



**Universidad**  
Zaragoza

## Trabajo Fin de Grado

Implementación de los medios de apoyo de fuegos  
de un Batallón de Infantería en el sistema TALOS

DAC Dña. Mónica Lacasta López

Directora académica: Doctora Noelia Marcano Aguado

Director militar: Capitán Eloy Sánchez Lardín

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar

2023





## Agradecimientos

En primer lugar, quiero agradecer al Teniente de la sección de Reconocimiento, por su total disponibilidad, al igual que la sección al completo junto con la Sección de Morteros.

En segundo lugar quiero agradecer a la Compañía de MAPO del Batallón San Quitín, lugar dónde he realizado las prácticas.

Por último, un agradecimiento tanto al Director Militar, el Capitán Don Eloy Sánchez Lardín y a la Directora Académica Doña Noelia Marcano Aguado.





## RESUMEN

El panorama internacional y las alianzas a las que España, y en consecuencia el Ejército, pertenecen, requieren un esfuerzo significativo para modernizar el equipamiento y actualizar los procedimientos que se han estado utilizando. A pesar de que el concepto básico de los morteros no ha cambiado significativamente desde entonces, se han identificado ciertas deficiencias en el uso de estos en la Infantería. La falta de integración en sistemas digitales de Mando y Control, la ausencia de vehículos portamorteros en la mayoría de Los batallones, el retraso tecnológico en los cálculos de tiro y la falta de municiones guiadas son desafíos que se deben abordar.

En este contexto, se presenta el Sistema TALOS como una solución para modernizar el empleo de los morteros en el Ejército español. El TALOS, que ya se ha implementado en el arma de Artillería, representa un avance significativo que podría ser inminente en la Infantería.

Se propone una nueva forma de emplear los morteros en pequeñas unidades, donde se integra el observador de morteros con tecnología TALOS para identificar objetivos y transmitir solicitudes de fuegos. Esto agiliza el proceso de obtención de datos de tiro y corrección, lo que puede llevar a un fuego más eficaz.

En primer lugar, se han realizado entrevistas y encuestas al personal de la unidad para recopilar información sobre la transición de la calculadora CALMOR al sistema TALOS y evaluar su satisfacción y eficacia.

La segunda fase del estudio implica un análisis DAFO y un modelo de Kano para evaluar las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas de ambos sistemas. Se identifican los riesgos y se desarrolla un plan para abordarlos.

La tercera fase consiste en la realización de una prueba de fuego real en el Campo de Maniobras y Tiro San Gregorio, utilizando tanto la CALMOR como el TALOS, con el objetivo de comparar su rapidez y eficacia en una situación real.

En última instancia, el estudio busca determinar la viabilidad de la implementación del sistema TALOS en las unidades de morteros del Ejército de Tierra y evaluar sus ventajas y desafíos.

El estudio detalla que la implementación del sistema TALOS en unidades ligeras de morteros de Infantería no ofrece los beneficios esperados y, en cambio, introduce nuevas limitaciones. La CALMOR se destaca por su accesibilidad y eficiencia, facilitando la entrada de datos de ubicación del enemigo y cálculos precisos. Sin embargo, el Sistema TALOS presenta desafíos en la coordinación de fuegos entre unidades y carece de funciones críticas, lo que afecta la eficiencia operativa. El software requiere mejoras y actualizaciones. La colaboración con la Artillería se plantea como una solución viable que podría generar ahorros sustanciales en recursos y personal para las unidades de Infantería.

## Palabras clave

Morteros, objetivos imprevistos, CALMOR, sistema TALOS, fuegos indirectos



## ABSTRACT

The international landscape and the alliances to which Spain, and consequently the Army, belong, demand a significant effort to modernize equipment and update procedures that have been in use. While the basic concept of mortars has not changed significantly over time, certain deficiencies in their use in the Infantry have been identified. The lack of integration into digital Command and Control systems, the absence of mortar carriers in most battalions, technological lag in firing calculations, and the absence of guided munitions are challenges that need to be addressed.

In this context, the TALOS System is presented as a solution to modernize the use of mortars in the Spain Army. TALOS, which has already been implemented in the Artillery, represents a significant advancement that could be imminent in the Infantry.

A new way of employing mortars in small units is proposed, where the mortar observer is integrated with TALOS technology to identify targets and transmit fire requests. This streamlines the process of obtaining firing data and corrections, potentially leading to more effective firepower.

First, interviews and surveys have been conducted with unit personnel to gather information on the transition from the CALMOR calculator to the TALOS system and evaluate their satisfaction and effectiveness.

The second phase of the study involves a SWOT analysis and a Kano model to assess the strengths, weaknesses, opportunities, and threats of both systems. Risks are identified, and a plan is developed to address them.

The third phase consists of conducting a live fire test at the San Gregorio Training and Firing Range, using both CALMOR and TALOS, with the objective of comparing their speed and effectiveness in a real-world scenario.

Ultimately, the study seeks to determine the feasibility of implementing the TALOS system in the Army's mortar units and evaluate its advantages and challenges. The study details that the implementation of the TALOS system in light mortar units of the Infantry does not offer the expected benefits but introduces new limitations. CALMOR stands out for its accessibility and efficiency, enabling precise entry of enemy location data. However, the TALOS System presents challenges in coordinating fires between units and lacks critical functions, impacting operational efficiency. Software improvements and updates are required. Collaboration with the Artillery is proposed as a viable solution that could result in substantial resource and personnel savings for Infantry units.

## KEYWORDS

Mortars, unforeseen targets, CALMOR, TALOS system, indirect fires



## INDICE DE CONTENIDO

<b>Agradecimientos.....</b>	<b>I</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>III</b>
<b>Palabras clave.....</b>	<b>III</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>IV</b>
KEYWORDS.....	IV
<b>INDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>VII</b>
<b>INDICE DE TABLAS.....</b>	<b>IX</b>
<b>ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS.....</b>	<b>X</b>
<b>1 INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>- 1 -</b>
1.1 Marco del proyecto .....	- 1 -
1.2 Sistema TALOS en una Pequeña Unidad de Infantería (PU) .....	- 2 -
1.3 Ámbito de aplicación .....	- 3 -
1.4 Estructura de la memoria .....	- 4 -
<b>2 OBJETIVOS Y METODOLOGÍA.....</b>	<b>- 4 -</b>
2.1 OBJETIVOS Y ALCANCE.....	- 4 -
2.2 METODOLOGÍA.....	- 5 -
<b>3 ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>- 6 -</b>
3.1 MORTEROS.....	- 6 -
3.1.1 Observadores.....	- 7 -
3.2 Sistema de mando y control TALOS .....	- 7 -
3.2.1 SUBSISTEMA: TALOS TÉCNICO .....	- 8 -
3.3 CALMOR .....	- 12 -
<b>4 DESARROLLO: ANÁLISIS Y RESULTADOS.....</b>	<b>- 14 -</b>
4.1 Desarrollo de las encuestas .....	- 14 -



<b>4.2</b>	<b>SISTEMA TALOS VS CALMOR 1000 .....</b>	<b>- 16 -</b>
4.2.1	ANÁLISIS DAFO DE LA CALMOR 1000.....	- 16 -
4.2.2	ANÁLISIS DAFO DEL SISTEMA TALOS .....	- 17 -
4.2.3	Implementación del TALOS: Análisis de riesgos.....	- 19 -
<b>4.3</b>	<b>Implementación del TALOS. Evaluación de viabilidad .....</b>	<b>- 20 -</b>
4.3.1	MODELO DE KANO .....	- 20 -
<b>4.4</b>	<b>EJERCICIO DE FUEGO REAL EN SG.....</b>	<b>- 22 -</b>
4.4.1	PLANIFICACIÓN .....	- 22 -
4.4.2	OPERACIÓN “BRUSEL” .....	- 22 -
4.4.3	Comparación de los datos: sistema TALOS frente a CALMOR .....	- 24 -
<b>5</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>- 30 -</b>
5.1	LÍNEAS FUTURAS.....	- 30 -
<b>6</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>- 31 -</b>
<b>7</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>- 32 -</b>
7.1	ANEXO I .....	- 32 -
7.2	ANEXO II CALMOR .....	- 33 -
7.3	Anexo III ANÁLISIS DE RIESGOS.....	- 35 -
7.4	ANEXO IV TALOS .....	- 36 -





