cada uno de esos procedimientos, medios, equipos y conjuntos de personas conforman el C2S (Sistemas de Mando y Control), que debe contribuir en la obtención de información; el procesado, análisis, síntesis, visualización y difusión, tanto vertical como horizontalmente, de tal información; el planeamiento y toma de decisiones; la transmisión de órdenes a los mandos subordinados; y el control de la evolución de la situación a partir de nuevos datos. Es decir, el ciclo Observación-Orientación-Decisión-Acción (OODA) (Figura 2).

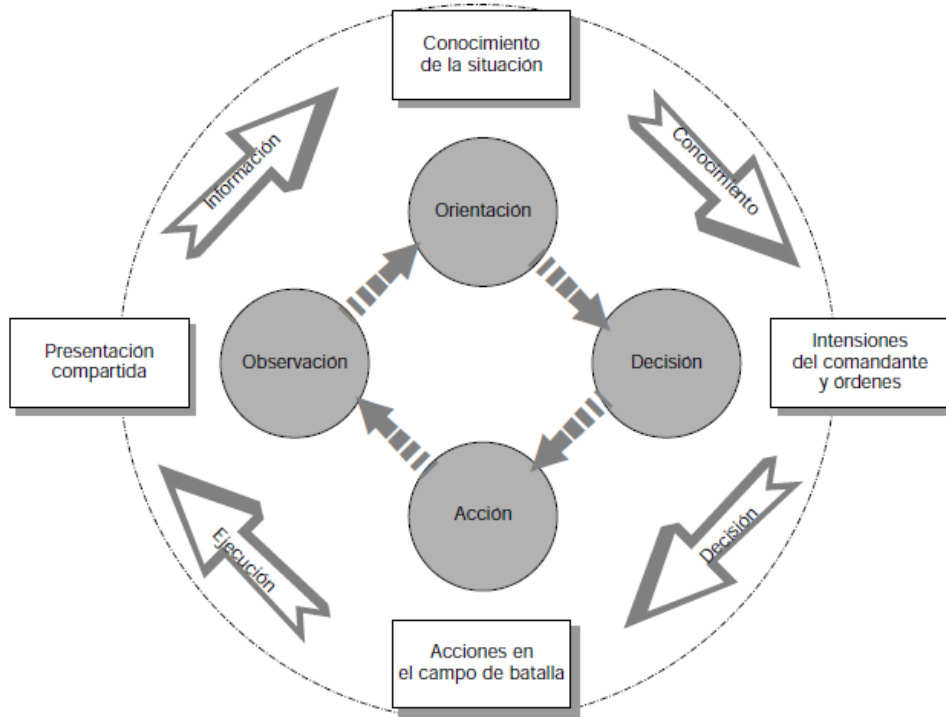


Figura 2: Ciclo Observación-Orientación-Decisión-Acción (APP-6, 2011)

(1) Definición ofrecida en la *Joint Publication 1-02, Joint Warfare of the U.S. Forces*, el AJP-01 y la publicación doctrinal del Ejército de Tierra español sobre mando y control, DO-02.

(2) Definición extraída del APP-6



Resumidamente, un C2S debe reducir tiempos en la toma de decisiones e incertidumbres. La incertidumbre es algo inherente al combate. Por tanto, la meta será disiparla en la medida de lo posible. Un C2S práctico y eficaz es un elemento indispensable para lograr la superioridad en tal proceso, sin embargo, no la garantiza. Los mandos deben aportar algo que, por el momento, la evolucionada tecnología técnica no puede: su juicio.

Por todo esto, un sistema de nivel táctico debe estar diseñado para ser empleado por los combatientes, donde el estrés y las situaciones de crisis son protagonistas. Debe ser capaz de proveer información en tiempo útil a los mandos usuarios de nivel táctico y operacional y facilitar la conducción de las unidades subordinadas, el enlace con las autoridades civiles y la coordinación con el nivel estratégico superior.

En ZO, los sistemas de C2 de nivel táctico tendrán como requisito fundamental el funcionamiento en tiempo real, teniendo como objetivo coordinar los múltiples y diferentes sistemas de armas y facilitar a los mandos tácticos las herramientas con las que dirigir sus unidades en el combate. Características fundamentales que habrán de estar presentes son la movilidad, la adaptación al terreno y la interoperabilidad.

A continuación, se expondrán algunas carencias que lacran los C2S actuales:

1. La interoperabilidad

Queda definida como «la capacidad que tienen los sistemas, unidades o fuerzas de suministrar y aceptar los servicios de otros sistemas, unidades o fuerzas y usar dichos servicios para operar conjuntamente de una forma efectiva» (AAP-31, 2001). Así, se pone de manifiesto la coexistencia entre dos tipos de interoperabilidad: la operacional y la técnica. La primera se caracteriza por el empleo de los mismos procedimientos y doctrina. Por otro lado, la segunda está dirigida a la estandarización.

La falta de interoperabilidad es el problema fundamental con el que se enfrentan las Fuerzas Armadas. Mientras que en el ámbito procedimental y doctrinal se consiguen avances tangibles, en el plano técnico queda mucho por trabajar. Un hito importante en la consecución de la interoperabilidad lo alcanzó el sistema CRONOS, nacido como un sistema de gestión del mando en apoyo a las fuerzas de la OTAN desplegadas en Yugoslavia (Cabello, 2001). Este sistema estaba caracterizado por el uso generalizado de programas y equipos comerciales con el mismo tipo de tecnología empleada en Internet. Sin embargo, el uso de tecnologías comerciales presenta problemas aún vigentes que necesitan respuesta, como por ejemplo: la dependencia de compañías comerciales, productos sin completa garantía de seguridad, o incompatibilidades entre diferentes versiones de un mismo paquete informático³.

2. La desinformación por saturación

La información que se transmite entre los distintos niveles requiere un filtrado que evite la desinformación, por imposibilidad de digerir el exceso de datos recibidos, ya que disponer de más información no supone estar mejor informado. Otra consecuencia derivada del exceso de información será la imposibilidad de contrastarla, lo que posibilitará el éxito de operaciones de decepción enemigas.

3. Las exigentes tendencias tecnológicas actuales

(3) National Academy of Sciences. *Realicing the Potencial of CI. Fundamental Challegas*. 1999



Los sistemas del mando y control se encuentran en un punto de inflexión impulsado por la evolución de las tecnologías emergentes, tecnologías complejas que son incorporadas cada vez más a los sistemas de apoyo a la toma de decisiones del mando.

Fruto de esta motivación por mejorar la función del mando y control en un ambiente cada vez más exigente y complejo, son numerosas las iniciativas orientadas a incorporar productos y tecnologías comerciales. Los sistemas de mando adoptan topologías similares a Internet, estructurándose en forma de redes de área extensa, a la que se conectan nodos equivalentes a los distintos puestos de mando, constituidos como redes de área local.

La presentación de la *Common Picture* permite a los mandos disponer de un mejor conocimiento de la situación, donde un ascendente número de fuentes colaboran con su actualización y mantenimiento. Sumado a otras capacidades tácticas y funcionales, como servicios de mensajería instantánea, mensajería militar con formatos estandarizados, cartografía, redes locales de acceso limitado, creación y difusión de paquetes de datos o procesos de automatización como cálculo de rutas, son ejemplos de funcionalidades encaminadas a facilitar el ejercicio del mando y control (Cabello, 2001). En consecuencia, estas nuevas capacitaciones suponen un aumento de la exigencia en la formación de los operadores de los dispositivos de C2.