## INDICE DE FIGURAS

Ilustración 1: TALOS integrado en un S/GT Fuente: Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2013) .....	3 -
Ilustración 2: Organigrama Compañía de Mando y Apoyo (Elaboración propia) .....	3 -
Ilustración 3: Organigrama Sección de Morteros (Elaboración propia) .....	4 -
Ilustración 4: Mortero 81mm (Elaboración propia) .....	6 -
Ilustración 5: Mortero haciendo fuego Fuente: Ejército de Tierra .....	7 -
Ilustración 6: Subsistemas TALOS (Elaboración propia) .....	8 -
Ilustración 7: Transmisión de información (Elaboración propia) .....	9 -
Ilustración 8: Configuración completo Fuente: Manual GMV TALOS técnico .....	11 -
Ilustración 9: Configuración reducida Fuente: Manual GMV TALOS técnico .....	12 -
Ilustración 10: CALMOR Fuente: Manual Tiro de Morteros .....	12 -
Ilustración 11: Teclado CALMOR 1000 .....	13 -
Ilustración 12: a) ¿Es fácil el aprendizaje del sistema? b) ¿Cómo valora la implementación del nuevo sistema en la unidad? .....	14 -
Ilustración 13: c) ¿Es útil en las unidades de infantería ligera? d) ¿Cambiaría si fueran sobre vehículos? .....	15 -
Ilustración 14: e) ¿El fuego eficaz de los morteros es más rápido con el nuevo sistema? f) ¿La transmisión de datos es más rápido con el nuevo sistema? .....	16 -
Ilustración 15: Análisis DAFO de la CALMOR 1000 .....	17 -
Ilustración 16: Análisis DAFO del Sistema TALOS (Elaboración propia) .....	18 -
Ilustración 17: Fases del análisis de riesgos (Elaboración propia) .....	19 -
Ilustración 18: Explicación modelo de Kano (Elaboración propia) .....	20 -
Ilustración 19: Organigrama S/GT "Águila" (Elaboración propia) .....	23 -
Ilustración 20: Croquis asentamiento S/GT (Elaboración propia) .....	23 -
Ilustración 21: Designación de objetivo (Elaboración propia) .....	24 -
Ilustración 22: Objetivos Tema Táctico de Batallón (Elaboración propia) .....	26 -
Ilustración 23: ANEXO II: Pantalla CALMOR .....	33 -
Ilustración 24: ANEXO II: Explicación CALMOR .....	33 -
Ilustración 25: ANEXO II: Funciones CALMOR .....	34 -
Ilustración 26: ANEXO III: Tabla de riesgos .....	35 -
Ilustración 27: ANEXO III: Matriz de riesgos .....	35 -
Ilustración 28: Datos obtenidos en el TALOS para el objetivo 1 (O1) (Elaboración propia) ..	36 -
Ilustración 29: Datos obtenidos en el TALOS para O1 (Elaboración propia) .....	36 -
Ilustración 30: Datos obtenidos en el TALOS para O3 (Elaboración propia) .....	37 -



Ilustración 31: Datos obtenidos en el TALOS para O3 (Elaboración propia) .....	- 37 -
Ilustración 32: Datos obtenidos en el TALOS para O4 (Elaboración propia) .....	- 38 -
Ilustración 33: Datos obtenidos en el TALOS para O4 (Elaboración propia) .....	- 38 -



## INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Encuestas (Elaboración propia) .....	- 14 -
Tabla 2: Modelo de Kano del Sistema TALOS (elaboración propia) .....	- 21 -
Tabla 3: Datos de tiro M1 (Elaboración propia) .....	- 24 -
Tabla 4: Datos de tiro M2 (Elaboración propia) .....	- 25 -
Tabla 5: Datos de tiro M3 (Elaboración propia) .....	- 25 -
Tabla 6: Definición Acciones de Fuego .....	- 26 -
Tabla 7: Datos de tiro M5 para O3 (Elaboración propia) .....	- 27 -
Tabla 8: Datos de tiro M6 para O3 (Elaboración propia) .....	- 27 -
Tabla 9: Datos de tiro M5 para O4 (Elaboración propia) .....	- 27 -
Tabla 10: Datos de tiro M6 para O4 (Elaboración propia) .....	- 27 -
Tabla 11: Datos Objetivos Imprevistos (Elaboración propia) .....	- 28 -
Tabla 12: ANEXO I: Tipos de unidad (Elaboración propia) .....	- 32 -



## ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS

ACA	Artillería de Campaña
AFT	Acción Fuego Tipo
AGM	Academia General Militar
AIT	Acción Iluminante Tipo
APOFU	Apoyo de fuegos
BHT	Barrera de Humo Tipo
Bón.	Batallón
Cía.	Compañía
CIS	Communication and Information System (Sistemas de Información y Telecomunicaciones)
CMT	Campo de Maniobras y Tiro
CUD	Centro Universitario de la Defensa
COD	Centro de Origen de Datos
DAFO	Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades
DCC	Defensa Contra Carro
DEN	Destacamento de Enlace
EDT	Equipo Director de Tiro
ET	Ejército de Tierra
EW	Electronic War (Guerra Electrónica)
FDC	Fire Director Center (Centro Director de Fuegos )
FNA	Fuego Naval de Apoyo
GPS	Global Positioning System
GT	Grupo Táctico
JFSE	Elemento de Apoyo de Fuegos
JLP	Jefe Línea de Piezas
JP	Jefe de Pelotón en el sistema TALOS
JScc	Jefe de Sección
MAPO	Mando y Apoyo
MMLA	Morteros Medios de Largo Alcance
MT	Mortero
OAV	Observador Avanzado
OM	Observador de Morteros
PC	Personal Computer (Ordenador Personal)



PDA	Personal Digital Assistant
PLM	Plana de Mando
Pn	Pelotón
POSATK	Posición de ataque
POSAPO	Posición de apoyo
POSDEF	Posición Defensiva
PR4G	Primera Radio de 4º Generación
RRC	Red Radio de Combate
Sec.	Sección
SERECO	Sección de Reconocimiento
S/GT	Subgrupo Táctico
T2T	Técnica To Tactical
TFG	Trabajo Fin de Grado
ZA	Zona de Acción





# 1 INTRODUCCIÓN

La presente memoria refleja los resultados del Trabajo Fin de Grado (TFG) del grado en Ingeniería de Organización Industrial impartido por el Centro Universitario de la Defensa (CUD) en la Academia General Militar de Zaragoza.

El trabajo se llevó a cabo durante la realización de las prácticas de mando en la sección de MMLA de la Compañía de Mando y Apoyo (MAPO) del Batallón (Bón.) "San Quintín" I/3 del Regimiento de Infantería "Príncipe" 3 ubicado en el acuartelamiento de Cabo Noval, Siero (Asturias).

La propuesta surge de la necesidad de una actualización tecnológica del Ejército de Tierra y de subsanar algunas de las carencias detectadas en el empleo actual del mortero en un Batallón de Infantería. En este sentido, este trabajo evalúa la implementación del sistema de Mando y Control TALOS en un batallón de Infantería, ya implementado con éxito en el arma de Artillería, con el fin de detectar debilidades, deficiencias y/o limitaciones desde el punto de vista técnico y operativo.

## 1.1 Marco del proyecto

Determinar el origen exacto de la aparición del mortero como arma, y en particular la idea de elevar un cañón para hacer que un proyectil caiga verticalmente es un desafío. Sin embargo, hay documentos que describen un arma similar utilizada durante el Sitio de Constantinopla en 1453 por las fuerzas del líder turco Mehmed II.

Los morteros tienen sus raíces en el siglo XVIII. Se trataba de armas pesadas y de cañón corto, utilizadas mayormente para lanzar proyectiles de alto explosivo a un ángulo alto, permitiéndoles atacar objetivos detrás de estructuras defensivas. Durante la Primera Guerra Mundial surgió la necesidad de un arma capaz de efectuar disparos dentro de las trincheras. En ese momento, Wilfred Stokes desarrolló lo que hoy se conoce como el "Mortero Stokes", que consiste en un tubo de ánima lisa montado en un bípode. Este se considera el primer mortero moderno, y la mayoría de los morteros actuales descienden de este diseño. Los morteros se convirtieron en un componente clave de la infantería, y se desarrollaron morteros portátiles más ligeros que podían ser operados por equipos de dos o tres personas. Fue tras la Segunda Guerra Mundial cuando se introdujeron sistemas de puntería y control de fuegos más avanzados.[1]

Aunque el concepto básico de los morteros y sus calibres apenas ha cambiado desde la época de los Stokes, las municiones han evolucionado significativamente. Se pasó de proyectiles cilíndricos a granadas con forma ojival o troncocónica equipadas con aletas estabilizadoras, lo que permitió lograr una mayor precisión y alcance en su uso. Incluso existen versiones avanzadas, como la granada GMG-120 de EXPAL, que permite la corrección durante la fase de caída mediante aletas móviles y un localizador GPS (Global Positioning System), aunque éste no está implementado en ninguna Unidad del Ejército de Tierra en España. [1]

Con el propósito de emplear estas armas en beneficio de una unidad de combate, se estableció una división especializada de morteros para brindar apoyo de fuego a un Batallón, junto con un pelotón de morteros en cada Compañía de fusiles.

La orgánica de la sección de morteros apenas ha cambiado desde su aparición; se componen del equipo calculador y la línea de piezas. No obstante, este enfoque táctico que se basa en la comunicación vía radio presenta varias limitaciones en la actualidad:

- La falta de integración en sistemas digitales de Mando y Control.



- La ausencia de vehículos portamorteros en la mayoría de los Batallones, lo cual condiciona la movilidad en ciertos terrenos. A esto se le suma el elevado consumo de proyectiles y su dificultad de municionar debido al peso y volumen de ellos.

- Retraso tecnológico ya que los cálculos de tiro y la ejecución de éste, desde el transporte de los morteros al lugar de asentamiento hasta la corrección del tiro se realizan de manera manual, o en el caso de los cálculos de tiro con una calculadora manual.

- No se dispone de municiones guiadas

- Las piezas de mortero no cuentan con un sistema que las posicione y oriente hacia el enemigo. Además, son detectables por radares, lo que conlleva frecuentes cambios de asentamiento. [2]

La urgencia de actualizar la perspectiva sobre la utilización de morteros está en constante aumento. El Ejército español, tomando como referencia a ejércitos similares, debe evaluar las nuevas posibilidades que surgen al integrar recursos ya disponibles en sistemas más eficientes y mantenerse al día con los avances tecnológicos. En este contexto, el sistema TALOS, que ya se encuentra implementado en el arma de Artillería, representa un avance significativo, por lo que su aplicación en la Infantería debería llevarse a cabo de manera inmediata.

## 1.2 Sistema TALOS en una Pequeña Unidad de Infantería (PU)

En un entorno convencional, por lo general, una pequeña unidad (conocida como GT o S/GT) incorpora sus apoyos de fuegos en el sistema de una organización operativa superior, enlazando los fuegos de Artillería con los fuegos de Infantería. Sin embargo, en situaciones en las que esto no sea factible, la propia unidad ha de organizar sus apoyos de fuegos únicamente con los morteros (Infantería). Para este fin existe un manual de procedimientos tácticos donde se detallan las necesidades logísticas teóricas necesarias en un escenario ideal. A continuación, se describe este procedimiento [3]:

- i. Las unidades de combate van acompañadas por un observador de morteros (OM) que va dotado de un telémetro y una PDA con el sistema TALOS para identificar objetivos y transmitir las solicitudes de fuego de su unidad.
- ii. Estos datos los recibe de manera instantánea tanto el jefe del grupo o subgrupo táctico como los jefes de las piezas de morteros.
- iii. Se realizan cálculos para determinar los datos de tiro y el jefe de la sección de morteros envía datos suplementarios a través del sistema TALOS, además de emitir la orden de fuego, a menos que la unidad superior rechace la solicitud.
- iv. El observador de morteros corrige el tiro utilizando el sistema TALOS, y el proceso se repite según sea necesario para hacer fuego eficaz. (Ver figura 1)



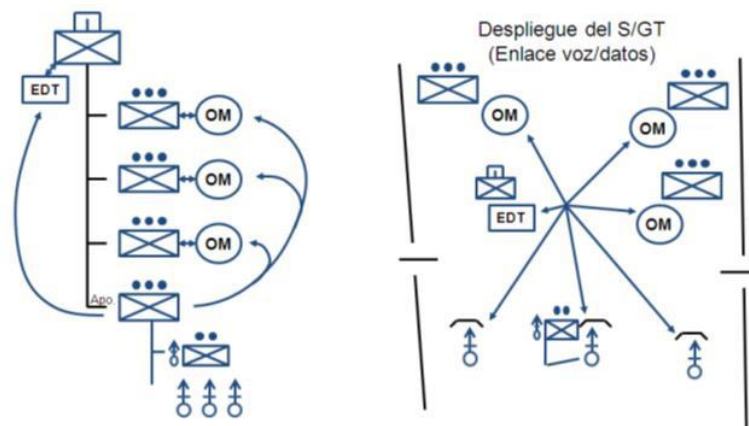


Ilustración 1: TALOS integrado en un S/GT Fuente: Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2013)

### 1.3 Ámbito de aplicación

En la organización de unidades de infantería, como el Batallón y la Compañía, se incluyen una sección y un pelotón, respectivamente, como parte de integral de su estructura. Esta primera encuadra las secciones que realizan las funciones de mando y control, inteligencia, maniobras, apoyos de fuego y la administración propia de un Batallón, presentando una estructura organizativa claramente diferente a una Compañía de fusiles tradicional. La MAPO está constituida por el Mando y una Plana Mayor, por una Sección de reconocimiento (SERECO), una Sección de morteros (MMLA), una Sección de defensa contra carros (DCC) y una Sección de Mando y Transmisiones, donde se integra la PLM del Batallón y un pelotón de Transmisiones y, finalmente, un pelotón de observación (ver Figura 2). [4]

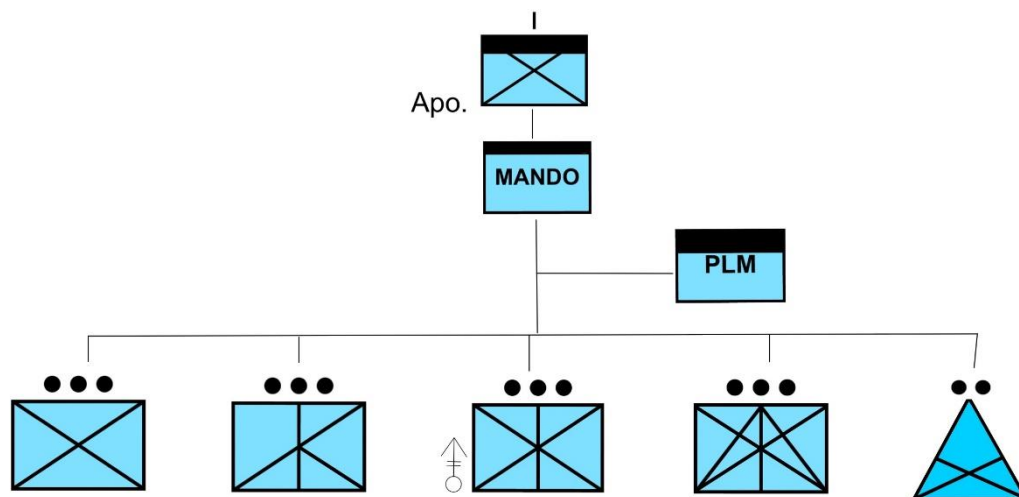


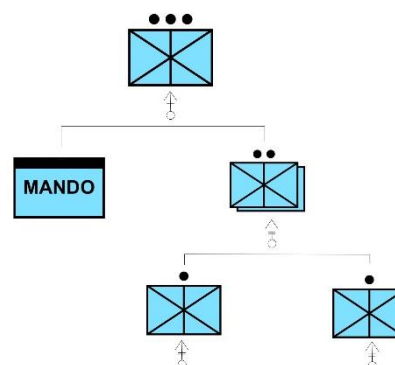
Ilustración 2: Organigrama Compañía de Mando y Apoyo (Elaboración propia)

La Sección de Morteros es la Unidad orgánica principal de apoyo por el fuego que dispone el Mando de un Bón/GT para hacer sentir su acción en el combate e impulsar la maniobra. Su organización/composición es similar en todos los batallones, diferenciándose en el arma al que pertenecen (Infantería o Caballería) y en la clase de unidad que son (ligera, motorizada o montaña). Cabe destacar que los morteros son los únicos elementos de apoyo de fuego que una unidad de Infantería tiene de forma inherente.



Como norma general, la Sección de morteros se divide en un equipo de control de fuegos, que incluye al Mando y a sus elementos auxiliares actuando como EDT (Equipo Director del Tiro) y en los propios pelotones de morteros pesados que son los productores de fuego junto con el personal necesario (ver Figura 3). En el Bón. San Quintín la Sección de morteros consta de tres morteros pesados (120mm) y tres morteros medios (81mm). Además del equipo para calcular, observar y corregir los datos de tiro.

El jefe de pelotón realiza diversas funciones relacionadas con los morteros. Estas incluyen informar previamente al jefe de Sección sobre el estado de los morteros, supervisar el fuego ordenado por la Sección, hacer un seguimiento de las correcciones necesarias, asegurarse de que la posición de los morteros esté ocupada y organizada de manera adecuada, y también inspeccionar y reportar el estado de la munición de sus piezas.



*Ilustración 3: Organigrama Sección de Morteros (Elaboración propia)*

## 1.4 Estructura de la memoria

La memoria del TFG se divide en cinco capítulos. En el primer capítulo se aborda la introducción, que abarca el marco del proyecto, una pequeña explicación sobre el TALOS en las PU y el ámbito de aplicación del trabajo. En el segundo capítulo, se definen los objetivos y el alcance del proyecto, en el que se explica que se pretende conseguir con el estudio y se describe la metodología empleada en la elaboración del trabajo. En el tercer capítulo, denominado “Antecedentes y marco teórico”, se presenta una introducción a los morteros y se ofrece una descripción de los diversos modelos disponibles. El cuarto capítulo constituye el cuerpo central del trabajo, donde se detallan todas las labores realizadas en el proceso de evaluación y se exponen los resultados obtenidos. Por último, en el quinto capítulo se presentan las conclusiones derivadas del análisis realizado, junto a la discusión acerca del impacto que supone la implementación de un sistema propio de Artillería en una unidad ligera de Infantería.

# 2 OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

## 2.1 OBJETIVOS Y ALCANCE

El objetivo principal de este trabajo es llevar a cabo un estudio acerca de la viabilidad y posibilidades de integración de los morteros de un Batallón de Infantería en el sistema de mando y control de apoyo de fuego del sistema TALOS, así como analizar las posibilidades tácticas que dicha integración ofrece. Para poder alcanzarlo se desglosará en objetivos parciales que van a marcar las fases en las que se divide el trabajo:

- Definir las limitaciones y necesidades logísticas del sistema TALOS en un Batallón del arma de Infantería y analizar las diferencias con el arma de Artillería.
- Comprobar la eficacia de los morteros integrados en el sistema TALOS en un ejercicio de fuego real.
- Estudiar la viabilidad de integración de la sección de morteros en la malla de datos de los apoyos de fuego de un Batallón.

Este trabajo se centra en evaluar la implementación del sistema TALOS en una unidad de infantería haciendo hincapié en el análisis de su viabilidad desde el punto de vista técnico y operativo.



## 2.2 METODOLOGÍA

Para abordar los objetivos propuestos en el punto anterior se llevará a cabo tres fases:

Una primera fase de recogida de información con el fin de conocer y comparar el método utilizado anteriormente con el método propuesto. Para ello se realizará una búsqueda exhaustiva de los recursos, manuales y publicaciones ofrecidos en la intranet del ET (Ejército de Tierra). Para ampliar la información y la realidad de dicha implementación, se llevarán a cabo conversaciones con el personal de la Unidad que cuenta con varios años de experiencia en el uso de morteros y que ha experimentado el cambio de la calculadora CALMOR al sistema TALOS. Esta fase de recogida de datos incluye la realización de entrevistas y encuestas al personal de la unidad.

Estas entrevistas se han dirigido principalmente hacia los suboficiales de la sección y a parte del personal de tropa ya que son los miembros del personal que interactúan diariamente con el sistema antiguo (CALMOR) y el nuevo sistema (TALOS). Cabe señalar que varios de estos miembros del personal cuentan, además, con cursos de formación en el sistema TALOS.