4 DESARROLLO: ANÁLISIS Y RESULTADOS

4.1 ANÁLISIS DE LOS PRINCIPALES SISTEMAS DE NAVEGACIÓN Y MANDO Y CONTROL

Las pequeñas Unidades de Infantería combaten reunidas. Es un concepto básico que trata de transmitir la importancia de la fuerza del grupo, donde ninguna Unidad avanza aislada y desprovista de apoyos. En relación con el mando y control, cuando mayor sea la agrupación de la Unidad, más fácil será la función del mando para el jefe. Sin embargo, el combate es volátil y cambiante, así como el terreno, por lo que la mayor parte de las veces, la compañía de fusiles trabajará de forma descentralizada. La confianza en el subordinado es una capacidad fundamental que resalta al buen mando, dado que habrá muchas ocasiones donde la situación del combate evite mantener el enlace con el escalón superior, y sea la iniciativa del subordinado la que conduzca al cumplimiento de la misión. No obstante, el deber del subordinado será mantener el enlace con su jefe en todo momento, por lo que, de esta necesidad primordial para el mando de infantería nace el propósito de este trabajo de investigación.

4.1.1 Identificación de necesidades de un C2S

La función del mando y control no debe confundirse con los medios empleados para llevarlo a cabo. Las herramientas que lo facilitan tienen una importante repercusión, ejemplificándose como el armamento del mando, es por ello por lo que tienen que estar a la altura del espectro del conflicto en el que se desarrollan los combates actuales.

En la actualidad, las Unidades de Infantería Ligeras desplegadas en ZO están previstas de medios adaptados al TO (Teatro de Operaciones) donde realizarán su misión. Esto se traduce en que actualmente, ninguna Unidad de Infantería Ligera combate a pie, sino embarcada en vehículos. Desde el punto de vista del C2, supone una mayor dificultad para



tener el control de todos los vehículos de la Unidad de combate dado que, por motivos de seguridad y adaptación al terreno, el jefe de la Unidad no tendrá contacto visual directo con sus elementos de maniobra.

En primer lugar, el terreno desempeña un papel fundamental en el ámbito de las comunicaciones, las que se basan en la Red Radio de Combate (RRC) con medios VHF (*Very High Frequency*) y UHF (*Ultra High Frequency*) de alta capacidad. Además, las pequeñas Unidades que, por sus especiales características de empleo o por las distancias de enlace lo requieran, dispondrán orgánicamente de medios HF (*High Frequency*) para conseguir enlace interno (Ministerio de Defensa, 2018). Los medios de transmisiones son la principal herramienta del mando para desempeñar la función del C2. Actualmente, los medios en dotación en el ET para las pequeñas Unidades de Infantería Ligera son los siguientes: PR4G V3, PNR500, y SPEARNET.

El radioteléfono PR4G-V3 (Figura 3) es el principal medio empleado por las Unidades en su modalidad VHF⁴, emitiendo en una banda de frecuencias entre los 30 y los 88 MHz con 2320 canales, donde su alcance se convierte en un factor altamente variable en función de las condiciones de empleo. Puede confeccionarse en modalidad ligera o vehicular, ofreciendo mayores alcances a través del vehículo. La potencia de transmisión de los transceptores, el tipo de antenas empleadas, los obstáculos y vegetación que presenta el terreno e incluso la climatología son algunos de los factores limitantes que determinarán el éxito en el enlace. En consecuencia, la funcionalidad de transmisión de datos, con un ancho de banda de 57,6 kb/s, únicamente será viable en condiciones ideales. Por lo tanto, teniendo en cuenta las condiciones anteriores, presentando una configuración portátil, el radioteléfono ofrece un alcance de unos 6-8 kilómetros de enlace, mientras que en su configuración vehicular, unos 20-25 kilómetros (STE, 2019).

Como limitaciones principales, extraídas con métodos empíricos de consulta a través del personal empeñado en el puesto táctico de radioperador, destacan las siguientes: ser un aparato pesado en su configuración ligera, teniendo un peso de 10,5 Kg, el cual hay que sumar al equipo del combatiente. Al tratarse de una Unidad Paracaidista, existen grandes limitaciones relacionadas con el peso total del saltador, debido a que el atalaje empleado en las aeronaves de salto puede ceder con pesos superiores a 130 Kg, suponiendo en consecuencia un combatiente/saltador menos para la operación. Por otro lado, el radioteléfono resulta muy voluminoso (40cm x 30cm x 10cm), siendo un problema para la confección de la mochila del paracaidista. El equipo de combate del soldado paracaidista habrá de ser más pequeño de lo habitual, pudiendo ser proyectable junto al saltador colocándose entre las piernas de este. Por último, el gran impacto de la orografía y meteorología sobre el alcance, siendo un ejemplo de ello la pérdida del enlace durante el paso de un convoy por un valle o encajonamiento.

(4) VHF corresponde a la banda del espectro electromagnético que trabaja con unas frecuencias de entre 30 y 300 MHz. Es empleada principalmente para conexiones al aire libre, ya que las ondas pertenecientes a dicho espectro son incapaces de penetrar obstáculos.



Figura 3: Radioteléfono PR4G-V3. Fuente: STE (2019)

El radioteléfono PNR-500 (Figura 4) se trata de un medio destinado a enlazar unidades de entidad pelotón o escuadra. Con características de transmisión similares, es empleada en UHF dentro de la banda del espectro electromagnético. Ofrece una distancia máxima de enlace de 800 metros en espacios abiertos y 300 metros en espacios cerrados. Como principal ventaja destaca su pequeño tamaño y la disposición de sus periféricos, favoreciendo la confección del equipo de combate y permitiendo su empleo de forma cómoda. Sin embargo, la PNR-500 no ofrece la posibilidad de acoplar una antena GPS externa. Se resume en un medio de comunicación por voz.



Figura 4: Radioteléfono PNR-500. Fuente: Ministerio de Defensa & Departamento de Comunicación del Ejército de Tierra (s.f.)

La SPEARNET (Figura 5) es una radio destinada a ser empleada por unidades de entidad pelotón, basando su funcionamiento en la propagación por onda directa. Posee un gran ancho de banda y capacidad de integración con otros dispositivos radios. Como ventaja, posee la capacidad de buscar de manera automática dispositivos cercanos pertenecientes a la malla, emplearlos como repetidores y así poder conseguir un enlace mayor con el destinatario deseado de la malla. También permite hacer redes malladas o MESH de hasta 10 saltos y con una distancia máxima de transmisión de 1200m. Sin



embargo, es un medio escaso en las unidades convencionales, lo que conlleva un bajo nivel de instrucción. Se resume en un medio de comunicación por voz.



Figura 5: Radioteléfono SPEARNET. Fuente: Ministerio de Defensa & Departamento de Comunicación del Ejército de Tierra (s.f.)

Por otro lado, el Sistema de gestión de la Batalla o BMS (*Battle Management System*), inicialmente concebido para ser empleado por unidades acorazadas, también está siendo utilizado por algunas unidades en sus Vehículos Tácticos de Alta Movilidad (VAMTAC). La necesidad de progresar hacia un concepto más avanzado y resolutivo en los conflictos actuales requiere de una integración cada vez mayor con el resto de los sistemas de mando y control, tales como el sistema TALOS, empleado por las piezas de artillería, o el SIMACET (Sistema de Mando y Control de Ejército de Tierra), prestando funcionalidades como presentar en tiempo real imágenes y video (Díez Cámara, 2021). Consiste en un sistema de mando y control, donde a través de una interfaz (Figura 6) se visualizan el posicionamiento en tiempo real, con capacidad de guiado, de las unidades propias sobre el terreno cartográfico, teniendo una visión global del espectro de la batalla. También, ofrece la posibilidad de enviar mensajes de correo electrónico con archivos adjuntos, o la capacidad de comunicación entre las unidades de maniobra por medio de un chat de grupo.

Como limitaciones principales extraídas del Trabajo Fin de Grado del Teniente Juan Manuel García Sobrido titulado “*Capacidades y limitaciones del sistema BMS*” (García Sobrido, 2017), destacan la baja velocidad de envío y recepción de información de mensajería y posicionamiento, apenas posee las características y protocolos necesarios para una correcta integración con el resto de los medios en dotación del ET, sumado a un déficit de documentación y formación tanto para el usuario como de administrador del sistema.

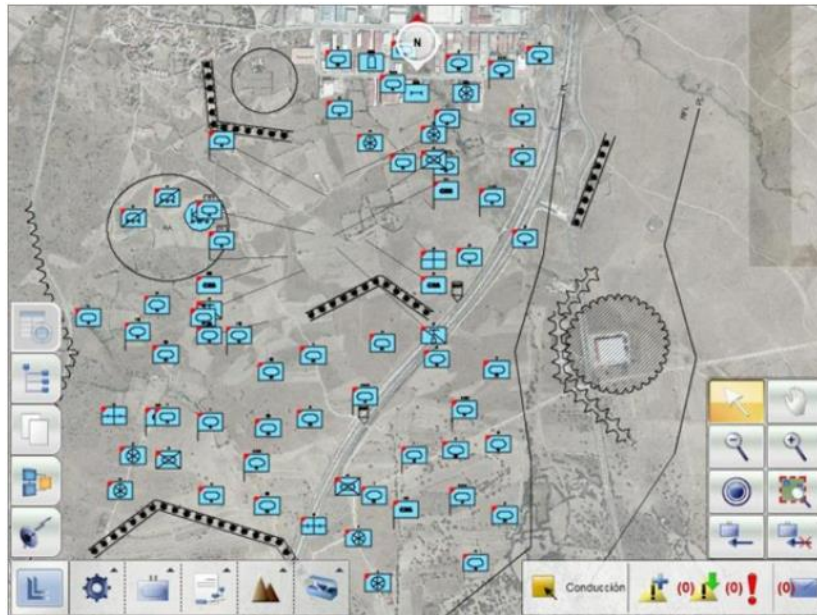


Figura 6: Interfaz sistema BMS. Fuente: Ministerio de Defensa (s.f.)

Asimismo, el ET pone a disposición otro sistema de navegación y mando y control llamado Carta Digital. “*Dispone de herramientas capacitadas en la gestión de información geoespacial con el objetivo de ser empleada para el apoyo en la toma de decisiones operativas, tanto en el planeamiento y conducción de operaciones, como en instrucción*” (Ministerio de Defensa, 2018). A su vez, presenta una aplicación de soporte informático que ofrece la posibilidad de instalarla en un dispositivo móvil.

Desde el punto de vista del C2, Carta Digital supone una herramienta útil en la fase de planeamiento, permitiendo realizar estudios del terreno, análisis de la situación, planteamiento del esquema de la maniobra, dibujo de unidades aliadas y enemigas, líneas de coordinación, siendo su premisa fundamental estar orientado al uso militar, empleando simbología estandarizada extraída del APP-6. Por otra parte, supone una limitación en el ámbito del control, ya que no dispone de ningún método o capacidad que permita establecer comunicación con las fuerzas propias, resumiéndose en un mero sistema de estudio y navegación topográfico.

En resumen, el listado de necesidades que deben ser satisfechas son las siguientes:

- Capacidad de enviar datos, tales como imágenes, videos o coordenadas.
- Un tamaño y peso orientados al combate de larga duración, permitiendo una buena movilidad al combatiente.
- Presentar un alcance/cobertura suficiente para el enlace entre unidades adyacentes, minimizando al máximo el impacto de la orografía y condiciones meteorológicas.
- Un sistema sencillo y a disposición de todos los combatientes.
- Geolocalización en tiempo real de las unidades propias, así como un sistema de navegación y estudio del terreno, que permita tener un control de la maniobra en vivo.



4.1.2 Diagnóstico de las capacidades y prestaciones que ofrecen los medios en dotación

A continuación, se exponen los resultados obtenidos fruto del análisis de las capacidades y prestaciones que ofrecen los medios en dotación del ET, empleados para el desempeño del mando y control de las unidades. Se muestran una serie de gráficos, donde se reflejan las conclusiones de los encuestados y se desarrolla de forma individual su significado.

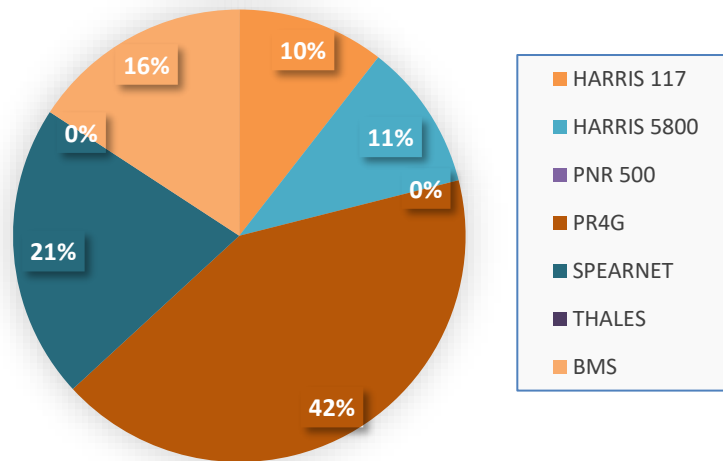


Figura 7: Gráfico de valoración de los C2S actuales. Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 7 se valoran los medios de transmisiones que actualmente se encuentran en dotación en las Compañías de fusiles de Infantería Ligera. Tal y como se refleja, el medio de C2 mejor valorado es el radioteléfono PR4G, el cual ofrece unas prestaciones óptimas de mando y control relativas a la fiabilidad, calidad del enlace y alcance. En segundo lugar, el radioteléfono SPEARNET, destacando como principal ventaja la capacidad de búsqueda automática de dispositivos cercanos pertenecientes a la malla, siendo empleados como repetidores y consiguiendo un enlace mayor con el destinatario deseado de la malla. A continuación, el sistema BMS, el cual se encuentra en la fase de implementación siendo exclusivo para Unidades de Infantería Motorizada/Ligero-Protégida determinadas. La capacidad novedosa de este sistema se basa en la visualización de las unidades propias sobre el terreno cartográfico, ofreciendo una capacidad de mando y control pleno en tiempo real. Por último, destaca la puntuación nula de los medios PNR 500 y THALES.