Es importante mencionar que dos de las entrevistas fueron hacia personal que utilizaba de forma independiente uno de los sistemas. El propósito de dichas entrevistas era cotejar opiniones ya que, a pesar de que solo utilizaban un sistema, habían trabajado con los dos.

Las encuestas eran de diversas respuestas, algunas de ellas de respuesta cerrada y otras de respuesta abierta. Estas fueron distribuidas a los dos batallones del Regimiento "Príncipe" 3, incluso a otras unidades en las que se está empezando a utilizar el TALOS como el Regimiento "Asturias" 31, Madrid.

En la segunda fase se llevará a cabo un análisis de los datos recogidos con el fin de identificar las oportunidades que surgen de la implementación del método TALOS y las fortalezas asociadas a él, al mismo tiempo que se buscarán las posibles debilidades y amenazas. Este proceso incluye la elaboración de un análisis DAFO tanto para la CALMOR como para el sistema TALOS, con el fin de encontrar las razones que justifican el intento de implementar el nuevo sistema TALOS en la unidad. Además, para complementar el análisis DAFO, se utilizará el modelo de Kano para evaluar las características básicas, expresadas y sorprendentes, lo que permitirá obtener información muy valiosa acerca de la satisfacción de los usuarios con el nuevo sistema (TALOS) frente al anterior.

Después de completar ambos análisis, se llevará a cabo un análisis de riesgos del proceso de implementación del TALOS. Este desempeña un papel crucial ya que posibilita la evaluación de posibles eventualidades, la probabilidad de que aparezcan y la eficaz manera de gestionarlas. Este análisis tiene como finalidad reconocer los posibles riesgos, sus repercusiones y la gravedad asociada a dichos riesgos. Los datos recabados pueden, posteriormente, emplearse para la elaboración de un plan destinado a recudir o prevenir estos riesgos.

La tercera fase conlleva el diseño de una prueba de fuego real durante las maniobras en el CMT (Campo de Maniobras y Tiro) San Gregorio (Zaragoza) utilizando el sistema TALOS con el fin de analizar las ventajas, así como los problemas que puedan surgir en una situación real. En dichos ejercicios se utilizarán simultáneamente tanto la CALMOR como el TALOS para comparar la rapidez y eficacia de ambos, y así poder obtener una conclusión sobre las mejoras y deficiencias que ofrece el nuevo sistema implantado frente al antiguo (CALMOR).

A partir del análisis de los resultados obtenidos en la prueba real, se elaborará un análisis de los resultados obtenidos finalizando con la elaboración de conclusiones acerca de la viabilidad de implementación del TALOS en la sección de morteros de un Batallón de Infantería.



## 3 ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO

### 3.1 MORTEROS

Los morteros son armas ligeras de Infantería que se utilizan comúnmente en el ET para proporcionar apoyo indirecto a las fuerzas terrestres (ver Figura 4).



*Ilustración 4: Mortero 81mm (Elaboración propia)*

La principal ventaja de los morteros es su capacidad de tiro por el segundo sector<sup>1</sup>, a lo que se le suma su rapidez de intervención, así como el efecto desmoralizante y sorpresa que supone al enemigo debido a la llegada inesperada de sus proyectiles. Su propósito fundamental no es eliminar o destruir un objetivo en particular, sino neutralizar la capacidad de acción del enemigo mediante el uso de fuego indirecto sin la necesidad de exponerse directamente a él. [5]

Los morteros son armas fundamentales en la infantería por varias razones importantes, que se enumeran a continuación.

- I) La versatilidad, ya que pueden disparar una variedad de municiones, incluyendo proyectiles de alto explosivo, humo, iluminación y más. Esto les permite adaptarse a diversas situaciones en el campo de batalla, desde ataques directos hasta el apoyo aéreo y la creación de cortinas de humos para ocultar movimientos.
- II) La movilidad. Son relativamente ligeros y portátiles en comparación con otros sistemas de artillería, lo que los hace ideales para la infantería que necesita moverse rápidamente en el terreno. Pueden ser desplegados y reubicados con relativa facilidad, lo que facilita la adaptación a las necesidades tácticas cambiantes [6].
- III) El fuego indirecto de los morteros permite disparar proyectiles en un ángulo elevado, lo que les permite atacar objetivos que están detrás de obstáculos o en terrenos elevados. Esto les da una capacidad de fuego indirecto, lo que significa que pueden atacar posiciones enemigas sin tener que estar directamente a la vista.

---

<sup>1</sup> Segundo sector: entre 45° y 90°





- IV) Los morteros, además, son especialmente útiles para proporcionar apoyo directo a las unidades de infantería. Pueden disparar proyectiles de alto explosivo para suprimir o destruir posiciones enemigas, lo que facilita el avance de las fuerzas terrestres propias. También pueden ser utilizados para crear cortinas de humo, lo que puede proporcionar cobertura y ocultamiento para las unidades amigas en el campo de batalla, dificultando que el enemigo los detecte y ataque. Cabe señalar que, aunque los morteros no son tan precisos como alguno otro sistema de armas, pueden proporcionar fuego concentrado en áreas relativamente pequeñas con entrenamiento adecuado, lo que los hace efectivos en la eliminación de amenazas específicas.

Los morteros son un arma que puede ser infiltrada a pie hasta una zona de operaciones sin la necesidad de un motor o remolque que la delate, a diferencia de las piezas de Artillería, lo que es la principal distinción entre ambas. Sin embargo, la falta de avances tecnológicos en los morteros hace cada vez más complicada su adaptación a los nuevos entornos tácticos que se presentan. Sin embargo, a pesar de esta limitación, los morteros siguen siendo una herramienta esencial para las unidades de infantería modernas. [7]



*Ilustración 5: Mortero haciendo fuego Fuente: Ejército de Tierra*

En el uso de los morteros es vital la actuación de los observadores. A continuación, se describen sus funciones y su clasificación.

### 3.1.1 Observadores

Los observadores tienen, entre sus principales tareas, la transmisión de información crucial al Centro de Dirección de Fuego (FDC). Esto incluye informar sobre su ubicación, campo de observación y cualquier referencia identificada en su primer informe. Además, tiene la responsabilidad de identificar y registrar los objetivos, así como enviarlos de manera oportuna al FDC. También preparan las solicitudes de fuego dirigidas a estos objetivos, llevan a cabo correcciones para mejorar la precisión de los disparos y ajustan los tiros para lograr la eficacia deseada. Además, siguen de cerca las órdenes de fuego en las que están involucrados. [8]

Los datos de tiro necesarios para las piezas de morteros se pueden obtener a partir de diferentes medios:

- ➔ Sus propios observatorios, en el que se encuentra el jefe de Sección.
- ➔ Los observadores avanzados (OAV). Se trata de personal del arma de Artillería especializado en estas tareas, cuya función es apoyar a la Infantería.
- ➔ Los observadores de mortero (OM). Se trata de personal perteneciente al arma de los morteros, que está especializado en la fase de observación del tiro.
- ➔ Los equipos de tiradores de precisión de la PU, que cuentan con la instrucción y medios necesarios.

## 3.2 Sistema de mando y control TALOS

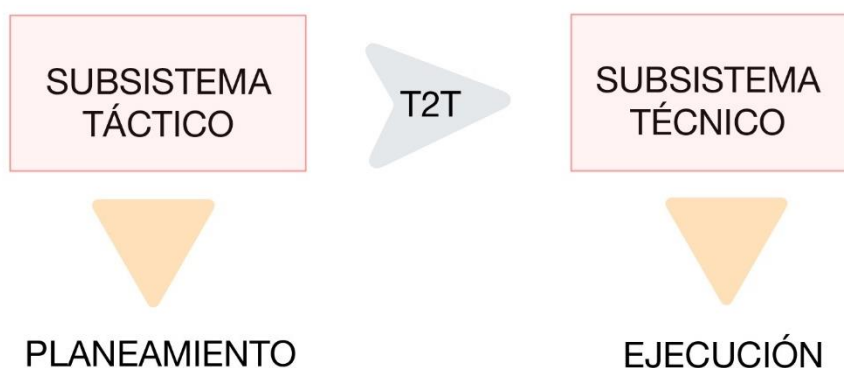
El sistema TALOS es un programa informático que asemeja un sistema de mando y control, dividido en dos niveles de mando, diseñado para automatizar la gestión de las peticiones de apoyo de fuegos (APOFU) en un GT (Grupo Táctico). Dicho sistema facilita la coordinación y ejecución del apoyo de fuego integrado en la maniobra terrestre de ambos niveles: brigada y batallones, y está destinado a su uso tanto por el Ejército de Tierra como por la Armada.



Los tipos de apoyo de fuego abarcados por este sistema incluyen la artillería de campaña (ACA), morteros, fuego naval de apoyo (FNA) y apoyo aéreo, todos ellos destinados a respaldar las operaciones terrestres. [9]

El sistema TALOS consta de dos subsistemas, que pueden trabajar separados o conjuntamente: uno con una vertiente más técnica (subsistema de ejecución de apoyos de fuego) y otro con una vertiente más táctica (subsistema de planeamiento de apoyos de fuego). El primero se encarga de facilitar los datos de tiro, y el subsistema táctico permite realizar una correcta y eficaz gestión de los APOFU con los diferentes elementos disponibles para esta función, es decir, el planeamiento de los apoyos de fuego integrados en la maniobra. En cambio, el segundo está formado por las células correspondientes a los puestos de mando. Cuando se hace referencia a una “célula” en este contexto, se está hablando del papel o función que desempeña un sistema dentro de un conjunto de funciones posibles. En otras palabras, al abrir la aplicación, “la célula” se refiere al rol específico que se elige entre las opciones disponibles, como ser el jefe de sección, OAV, jefe de pelotón o la propia pieza de mortero. Cada uno de estos roles representa una función distinta que el sistema puede asumir dentro de la aplicación.

Los subsistemas se diferencian en los terminales que componen las células: uno o múltiples. Estos colaboran de manera conjunta en un enfoque distribuido y las células están interconectadas entre sí a través de redes de comunicación que se adaptan según las necesidades de despliegue específicas de la operación. La interrelación entre estos dos subsistemas se efectúa por medio de unos enlaces específicos T2T (táctico to técnico) (Ver figura 6). Las aplicaciones de este sistema varían dependiendo de si se utiliza un PC (Personal Computer) o una PDA (Personal Digital Assistant) que tiene una autonomía de 6 o 7 horas de cálculo o trabajo y 72 horas en modo suspensión, añadiendo dos aplicaciones auxiliares, el Generador de Cartografía para PDA y el Generador de Informes para el subsistema técnico.[10]



*Ilustración 6: Subsistemas TALOS (Elaboración propia)*

La Infantería utiliza el TALOS técnico siendo el uso del táctico más propio de Artillería. La razón principal para esta distinción radica en el tiempo reducido que se requiere para llevar a cabo un disparo efectivo. En otras palabras, el TALOS técnico se utiliza en la Infantería debido a su capacidad para realizar rápidamente fuego preciso y eficaz. Por otro lado, el TALOS táctico se utiliza más en la Artillería, donde la necesidad de tiempos de respuesta extremadamente cortos es menos relevante.

### 3.2.1 SUBSISTEMA: TALOS TÉCNICO

Las funciones de este subsistema son muy diferentes respecto al TALOS táctico, que se centran en la gestión y coordinación de los fuegos. En él se encuentran los cálculos de los datos de tiro necesarios para los morteros, además de las correcciones proporcionadas por los observadores avanzados. El sistema se encarga de transformar una petición de fuego en un orden de tiro.



Este subsistema se divide en función del tipo de apoyos de fuegos que se necesita, y se distinguen tres despliegues conceptuales que coinciden con las áreas de trabajo del programa. En otras palabras, está diseñado para cubrir las necesidades específicas en sus respectivos campos de aplicación: Artillería de Campaña, morteros y fuego naval de apoyo. [11]

### 3.2.1.1 SUBSISTEMA TÉCNICO\_MORTEROS

Como anteriormente se ha explicado, el TALOS tiene distintas formas de instalar el programa en función del rol que se asuma mientras se está trabajando:

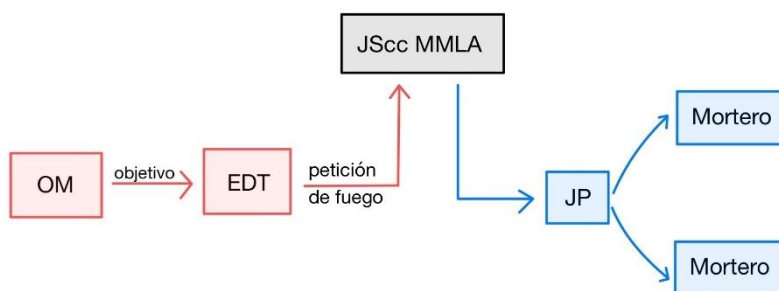
- PC: TALOS
- PDA: PELOTÓN, MT (mortero), OAV

#### ➤ SECCIÓN DE MORTEROS

La sección de morteros desempeña un papel crucial en la gestión técnica de los disparos, lo que se traduce como la creación de métodos y sistemas de trabajo para convertir las solicitudes y órdenes de fuego en datos de tiro. Estos datos son esenciales para emitir instrucciones a los morteros, permitiéndoles hacer fuego de manera efectiva y alcanzar el objetivo con el efecto deseado.

Es en este subsistema donde se realizan todos los cálculos necesarios para las acciones de fuego en las que está involucrado la sección. La célula Sección de Morteros opera en una aplicación llamada “TALOS MORTEROS” que se ejecuta sobre un PC. Esta aplicación se adapta a los procedimientos específicos de la sección y ofrece diversas modalidades de disparo.

Es esencial reconocer que esta célula juega un papel central en el funcionamiento eficiente del sistema en todo momento. Esta actúa como el punto de recepción de información de todas las células que forman parte del subsistema técnico, y a menudo se encarga de manera automática de reenviar datos y distribuir información tanto entre las distintas células como hacia los observadores avanzados. Por consiguiente, es aconsejable proveer a dicha célula de un equipo informático de alto rendimiento y asegurarse de que haya una planificación sólida y una operatividad eficaz de las comunicaciones en este punto central. (Ver figura 7)



*Ilustración 7: Transmisión de información (Elaboración propia)*

#### ➤ JEFE DE PELOTÓN (JP)

El JP puede asumir las funciones de cualquiera de las piezas de mortero en caso de que una de ellas no esté operativa debido a diversas circunstancias. Esto es bastante común debido a las limitaciones en la capacidad de instalación de equipos en los morteros.

La célula JP puede utilizar una aplicación llamada “TALOS JP”, que generalmente se ejecuta en un dispositivo PDA. En estos casos excepcionales, especialmente en el contexto de morteros, se puede utilizar “TALOS MORTEROS” en un PC. En cualquier caso, el sistema configura las capacidades de la aplicación de acuerdo con el tipo de célula, en este caso, como célula JP.



### ➤ **MORTERO**

En el contexto de la aplicación, las tareas asignadas a la célula Mortero consisten en preparar el lugar de emplazamiento, proporcionar información sobre su ubicación, estado y datos materiales relevantes para garantizar la seguridad de los disparos. Además, esta célula debe seguir y ejecutar las órdenes de tiro que recibe, ya sea de la Sección que la supervisa o del JLP (Jefe de Pieza de Mortero).

La célula Mortero puede usar una aplicación denominada “TALOS MT”, que normalmente se ejecuta en un dispositivo PDA, sobre todo en las unidades ligeras ya que no cuentan con el apoyo de estructuras físicas o vehículos adecuados.

### ➤ **OBSERVADOR DE MORTEROS (OM)**

Normalmente, la célula de Observadores Avanzados utiliza una aplicación llamada “TALOS OAV” que se ejecuta en un dispositivo PDA. La utilización de un PC resulta impracticable en la realidad debido a la ausencia de vehículos apropiados capaces de soportar dicho equipo.

Es importante tener en cuenta que el OAV, a pesar de no tener una carga pesada en términos de comunicaciones ya que solo intercambia información con la Sección, es un componente frágil y delicado del sistema. Esto se debe a su papel crítico en el proceso de disparo, ya que es responsable de iniciar los disparos, ajustarlos mediante correcciones y darles fin con una evaluación final. Sin embargo, el observador avanzado suele estar bastante distante de los demás elementos del despliegue, lo que limita su capacidad de reacción ante problemas relacionados con la configuración y el funcionamiento de los equipos. Además, suele encontrarse en posiciones con dificultades habituales en la transmisión de comunicaciones.

Es importante destacar que la comunicación con esta célula tiene un impacto significativo en los tiempos requeridos para realizar un disparo. Se recomienda equilibrar cuidadosamente, en cada caso particular, la calidad de la comunicación (que puede mejorarse mediante la incorporación de células de retransmisión (relé) intermedias) y los tiempos que ofrece el enlace completo diseñado. La inclusión de estas células intermedias puede introducir retrasos en la transmisión de información debido a los saltos adicionales en la cadena de comunicación.

### ➤ **RELÉ**

Esta célula opera como un elemento de reencaminamiento de información mediante software. Cualquier aplicación que se ejecute en cualquier parte del sistema realiza esta tarea de manera automática y sin que el usuario lo perciba. La característica distintiva de la célula de retransmisión radica en que, aunque posee funcionalidades genéricas del sistema como posicionamiento y topografía, no tiene una función específica asignada.

Las células Relé se configuran para ser utilizadas en mallas de mando y observación. Se supone que en despliegues de comunicación a larga distancia no se requerirá una célula de comunicaciones adicional, ya que otras células en la red pueden cumplir con esta función sin afectar su uso previsto.

La célula Relé está equipada con la aplicación llamada TALOS MORTEROS diseñada para PC. Incluso en unidades ligeras, es posible dejar que la aplicación se ejecute en el vehículo de transmisión sin necesidad de intervención por parte del operador para realizar el reencaminamiento. El sistema configura las capacidades de la aplicación según el tipo de célula, en este caso, como una célula de retransmisión.





## ➤ SUPERVISOR

El supervisor es una entidad que no tiene una contraparte específica en las regulaciones de tiro. Su función principal es supervisar las solicitudes de fuegos hechas por una autoridad superior que, aunque generalmente no está incluida en las plantillas del subsistema técnico, desea mantener un control cercano sobre lo que sucede en el tiro.

En determinadas circunstancias, el supervisor puede asumir todas las responsabilidades de una célula OAV, posiblemente porque esté a cargo de dicha célula y esté enfrentando diversos desafíos o circunstancias especiales.

Por lo general, el supervisor suele estar equipado con una aplicación llamada TALOS MORTEROS que se ejecuta en un PC. El sistema configura las capacidades de esta aplicación de acuerdo con el tipo de función que desempeña el supervisor, en este caso, su rol como supervisor. Además, ofrece la posibilidad de instalar una aplicación TALOS OAV en un dispositivo PDA, según las necesidades específicas del operador.