Javier Rico Calero

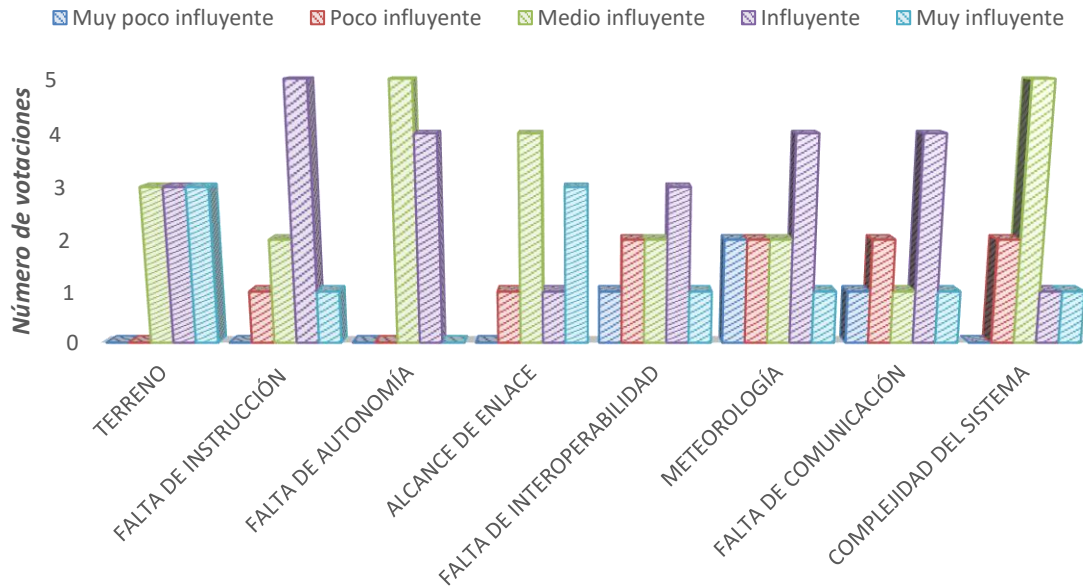


Figura 8: Gráfico de factores de impacto en C2. Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, uno de los objetivos de la encuesta realizada (ANEXO I) es el de determinar la influencia de los factores que producen la pérdida de mando y control durante la ejecución de operaciones de las Unidades Infantería Ligera, con la finalidad de concretar el conjunto de aspectos a mitigar con el C2S objetivo. En la Figura 8 se muestran resultados obtenidos, traducidos en el número de votaciones teniendo una gama de cinco niveles de influencia por cada factor. Los resultados reflejan que los factores de mayor influencia son la orografía y el alcance del enlace, seguido de la falta de autonomía e instrucción del operador.

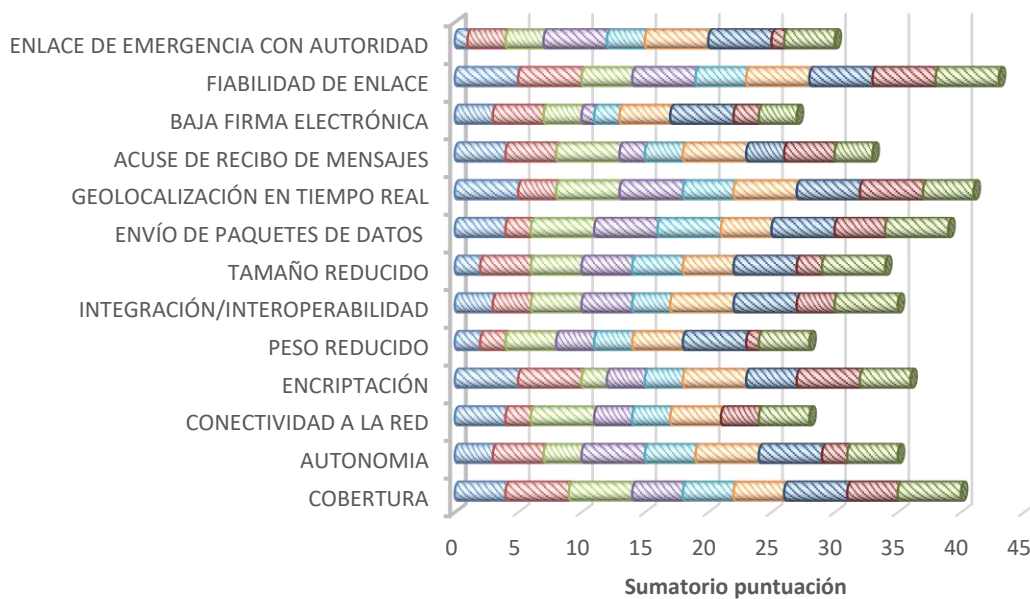


Figura 9: Gráfico de valoración de las capacidades C2S. Fuente: Elaboración propia



Finalmente, en la Figura 9 se expone un listado de capacidades con posibilidad de implementación en el C2S buscado, donde a cada una le ha sido asignada una puntuación en función de la opinión de los encuestados, basándose en su experiencia personal ratificada en el combate. El objetivo es extraer aquellos requisitos fundamentales para su posterior implementación.

Como capacidad mejor valorada destaca la fiabilidad del enlace, siendo un aspecto fundamental para mantener una comunicación constante con la cadena de mando. En segundo lugar, destaca la capacidad de mantener una geolocalización de las unidades en tiempo real. En control en vivo de las unidades supone un avance esencial, conllevando un ahorro de tiempo en la toma de decisiones y coordinación completa entre unidades adyacentes, además de una visión global de todo el entorno que rodea a la Unidad de combate. En tercer lugar, se valora la cobertura del sistema, traducido en la capacidad de establecer el enlace en cualquier situación del combate (terreno, meteorología, espacios cerrados, subsuelo, etc.). En cuarta posición, se evalúa la capacidad de envío de paquetes de datos, permitiendo la difusión de información y medidas de coordinación referentes a la operación de forma organizada y sencilla a todos los usuarios por igual. Finalmente, destaca sobre el resto la importancia de la encriptación del sistema, siendo esencial para el desempeño de operaciones en el extranjero donde los medios de guerra electrónica enemigos pueden interceptar mensajes y transmisiones.

4.2 CATÁLOGO DE REQUISITOS DE UNA PROPUESTA DE UN C2S

A continuación, se expone una lista de requisitos extraídos de las propias necesidades de las unidades que han sido empleadas en el combate y que en el día a día en la instrucción, identifican necesidades que deberían ser cubiertas por el sistema de navegación y mando y control prototipo deseado. Dichas necesidades han sido recopiladas por medio de entrevistas estructuradas con los cuadros de mando pertenecientes a la 13 Compañía, III Bandera Paracaidista. La experiencia personal y años de servicio de los jefes de pelotón, sección y compañía fundamentan este análisis. Los requisitos buscados son los siguientes:

- El sistema debe ser intuitivo y fácil de usar, siendo su empleo apto para cualquier combatiente en cualquier situación del combate.
- Debe permitir conocer la posición propia y la de unidades propias en tiempo real, facilitando sobremanera el mando y control.
- Ha de permitir el envío de información en tiempo real, empleando una red interna cifrada que asegure el flujo de datos de forma segura.
- Debe contemplar herramientas para realizar planeamientos rápidos sobre el terreno y distribuir la información a toda la red de usuarios enlazados de forma eficaz.
- Así mismo, es fundamental la capacidad de realizar un exhaustivo estudio del terreno, incluyendo funcionalidades como zonas vistas y ocultas, distancias, rumbos, empleo de herramientas de dibujo sobre la interfaz, cálculo de rutas más cortas, navegación, etc.
- El sistema proporcionará información geoespacial por medio de mapas geográficos (topográficos, imagen aérea, Modelo Digital del Terreno, etc.), pudiendo ser extraídos de forma *online* de distintos servidores o ser descargados para disponer de ellos sin necesidad de depender de un acceso a la red.