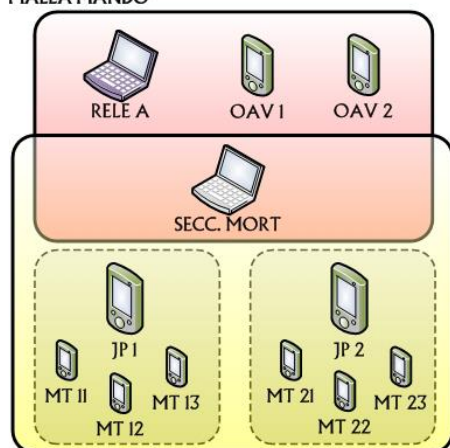
### 3.2.1.2 DESPLIEGUES TIPO DEL SUBSISTEMA TÉCNICO DE MORTEROS

Existe una gran flexibilidad en la forma en que se pueden llevar a cabo los despliegues del subsistema, y esto se hace a través de medios de comunicación que dependen de las distancias entre las células, la visibilidad directa entre ellas debido a la orografía y los recursos de transmisión disponibles.

Para los observadores y la red de mano, se suele utilizar el sistema PR4G (Primera Radio de 4º Generación), aunque se debe tener en cuenta la distancia a cubrir (los observadores suelen llevar un dispositivo PR4G portátil de menor alcance). Por lo tanto, por motivos de seguridad, es recomendable considerar el despliegue de un terminal Relé de TALOS entre ambos extremos.

A continuación, se presentan ejemplos de despliegues típicos para una sección de morteros en un batallón. Se muestran configuraciones completas y otras más reducidas, con información sobre las mallas que suelen establecerse.

MALLA MANDO



MALLA TIRO

## ➤ SUBSISTEMA TÉCNICO MORTEROS EN CONFIGURACIÓN COMPLETA

En la malla de tiro participan la sección (SECC. MORT), los pelotones (JP1 y JP2) y las piezas de morteros; en la malla de mando participa la sección (SECC. MORT), los observadores (OAV1 y OAV2), los relés y, si se quiere, el supervisor para conocer la eficacia de los fuegos sin la necesidad de desplegar el subsistema táctico. (Ver figura 8)

*Ilustración 8: Configuración completo Fuente: Manual GMV TALOS técnico*



### ➤ **SUBSISTEMA TÉCNICO MORTEROS EN CONFIGURACIÓN REDUCIDA**

En la malla de mando y tiro se encuentran la sección (SECC. MORT), los pelotones (JP1 y JP2) y los observadores (OAV1 y OAV2). Las piezas de morteros no cuentan con una terminal debido a la dificultad de la instalación en este escalón y a la facilidad que tiene el Jefe de Sección para dar órdenes directamente a los morteros con la voz u otros medios que no requieran de la informática. (Ver figura 9).[11]



*Ilustración 9: Configuración reducida  
Fuente: Manual GMV TALOS técnico*

## 3.3 CALMOR

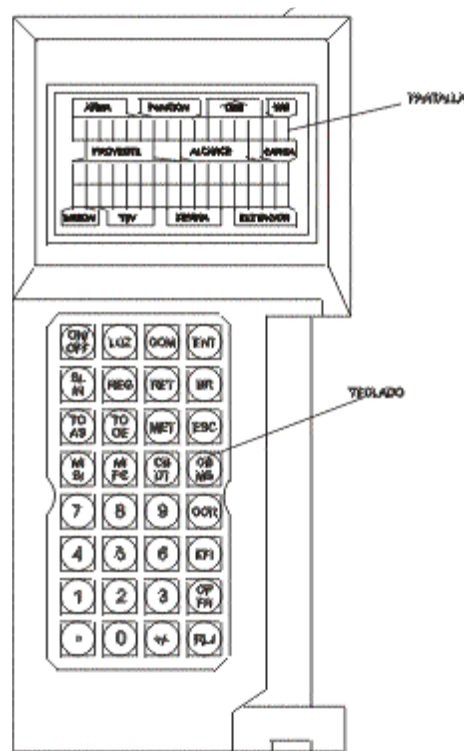
Para evitar los errores humanos en los cálculos matemáticos en los datos de tiro y darle una mayor velocidad a la hora de preparar y corregir el tiro de morteros existen las calculadoras CALMOR 1000 y SEIMOR. En este trabajo se describirá la primera ya que es la que se encuentra en la Unidad.

La CALMOR 1000 pesa unos 950g aproximadamente con pilas, es estanco y apto para operar entre -20 °C y 50 °C. Su autonomía es de 30 horas sin iluminación y 11 horas con iluminación.

Estos equipos son utilizados como elementos auxiliares de los Calculadores de las secciones de morteros para la obtención de los datos de tiro en las tres fases de ejecución: operaciones previas, funciones topográficas y preparación balística y funciones de fuego. Tienen la posibilidad de empleo para:

- Morteros de 120, 81LL, 81L y 60 mm
- Subcalibres de 25 y 60mm
- 25 tipos de proyectiles
- 80 objetivos-referencias
- 6 asentamientos COD
- 6 piezas
- 12 observadores
- 4 tipos de restricciones
- Correcciones experimentales

La Calmor está compuesta por una pantalla y un teclado. (Ver figura 10) Esta primera es alfanumérica con tres filas de dieciséis dígitos cada una. La 1ª fila presenta el arma, la fase de tiro en la que se encuentra, el ángulo de observación y la cantidad de batería. La 2ª fila presenta la clase y tipo de proyectil, el alcance y la carga de proyección. Y la 3ª fila presenta la misión que se está ejecutando, de las dos que permite el calculador, el tiempo de vuelo, la deriva y el ángulo de elevación. (Véase en el Anexo II).



*Ilustración 10: CALMOR  
Fuente: Manual Tiro de Morteros*



El teclado está compuesto por treinta y dos teclas dividido en cinco grupos (ver figura 11):

- Amarillo: funciones generales
- Azul: Preparación inicial del equipo y funciones topográficas
- Verde: Preparación del tiro y determinación de datos iniciales
- Rojo: funciones de fuego
- Gris: Teclado numérico

*Ilustración 11:  
Teclado CALMOR 1000*

La CALMOR es una herramienta esencial en la plana de una unidad de morteros que permite almacenar alrededor de 100 objetivos y 6 posiciones de tiro con una referencia común (línea de jalón), con 6 posiciones de asentamiento en cada una de ellas, lo que brinda un total de 36 posibles asentamientos. Esto permite calcular rápidamente los datos de tiro para cada una de las piezas de manera independiente, y con ello, llevar a cabo disparos concentrados, divergentes y creación de barreras, además de los disparos paralelos que son comunes en los ejercicios de entrenamiento. Esto mejora la precisión y flexibilidad de los disparos.

Otra característica valiosa de la CALMOR es el método de entrada de datos. Además de poder obtener los datos de tiro al ingresar únicamente las coordenadas o la designación del objetivo y de la pieza que va a disparar, también es posible obtener esos mismos datos al ingresar directamente las coordenadas polares del objetivo transmitidas por un Observador Avanzado (OAV) integrado en el despliegue de un S/GT. Esto agiliza el apoyo de fuego, ya que el personal de morteros no necesita reflejar las coordenadas en un plano para designar el objetivo. La calculadora automáticamente convierte las coordenadas polares en coordenadas rectangulares y las incorpora al registro de objetivos.

Además, la calculadora nos permite asumir el control de otra unidad de morteros, independientemente de su calibre, de manera simultánea al fuego de nuestra propia unidad, en caso de que su generador de datos de tiro sea eliminado. Al iniciar un nuevo programa de misión e ingresar los datos de las piezas y objetivos del nuevo pelotón, podemos proporcionar los datos de tiro y correcciones para reanudar el fuego, con la condición de contar con la colaboración de un OAV para evaluar el tiro y determinar los objetivos. La Sección de morteros pesados de la Compañía de Mando y Apoyo actualmente tiene dos CALMOR en su equipo, lo que permite el control de los disparos de las piezas propias de la sección, así como de los pelotones de morteros de tres compañías de manera simultánea. [13]



## 4 DESARROLLO: ANÁLISIS Y RESULTADOS

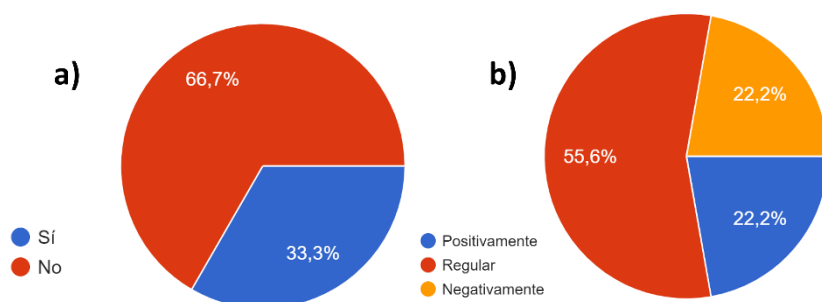
En este apartado se procederá a detallar el procedimiento de investigación llevado a cabo. Se describirán los métodos utilizados en la evaluación de la implantación del sistema TALOS en el uso de morteros (DAFO, Análisis de Riesgos, modelo de Kano) así como los resultados obtenidos a través de la evaluación llevada a cabo en un ejercicio de fuego real.

### 4.1 Desarrollo de las encuestas

Con el fin de conocer el grado de satisfacción de la implementación del TALOS y poder comparar con el método utilizado anteriormente, se elaboraron encuestas entre personal experto. Las encuestas fueron realizadas a veinticinco personas tanto del Regimiento “Príncipe” 3 como del Regimiento “Asturias” 31. Todos ellos pertenecían al personal de la Sección de morteros en sus respectivos regimientos. Todos ellos han utilizado ambos sistemas (CALMOR, TALOS). El rango de edad de los encuestados fue entre 23 y 40, abarcando diversos empleos como cabo primero, sargento o sargento primero. El rango de años de servicio del personal encuestado es desde 6 años hasta 15 años. La encuesta fue realizada utilizando la plataforma Googleforms y constaba de 9 preguntas: 6 de marcar respuesta y el resto de respuesta abierta. Las preguntas se recogen en la tabla 1. A continuación se comentarán los resultados más destacados obtenidos a partir de las encuestas.

*Tabla 1: Encuestas (Elaboración propia)*

1- ¿Es fácil el aprendizaje del sistema?
2- ¿Cómo valora la implementación del nuevo sistema en la unidad?
3- ¿Es útil en las unidades de Infantería ligera?
4- Si la respuesta es que NO, ¿por qué?
5- ¿Cambiaría si fueran sobre vehículos?
6- ¿En qué?
7- De las capacidades del TALOS, ¿cuál cree que presenta más carencia?
8- ¿El fuego eficaz de los morteros es más rápido con el nuevo sistema?
9- ¿La transmisión de datos es más rápido con el nuevo sistema?



*Ilustración 12: a) ¿Es fácil el aprendizaje del sistema? del nuevo sistema en la unidad?*

*b) ¿Cómo valora la implementación*



En la Ilustración 12.a se puede observar que la mayor parte del personal considera que no es sencillo aprender este sistema, ya que está diseñado principalmente para la artillería o para los morteros embarcados. Las respuestas del 12.b son coherentes con las de la pregunta anterior: Así, la mitad del personal piensa que la implementación del TALOS en la unidad ha tenido un impacto negativo, mientras que solo un cuarto lo valora como positivo. Esto es debido a que la mayoría del personal prefiere seguir utilizando el método anterior (CALMOR) porque por un lado lo considera más fiable y por el otro, se sienten mucho más cómodos utilizándolo.

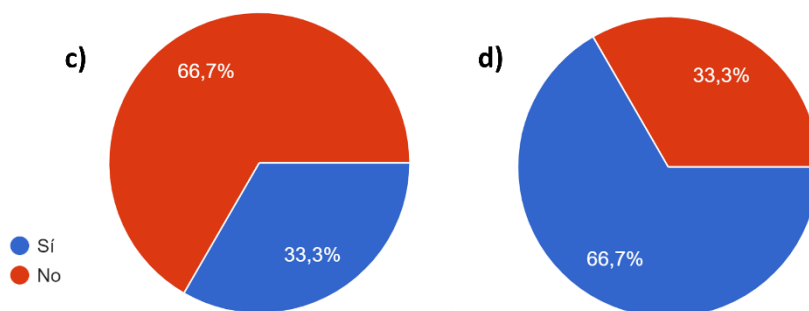


Ilustración 13: c) *¿Es útil en las unidades de infantería ligera?* d) *¿Cambiaría si fueran sobre vehículos?*

La Ilustración 13.c pone de manifiesto que dos tercios de los encuestados opina que el uso del TALOS no es eficaz en las unidades ligeras. Los encuestados atribuyen la falta de eficacia a necesidades logísticas y a la escasez de recursos, como la necesidad de una rápida obtención de coordenadas o datos de tiro para objetivos imprevistos, ya que se busca una rápida acción de fuego. Si el sistema TALOS es lento en la obtención de dichos datos, la eficacia disminuye a lo que se le suma la falta de recursos para poder utilizar al completo dicho sistema. Muchas de estas cuestiones podrían resolverse si se tratase de una unidad de morteros embarcados, como se evidencia en la Ilustración 12.d ya que, al analizar las respuestas de la pregunta 6, se observa que estos vehículos podrían gestionar la batería de manera más eficiente y además dicho sistema ya está integrado en ellos.

Sin embargo, en la pregunta 7 se pueden observar las diversas perspectivas del personal con respecto a las deficiencias del sistema TALOS, las cuales incluyen: las altas demandas logísticas y los problemas relacionados con la batería. La deficiencia principal, sobre todo, radica en la falta de precisión al marcar un punto en el mapa, lo que ocasiona problemas al ingresar datos y mantener los cálculos de AFT previamente realizados. Otra limitación se refiere a los objetivos imprevistos. Esto se debe al empleo de una Tablet como dispositivo informático en el sistema.

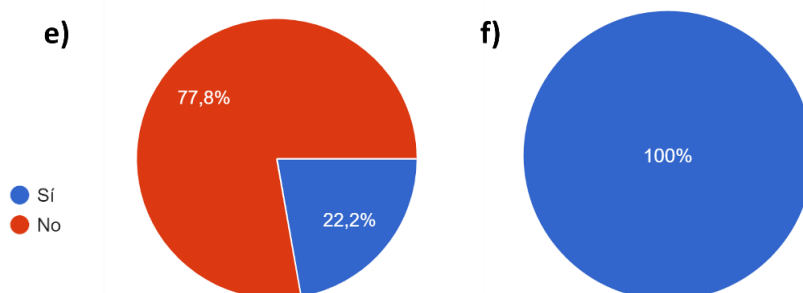


Ilustración 14: e) ¿El fuego eficaz de los morteros es más rápido con el nuevo sistema?  
f) ¿La transmisión de datos es más rápido con el nuevo sistema?

Y en las dos últimas respuestas, se evidencia que el nuevo sistema ofrece la oportunidad de lograr una transmisión de datos más rápida. Sin embargo, algunos miembros del personal argumentan que la eficacia del fuego no se incrementa en términos de velocidad. Es importante resaltar que este nuevo programa es especialmente lento en el proceso de cálculo de datos de tiro para objetivos imprevistos, lo que conlleva a una demora en la eficacia del fuego. Con el fin de evaluar la eficacia de los datos de tiro calculados por el nuevo sistema en comparación con el antiguo, se llevará a cabo un ejercicio de fuego real que comparará ambos sistemas, tanto en el caso de objetivos planeados como en el de objetivos imprevistos (Apartado 4.6)

## 4.2 SISTEMA TALOS VS CALMOR 1000

En este apartado se va a dar una visión general de los aspectos críticos tanto del sistema CALMOR como del sistema TALOS. Esta información será muy útil a la hora de implementar estrategias para su correcto desarrollo y adopción en la unidad de Infantería. El análisis que se muestra a continuación se ha diseñado en base a las encuestas realizadas y a las entrevistas con el personal con experiencia en el uso de ambos sistemas de la unidad.

### 4.2.1 ANÁLISIS DAFO DE LA CALMOR 1000

En este apartado se muestra el estudio de la CALMOR 1000 con el fin de identificar sus debilidades y amenazas, así como las oportunidades y fortalezas que ofrece su uso. (ver figura 15).

- **Debilidades.** La calculadora CALMOR no proporciona información en tiempo real sobre lo que está sucediendo en el campo de tiro, lo que puede limitar la capacidad para adaptarse a situaciones cambiantes. Además, en ciertas situaciones, el equipo calculador puede requerir el uso de dos calculadoras para hacer frente a objetivos inesperados o barreras, lo que puede llevar a confusión. No se debe pasar por alto el hecho de que, aunque sea superficial, el dispositivo requiere de actualización y cuidado periódico.

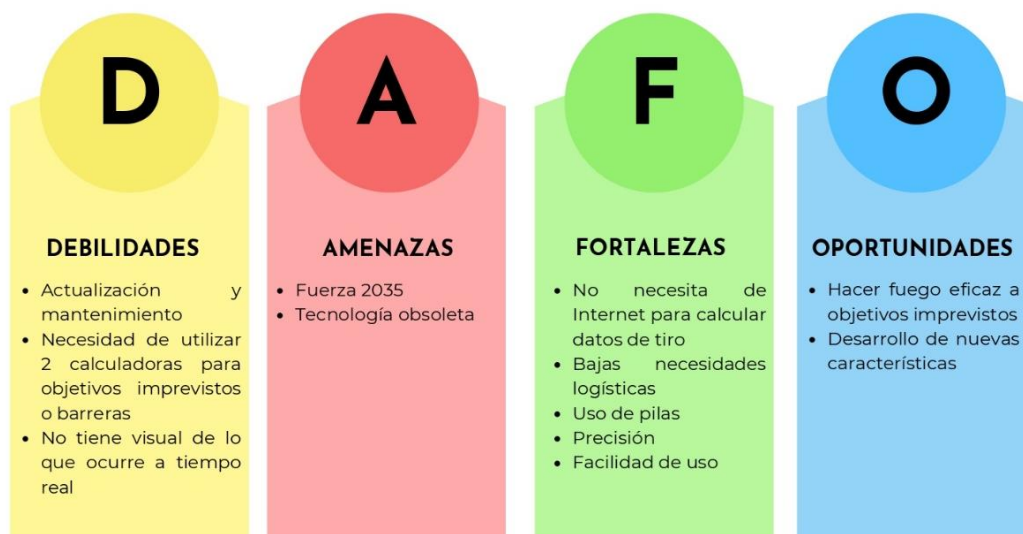
- **Amenazas.** La principal amenaza es la Fuerza 2035, ya que supone de la introducción de tecnologías avanzadas y sistemas de puntería en el campo militar, lo que podría hacer que las calculadoras de datos de tiro tradicionales sean menos relevantes y competitivas. A esto se suma el rápido avance tecnológico que podría volverla obsoleta si no se actualiza constantemente y no se mantiene al día con las últimas innovaciones en la industria de la puntería.