- Se evitará el uso de un sistema hardware extremadamente complejo, pesado o voluminoso; tendiendo a ser empleado a través de un teléfono móvil o *Tablet*.
- Es indispensable que el sistema esté ligado al empleo de medios satélite o medios radios cifrados de cobertura global.
- Estará orientada específicamente para personal militar, permitiendo la posibilidad de emplear formatos estandarizados como, por ejemplo, el envío de 9 líneas o reporte M.I.S.T.
- El sistema será interoperable entre distintos países NATO, materializándose en el uso de distintos formatos universales.
- Permitirá la creación de paquetes de datos (*Mission package*). Durante la fase de planeamiento de una operación, se realizan *tracks*, *waypoints*, esbozos, líneas de coordinación, etc. Todos ellos se podrán incluir en un paquete de datos para permitir su difusión de forma organizada y sencilla, de tal forma que una vez se descomprima en el dispositivo destinatario, aparezcan todos los datos y coordinaciones por igual. Se podrá seleccionar únicamente un elemento o varios, exportando los paquetes de datos de un dispositivo a otro, integrando la posibilidad de enviarlo por *Bluetooth*. Otra ventaja de esta funcionalidad es la reducción del peso de los archivos, traduciéndose en una transferencia de datos rápida y eficaz.

4.3 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

4.3.1 ATAK

Android Team Awareness Kit (ATAK), es un sistema integral de mando y control formado por un conjunto de software que proporciona información geoespacial. La aplicación utiliza GPS y mapas geográficos para ofrecer al usuario una vista en tiempo real del Área de Operaciones (AO).

Esta nueva capacidad de conocimiento de la situación incluye algunas funcionalidades como "*Blue Force Tracking*", permitiendo ver dónde están los miembros de la Unidad aliada (lo que reduce los incidentes de fuego fratricida y ayuda a coordinar los movimientos), "*Red Force Tracking*" para conocer la posición del enemigo (conocimiento de todos los usuarios de la red), así como el estudio del terreno, clima y otros elementos topográficos. Además, la aplicación permite múltiples tipos de comunicación de datos cifrados, como compartir texto y archivos, incluyendo fotos y videos. Estas comunicaciones se pueden configurar para los equipos de usuario a usuario, de usuario a seleccionar, de usuario a puesto de mando o de usuario a toda la fuerza.

Según Shawn McDonald, Gerente de Programas de Conciencia Situacional Fronteriza de S&T Apex, "*Una vez que nuestros operadores usan ATAK en el campo, se vuelve inmediatamente indispensable. En lugar de que los operadores soliciten coordenadas a través de la radio para determinar dónde están los miembros de su equipo, pueden ver quiénes y dónde están en tiempo real*" (Aaron Martin, 2017).

Actualmente, este sistema de mando y control también es empleado por las Fuerzas Especiales del ET. El Mando de Operaciones Especiales (MOE) es una Unidad especializada, orientada al cumplimiento de misiones de alto riesgo y especificidad. Es por ello, por lo que se exige superar unas pruebas de acceso y un curso de selección muy



severo, con el objetivo de formar a los combatientes mejor preparados para afrontar este tipo de situaciones. Al tratarse de una Unidad de élite, es empeñada en ZO de forma constante, extrayendo lecciones aprendidas de todos los despliegues. De esta forma, se consigue un aprendizaje continuo de las mejores tácticas y procedimientos, equipo de combate, C2S, etc.

En este contexto, extraído del homólogo americano, surge la necesidad de disponer de una Unidad convencional de apoyo que mantenga una relación estrecha con el MOE, la Brigada Paracaidista. La integración entre las dos unidades supone la adopción de las últimas novedades operativas extraídas de ZO, suponiendo un enriquecimiento en la instrucción y adiestramiento de la Unidad FAOE. El objetivo de esta integración es el entendimiento entre ambas unidades, hablar el mismo idioma mientras trabajan juntos.

El modo de empleo de este sistema en las unidades consiste en el uso de una aplicación descargable para cualquier plataforma electrónica Android, siendo lo más habitual portarla en un móvil ruggedizado o una pequeña tableta para el vehículo. Cada usuario está enlazado por una malla interna de acceso restringido, transmitiendo en vivo su posición. Pese a tener multitud de capacidades, el sistema destaca por su gran sencillez de empleo y manejo intuitivo, pudiendo ser empleado en situaciones de combate. Además, ATAK tiene una arquitectura de complementos, denominados "*plug-ins*", la cual permite a los desarrolladores agregar diferentes funcionalidades. Estas capacidades mejoradas están orientadas a conjuntos de misiones específicas, como pueden ser: acción directa, asesoramiento de combate, operaciones de protección, seguridad fronteriza, respuesta a desastres, comunicaciones fuera de la red, mapeo de precisión y geoetiquetado.

Sin embargo, este sistema requiere una conexión a la red, lo que supone un problema para la ejecución de operaciones reales en el extranjero o en ZO. No obstante, el C2S permite la posibilidad de enlazar el terminal *hardware* con los medios radio disponibles en el ET (PR4G), de tal manera que se crea una red local segura sin necesidad de cobertura a la red, donde las funcionalidades del sistema siguen siendo efectivas.

4.3.2 SHOUT NANO

Este dispositivo permite el envío bidireccional de mensajes predeterminados o mensajes de texto escritos a través del teclado incorporado en su pantalla, permitiendo mensajes de hasta 309 caracteres.

El SHOUT NANO está compuesto por componentes electrónicos de bajo consumo de energía, permitiendo el envío de datos de posicionamiento cada hora durante un máximo de dos meses (aproximadamente 1500 informes), empleando la red de satélites de la compañía *Iridium*. Además, admite la transmisión de mensajes encriptados, texto libre y una combinación de ambos, siendo los datos cifrados a través del código AES de 256 bits (Gsattrack.com, 2021).



4.3.3 SPOT GEN3

Se trata de un sistema capaz de transmitir la localización del usuario mediante el acceso a sistemas GNSS (*Global Navigation Satellite System*)⁵. Transmite los datos del posicionamiento con intervalos de rastreo de 5, 10, 30 o 60 minutos, sumado a la capacidad de envío de mensajes de texto. Su funcionamiento se basa en la emisión de la información por medio de los satélites de comunicación. Seguidamente, los satélites transmiten dicha información a determinadas antenas localizadas por todo el globo y, finalmente, éstas envían la posición y el mensaje a los receptores destinatarios.

Merece la pena destacar que este sistema permite enviar coordenadas GPS o un email con su ubicación por medio de un enlace a *Google Maps*. Además, cuenta también con una activación del sistema de alerta SOS (*Globastar.com*, 2021).

4.3.4 TRACK24 ECHO

Es un dispositivo que también ofrece una comunicación bidireccional por medios satélite. Aunque no dispone de una pantalla integrada, el dispositivo permite la posibilidad de conectar dispositivos *Android* vía *Bluetooth*, consiguiendo la capacidad de mensajería.

En lo que respecta a la capacidad de seguimiento, el dispositivo trabaja transmitiendo la ubicación en intervalos de 30 segundos, empleando la red de satélites de la compañía *Iridium*. Por otro lado, dicho dispositivo ofrece un *software* (*SCC Platform*) el cual ofrece una visualización segura de las unidades a las que realiza un seguimiento, requiriendo un enlace a la red. En cuanto a la seguridad de la información transmitida, el dispositivo emplea códigos de encriptación 256-AES (*Track24.com*, 2021).

4.3.5 Valoración de las ventajas y limitaciones de los medios alternativos

A continuación, se ha empleado la herramienta *Radar Chart* para llevar a cabo el análisis de las ventajas y limitaciones de los posibles medios alternativos identificados en los subapartados anteriores (ATAK, SHOUT NANO, SPOT GEN3, TRACK24 ECHO).

Las variables evaluadas corresponden a las capacidades y requerimientos extraídos de las necesidades que sufren los medios actuales y que supondrían un impulso a vanguardia para las unidades de combate si fuesen satisfechas. Estas variables ocupan cada una un eje propio en el diagrama *Radar Chart*, el cual se muestra a continuación (Figura 10).

(5) El concepto “Sistema Global de Navegación por Satélite” refiere a “un conjunto o constelación de satélites caracterizados por transmitir señales en una frecuencia determinada que es recibida por un receptor y que se utiliza para la localización y posicionamiento de un elemento en la superficie terrestre” (García Martín & Lamelas Gracia, 2021)

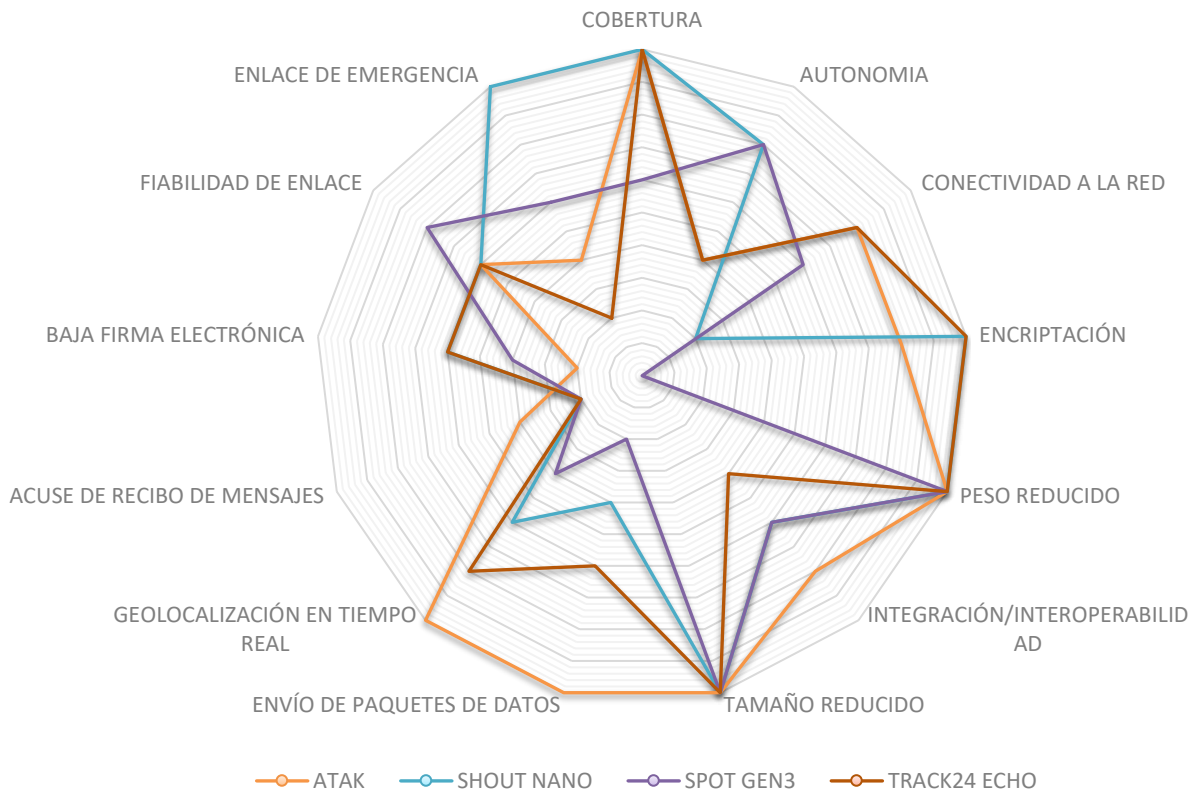


Figura 10: Radar Chart medios alternativos. Fuente: Elaboración propia

El diagrama Radar Chart muestra la confrontación de los distintos medios alterativos planteados como posible solución al C2S objetivo. En cuanto al significado de los resultados del diagrama, cada eje corresponde con una de las capacidades evaluadas, siendo su valoración mayor cuanto más alejado esté del centro del polígono y nula si coincide con el mismo. Cada línea de color representa el medio evaluado, siguiendo la leyenda de la Figura 10. Además, de forma complementaria se muestra la Tabla 1 reflejando las puntuaciones numéricas, valoradas del 0 al 5, siendo 0 el valor nulo y 5 la máxima puntuación. Aquellas variables señaladas en el apartado 4.1.2 como más importantes, presentan una ponderación mayor que el resto de las variables. Por último, debajo de cada columna correspondiente a cada C2S se muestra el sumatorio de los puntos totales de dicho medio.



	ATAK	SHOUT NANO	SPOT GEN3	TRACK24 ECHO
<i>COBERTURA (x2)</i>	5	5	3	5
<i>AUTONOMÍA</i>	2	4	4	2
<i>CONECTIVIDAD RED</i>	4	1	3	4
<i>ENCRIPCIÓN (x2)</i>	5	5	0	5
<i>PESO REDUCIDO</i>	5	5	5	5
<i>INTEGRACIÓN</i>	4	3	3	2
<i>TAMAÑO REDUCIDO</i>	5	5	5	5
<i>ENVIO PAQUETES DE DATOS (x2)</i>	5	2	1	3
<i>GEOLOCALIZACIÓN (x2)</i>	5	3	2	4
<i>ACUSE DE RECIBO</i>	2	1	1	1
<i>BAJA FIRMA ELECTRÓNICA</i>	1	3	2	3
<i>FIABILIDAD ENLACE (x2)</i>	3	3	4	3
<i>ENLACE DE EMERGENCIA</i>	2	5	3	1
	70	63	46	63

Tabla 1: Puntuación numérica de las variables confrontadas según el medio C2S. Fuente: Elaboración propia

A la vista de los resultados obtenidos en la Tabla 1, el sistema **ATAK** es el que mejor se alinea con el CS2 objetivo, obteniendo la mayor puntuación y consecuentemente, satisfaciendo las necesidades y requerimientos del ejercicio del mando y control de las Unidades de Infantería Ligera.



4.4 ESTUDIO DE VIABILIDAD

Con el objetivo de analizar la viabilidad de implementación del sistema de mando y control seleccionado para las Unidades de Infantería, se presenta a continuación el estudio de los posibles riesgos del proceso de implementación. Han sido identificados, clasificados y priorizados mediante la evaluación de su impacto y probabilidad de ocurrencia por medio de un análisis cualitativo, siendo empleada la herramienta “*Risk Management Measure List*”.

Por un lado, el impacto del riesgo que conllevaría puede ser de tres tipos: alto o *high* (representado por una H), medio o *medium* (representado por una M) y bajo o *low* (representado por una L). Por otro lado, su probabilidad de ocurrencia, asignando los valores 1, 2 y 3, siendo 1 el menor y 3 el mayor. Los riesgos evaluados se muestran a continuación en la Tabla 2, ordenados de mayor a menor importancia:

Importancia	Descripción del riesgo	Clase riesgo
1	Falta de encriptación	2H
2	Falta de patente versión militar	2M
3	Complejidad del sistema	1M
4	Falta de interoperabilidad	2M
5	Mal funcionamiento software	1M
6	Medios obsoletos	1L

Tabla 211: Riesgos cualitativos. Fuente: Elaboración propia

El análisis completo de riesgos queda reflejado a continuación en la Tabla 3, donde se reflejan las causas de los riesgos estudiados, así como posibles medidas a implementar con el objetivo de reducir la ocurrencia del riesgo, manteniéndose su nivel de impacto invariable.



ID	Descripción riesgo	Categoría riesgo	Causa del riesgo	Clase riesgo	Efectos riesgo	Medida / Alternativas	Clase riesgo tras medida
1	Falta de encriptación	Financiero	Incompatibilidad con los medios cifrados en dotación del ET	2H	Vulnerabilidad en la seguridad de las transmisiones	Adaptación medios en dotación orientando el uso del sistema ATAK	1H
2	Falta de patente versión militar	Financiero	Falta de acuerdo entre empresa Estadounidense y Ministerio de Defensa	2M	Falta de formatos militares estándar	Acuerdo comercial con empresa Estadounidense dueña de la patente	1M
3	Complejidad del sistema	Diseño	Interfaz y funcionamiento complejos	1M	Necesidad de formación específica	Simplificación interfaz y manuales de usuario versión española	1M
4	Falta de interoperabilidad	Financiero	Falta de compatibilidad Android / Apple	2M	Limitación de medios válidos	Acuerdo comercial entre empresas implicadas	2M
5	Mal funcionamiento software	Técnico	El sistema operativo que se requiere es de altas prestaciones	1M	Funcionamiento lento del sistema o apagado espontáneo	Actualizaciones para mejorar errores	1M
6	Medios obsoletos	Medios	Terminales hardware que pone a disposición el ET está obsoleto	1L	Incompatibilidad del sistema operativo	Compra de nuevos dispositivos más actuales	1L

Tabla 3: Matriz riesgos. Fuente: Elaboración propia



Probabilidad	3	0	0	0
	2	0	2	1
	1	1	2	0
		Low	Medium	High
		Impacto		

Clase riesgo	Número
Crítico	0
Alto - medio	1
Medio	4
Bajo	1
Total:	6

Tabla 4: Matriz riesgos resumen. Fuente: Elaboración propia

Tal y como queda reflejado en la Tabla 4 a modo de resumen, no se observa ningún riesgo crítico, permitiendo el inicio del proyecto en sus fases más tempranas, las cuales no son objeto de estudio de este trabajo. En el caso contrario, donde se detectasen riesgos críticos con una probabilidad de ocurrencia 3 y un impacto H, resultaría imposible la implementación del sistema, antes de que dichos riesgos fuesen mitigados.

5 CONCLUSIONES

La figura del mando es fundamental para el impulso de las unidades en el combate. Por ello, resulta imperativo que las órdenes lleguen a su destinatario, tomando las decisiones correctas y oportunas en el menor tiempo posible. De esta necesidad nace la propuesta de ofrecer una mejora en las herramientas que permitan satisfacer estas demandas, siendo el C2S propuesto una solución a los problemas a los que se enfrentan las Unidades de Infantería Ligera en la actualidad.

La realización de este trabajo permite extraer las siguientes conclusiones en relación con el objetivo principal y los objetivos parciales planteados a su inicio.

Tras haber realizado el estudio de la situación actual de los sistemas de navegación y mando y control en dotación, se han extraído sus debilidades y fortalezas. Según los resultados, los medios que aportan mayores capacidades para el desempeño de la función del mando y control son los radioteléfonos PR4G y SPEARNET, sumado al sistema BMS en vehículos de Infantería (aún en fase de implementación). Sin embargo, aun cumpliendo con su cometido, son dispositivos muy pesados para las Unidades de Infantería, que ofrecen un pequeño abanico de



posibilidades en lo que respecta a la explotación de las frecuencias del espectro electromagnético en modo transmisión por voz, mientras que en modo transmisión de datos, el canal empleado es muy estrecho y limitado. Finalmente, la principal limitación que afrontan las unidades es la falta de medios, donde compañías y secciones han de trabajar e instruirse con medios propios comprados por sus integrantes.

Una vez recopiladas las necesidades de las unidades por medio de entrevistas, encuestas y la experiencia personal, puesta en práctica en ejercicios de instrucción, se ha extraído una lista de los requerimientos y capacidades que debe presentar el sistema de navegación y mando y control objetivo o deseado. Las capacidades más demandadas son las siguientes: fiabilidad del enlace, geolocalización en tiempo real, amplia cobertura del sistema en todos niveles del terreno y el envío de paquetes de datos.

En base a los criterios extraídos de las necesidades de las unidades, se ha llevado a cabo la evaluación de un conjunto de sistemas de mando y control alternativos que actualmente están siendo empleados en otros ejércitos. Como resultado de la confrontación, destaca el sistema ATAK, ofreciendo unas capacidades en consonancia con los requerimientos recopilados de las Unidades.

Finalmente, se ha realizado el estudio de los diversos riesgos o problemas que podría afrontar la implementación del sistema informático deseado, analizando su grado de viabilidad. Como conclusión, no se extrae ningún impedimento para su puesta en marcha por parte de los jefes de Unidad. Es preciso remarcar que el sistema ATAK ya está siendo empleado en unidades específicas del ET, tal y como se mencionó anteriormente. El principal problema que se aborda es la falta de tutela por parte del Ejército, siendo las pequeñas unidades quienes toman la iniciativa para adaptarse y responder a las necesidades emergentes del combate, el cual no deja de evolucionar. Algunos de los problemas a los que se enfrentan y que podrían ser subsanados son: el empleo del C2S en su versión civil (sin licencias militares), falta de conocimiento general de sus capacidades (manuales de usuario de la versión americana) y falta de un sistema de encriptación de los mensajes garante.

Es fundamental que los adquirentes responsables conozcan la realidad de las unidades y sus limitaciones. Por ello, el propósito de este trabajo ha sido realizar un análisis funcional de un sistema de mando y control capaz de desencadenar un cambio en el programa de adquisiciones del Ejército de Tierra, proporcionando a las unidades aquellas demandas que exigen y pueden suponer el éxito en el cumplimiento de la misión.

5.1 Líneas futuras

Posteriormente, para alcanzar el resultado de producto deseado, se realizarían tareas tales como un análisis del mercado, donde quedan reflejadas las capacidades básicas del programa informático, desarrollo del Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares (PCAP) y RCQ, así como el establecimiento de contratos en función de su calidad, precio y tiempo. Por último, se entablaría una negociación con la empresa seleccionada para materializar el proyecto dentro del ET, con la consecutiva elaboración de prototipos (PPAP), validación de los usuarios beneficiarios del sistema e impulso de su lanzamiento. El proceso finalizaría con su puesta en marcha en las unidades nombradas para la BRIX y la obtención de conclusiones y lecciones aprendidas por medio de la evaluación de los usuarios.



6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aaron Martin. (2017). DHS to hold additional Android Team Awareness Kit training sessions. *Homeland Preparedness News*. Disponible en: <https://homelandprepnews.com/stories/25393-dhs-hold-additional-android-team-awareness-kit-training-sessions/>
- Boloix Díaz, I. (2021). *Estudio de mejora en los sistemas de comunicación de mando y control en unidades de infantería ligero protegida en zona urbanizada*.
- Cabello, E. C. (2001). *LOS SISTEMAS DE MANDO Y CONTROL: UNA VISIÓN HISTÓRICO-PROSPECTIVA*.
- Díez Cámara, O. (2021, April 24). *El Ejército de Tierra mejorará su Sistema de Gestión de la Batalla*. Disponible en: <https://www.defensa.com/espana/ejercito-tierra-mejorara-sistema-gestion-batalla>
- García Martín, A., & Lamelas Gracia, T. (2021). *Los Sistemas Globales de Navegación por Satélite (GNSS) como fuente de información en los Sistemas de Información Geográfica*.
- García Sobrido, J. M. (2017). *Capacidades y limitaciones del sistema BMS*.
- Globalstar.com. (2021). *SPOT GEN3*. Disponible en: <https://www.globalstar.com/es-es/products/spot-for-business/spot-gen3>
- Gsatrack.com. (2021). *NAL SHOUT NANO*. Disponible en: <https://static.gsatrack.com/hardware/nal-research/shout-nano>
- Ministerio de Defensa. (2018, October 20). *Un nuevo concepto de mando y control*. Disponible en: https://ejercito.defensa.gob.es/reportajes/2018/70_briex2035.html
- Ministerio de Defensa, & Departamento de Comunicación del Ejército de Tierra. (s.f.). *FUERZA35*. Retrieved November 30, 2021, Disponible en: https://ejercito.defensa.gob.es/estructura/briex_2035/resumen_ejecutivo_fuerza_35.html
- Ribeca, S. (2020). *The Data Visualisation Catalogue*. Disponible en: https://datavizcatalogue.com/methods/radar_chart.html
- STE. (2019). *VHF TRC9210*. Disponible en: <https://www.ste.com.my/products/vhf-trc9210>
- Track24.com. (2021). *TRACK 24 ECHO*. Disponible en: <https://www.track24.com/wp-content/uploads/2016/03/Track24-Echo.pdf>



ANEXO I

ENCUESTA MEDIOS ACTUALES

***Obligatorio**

1. Dé un valor del 1 (muy poco influyente) al 5 (muy influyente) a los siguientes factores en función del impacto que tiene en la pérdida del mando y control de una sección/compañía de infantería ligera. *

Marca solo un óvalo por fila.

	1	2	3	4	5
TERRENO	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
FALTA DE INSTRUCCIÓN DEL USUARIO	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
FALTA DE AUTONOMÍA	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
ALCANCE DE ENLACE	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
FALTA DE INTEROPERABILIDAD	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
CONDICIONES METEOROLÓGICAS	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
FALTA DE COMUNICACIÓN ENTRE EMISOR Y RECEPTOR (ÓRDENES CONTRADICTORIAS, FALTA DE DUALIDAD)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
COMPLEJIDAD DEL SISTEMA	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



2. Siendo conocedor de los medios de transmisiones en dotación de los que dispone en la Compañía y sus capacidades, ¿cuál o cuáles considera como mejor opción para el desempeño de su mando y control dentro de una unidad de infantería ligera, orientado al cumplimiento de sus respectivas misiones? *

Selecciona todos los que correspondan.

- HARRIS 117
- HARRIS 5800
- PNR 500
- PR4G
- SPEARNET
- THALES
- BMS

3. ¿Qué limitaciones identifica como determinantes en el desempeño del mando y control, empleando los medios de transmisiones en dotación en el Ejército de Tierra? ¿Qué otros aspectos, no determinantes, considera que beneficiarían al jefe de la pequeña unidad para el desempeño del C2? *



4. Dé un valor del 1 (muy poco eficaz) al 5 (muy eficaz) según qué características MEJORARÍAN el mando y control, empleando los medios de transmisiones en DOTACIÓN de una sección/compañía de infantería ligera. *

Marca solo un óvalo por fila.

	1	2	3	4	5
PLAN DE FORMACIÓN PARA EL USUARIO	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
AUMENTO DEL NÚMERO DE MEDIOS EN LA COMPAÑÍA	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
ACTUALIZACIÓN DE MEDIOS ANTICUADOS (MISMOS MEDIOS NUEVOS)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
MEJORA INTEGRACIÓN DE LOS SISTEMAS	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

5. De ser usted el jefe de la unidad, ¿qué medios alternativos de C2, ya sean de uso militar o civil, plantearía al escalón superior para que se implementasen en las pequeñas unidades de infantería ligera con la finalidad de aumentar el mando y control? *



6. ¿Qué requisitos/características considera como fundamentales para implementar en el sistema de mando y control alternativo deseado? Dé un valor del 1 (muy poco útil) al 5 (muy útil). *

Marca solo un óvalo por fila.

	1	2	3	4	5
COBERTURA	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
AUTONOMIA	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
CONECTIVIDAD A LA RED	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
ENCRIPCIÓN	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
PESO REDUCIDO	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
INTEGRACIÓN/INTEROPERABILIDAD	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
TAMAÑO REDUCIDO	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
ENVÍO DE PAQUETES DE DATOS (COORDENADAS, IMÁGENES, WAYPOINTS, TRACKS)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
GEOLOCALIZACIÓN EN TIEMPO REAL	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
ACUSE DE RECIBO DE MENSAJES	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
BAJA FIRMA ELECTRÓNICA	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
FIABILIDAD DE ENLACE	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
ENLACE DE EMERGENCIA CON AUTORIDAD	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

7. De faltar alguno, ¿cuál añadiría?



8. Siendo conocedor de la idiosincrasia del plan de adquisición e implementación de nuevos sistemas del Ejército de Tierra, dé un valor en referencia a la viabilidad de implementación de este nuevo sistema de mando y control en su unidad de destino. *

Marca solo un óvalo.

	1	2	3	4	5	
Muy poco posible	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muy posible

9. De ser su calificación anterior menor de 3, indique los principales motivos que fundamentan su opinión.

10. Habiendo trabajado con el sistema ATAK, ¿qué ventajas principales destacaría sobre el resto de los sistemas de mando y control en dotación en el Ejército de Tierra? *