- **Fortalezas.** La CALMOR puede funcionar de manera independiente sin necesidad de conectividad a Internet, lo que la hace confiable en entornos donde puede ser un desafío, como en los campos de maniobras. Asimismo, su uso no implica una logística complicada, lo que facilita su despliegue en diversas situaciones de tiro. La capacidad de utilizar pilas la hace versátil y portátil, lo que es ventajoso en condiciones de campo donde la energía eléctrica puede no estar disponible. Y, especialmente su interfaz intuitiva y amigable hace que sea fácil de utilizar tanto para personal moderno como antiguo. Y, por último, cabe destacar la alta precisión en sus cálculos, lo que es fundamental para hacer fuego eficaz en el menor tiempo posible.

- **Oportunidades.** Existe una oportunidad para mejorar la calculadora para permitir un disparo más eficaz a objetivos imprevistos, lo que podría aumentar su atractivo para los usuarios. Además, la incorporación de nuevas características y funcionalidades, como visualización en tiempo real o capacidades mejoradas para el cálculo de datos de tiro, podría mantener la calculadora relevante y competitiva en el mercado.



*Ilustración 15: Análisis DAFO de la CALMOR 1000*

#### 4.2.2 ANÁLISIS DAFO DEL SISTEMA TALOS

Este análisis DAFO proporciona una visión general de los aspectos críticos del sistema TALOS y puede ayudar a identificar áreas de enfoque y estrategias para su desarrollo y adopción [14]. (ver figura 16).

- **Debilidades.** La principal debilidad del sistema TALOS es la necesidad logística de este. Es un sistema que conlleva muchos gastos lo que limita su adopción en situaciones con presupuestos ajustados. A esto se le suma la necesidad de una PDA con este sistema para cada mortero junto con más de dos radios para el jefe de la sección de morteros. Además, en unidades de combate a pie como es una unidad de Infantería ligera, los puntos de carga eléctrica son mucho más escasos que en unidades motorizadas y no existen baterías que aguanten todo el combate sin ser recargadas, lo cual limita el tiempo operativo del sistema sin necesidad de recargarlo.



- **Amenazas.** La principal amenaza es la dependencia electrónica. El sistema TALOS depende en gran medida de la tecnología electrónica avanzada, lo que lo expone a posibles amenazas de ataques cibernéticos y de guerra electrónica. Además, los avances en la tecnología de contramedidas pueden disminuir la efectividad del sistema en un entorno de combate. También cabe la posibilidad de que, debido a la dificultad de control, se considera necesario incorporar los morteros en el arma de Artillería y dejarlos fuera de la Infantería.

- **Fortalezas.** Una de ellas es la actualización constante. A medida que avanza la tecnología, el sistema TALOS puede recibir actualizaciones para mantenerse relevante y efectivo en el campo de batalla. Da una visión en tiempo real de lo que está sucediendo. Además, el jefe de Batallón puede controlar todos los apoyos de fuego desde un mismo sistema, ya que el TALOS brinda la oportunidad de integrar en el mismo los morteros de Infantería como las piezas de Artillería. Otra fortaleza es el poco tiempo que necesita para dar los datos de tiro a los morteros, sin la necesidad de un operario calculándolos, asumiendo un error.

- **Oportunidades.** La principal oportunidad es la mejora del control de fuegos de Infantería por parte del JFSE (Jefe Fire Support Element). Además, brinda la oportunidad de mantener a la unidad en constante mejora tecnológica, invirtiendo tiempo en formarse y estar en vanguardia de los países de la OTAN, en cuanto a la modernización de sus sistemas.



Ilustración 16: Análisis DAFO del Sistema TALOS (Elaboración propia)

A modo de conclusión de los análisis DAFO llevados a cabo al uso de ambos sistemas (CALMOR y TALOS), se ve que la implantación del sistema TALOS es capaz de abordar las amenazas que presenta la CALMOR ya que, por un lado, supone un avance tecnológico que es lo que se espera en la Fuerza 2035 y, por el otro, da la opción de tener visual en el campo a tiempo real, es decir de estar viendo lo que pasa en combate. En cambio, la implementación del TALOS presenta nuevas amenazas o debilidades que pueden ser más críticas incluso que las que presentaba el uso de la CALMOR 1000, entre ellas: unas necesidades logísticas prácticamente inviables de cumplir o la dependencia a los sistemas informáticos que la mayoría de las veces pueden causar problemas en situaciones reales.





### 4.2.3 Implementación del TALOS: Análisis de riesgos

Buscando medidas o alternativas a los riesgos planteados para la implementación del sistema TALOS se ha decidido hacer un análisis de riesgos con el fin de evaluar la viabilidad de la integración del sistema en una unidad de infantería en el ET. Se trata de analizar las razones detrás de las amenazas posibles y los eventos no deseados, así como los daños y efectos que podrían surgir de ellos. Se van a detallar los riesgos, clasificándolos según su probabilidad de aparición y el impacto que este supone. Además, se propondrán medidas/alternativas para suplir esos riesgos. Es importante destacar que la categoría se compone de la combinación de la probabilidad de ocurrencia (evaluada en términos de 1,2 o 3) y el nivel de impacto que dicho riesgo podría generar (evaluado como alto (H), medio (M) o bajo (L)). [15] [16]. El criterio en el que clasificamos los diferentes riesgos se asigna en base a las entrevistas llevadas a cabo con personal experto. Las fases llevadas a cabo en el análisis de riesgos se detallan en la figura 17.



*Ilustración 17: Fases del análisis de riesgos (Elaboración propia)*

- El sistema consume mucha batería: Este riesgo es crítico. Clase de riesgo 3H. Esta probabilidad se debe al elevado consumo energético del sistema, lo que conlleva un impacto significativo, ya que, si la PDA no se enciende debido a la falta de batería, se vuelve imposible calcular los datos de tiro y, como consecuencia, la acción de fuego. Por tanto, es fundamental contar con puntos de recarga a lo largo de la maniobra, baterías específicas de mayor voltaje para soportar ese sistema, baterías portátiles o baterías de recambio que el personal pueda llevar en su equipo.
- Alta necesidad de PDAs: Clase de riesgo 2M. Esta probabilidad se debe a la falta de PDAs en las unidades, junto a un impacto moderado ya que su ausencia no impide la acción de fuego. Una medida útil en el caso de que surja ese riesgo sería utilizar teléfonos móviles con la aplicación ATAK o emplear radios para transmitir los datos desde el EDT a las distintas piezas.
- Falta de recursos: Clase de riesgo 3M. La probabilidad de escasez de recursos, en particular de radios, es muy alta. En una unidad ligera, la falta de radios vehiculares conlleva un aumento significativo de peso del equipo. Además, se requieren tres radios para el jefe de Sección: una para comunicarse con el jefe de Bón.; otra para enlazar con los OAV y la última para enlazar con el JFSE. Este hecho es inviable en la práctica. Esto tiene un impacto medio ya que es relativamente viable solicitar radios adicionales a otras Unidades.
- Sobrecostes en la adquisición de los medios necesarios: Clase de riesgo 2L. La probabilidad de no contar con presupuesto suficiente para adquirir todos los recursos es relativamente alta, debido al límite anual de gasto de las unidades. No obstante, su impacto es bajo, ya que es un riesgo que se puede gestionar con facilidad, realizando un análisis en busca de los mejores precios y minimizando al máximo las necesidades logísticas.
- Ralentización en la apertura del sistema: Se trata de un riesgo crítico. Clase de riesgo 3H. La probabilidad es elevada debido a que el sistema tiene dificultades para iniciar, lo cual tiene un grave impacto. Si surgen objetivos imprevistos y el sistema no puede encenderse y calcular los datos de tiro en cuestión de segundos resulta ineficaz. Por el momento, no hay propuesta de alternativa para mejorar dicho sistema.



- Lenta transmisión de datos: Clase de riesgo 3H. Como se mencionó en el riesgo anterior, el sistema necesita operar con rapidez, tanto al iniciar como al transmitir los datos a las piezas responsables de hacer fuego. La lentitud en la transmisión de datos tiene un impacto significativo, ya que cuanto más tiempo pase sin hacer fuego, mayor será el período en que el enemigo puede responder y amenazar a la unidad a pie o a los propios morteros.

- Falta de cobertura: Clase de riesgo 2L. La probabilidad se debe a que los Campos de Maniobras tienen un gran porcentaje de lugares sin cobertura lo que dificulta la transmisión de datos a través de las PDAs con el sistema. Sin embargo, esto tiene un bajo impacto ya que se puede suplir utilizando las PR4G, que están disponibles en todas las unidades y no requieren cobertura para funcionar.

En el Anexo III se encuentra una tabla que presenta la clasificación los riesgos y muestra la matriz de riesgos. En esta tabla, se detallan las medidas o alternativas asociadas con cada riesgo y se especifica la categoría de riesgo después de implementar dichas medidas. Después de llevar a cabo la evaluación de riesgos, se han identificado dos riesgos críticos que podrían obstaculizar el logro de las capacidades deseadas. La aplicación de las medidas propuestas permitiría mitigar su impacto.

### 4.3 Implementación del TALOS. Evaluación de viabilidad

Este trabajo se centra en analizar la viabilidad técnica y operativa de la implementación del sistema TALOS en una unidad de Infantería. Para lograr este objetivo, y después de recopilar información teórica y datos sobre las características reales de ambos sistemas, se procederá a realizar un ejercicio de fuego real donde se utilizarán tanto el sistema TALOS como la CALMOR para afrontar las mismas situaciones. Esto nos permitirá detectar problemas que no se habían identificado previamente, así como nos ayudará a proponer soluciones, si existen, a los posibles riesgos identificados.

#### 4.3.1 MODELO DE KANO

De acuerdo con la definición técnica: “El modelo de Kano es una herramienta analítica que relaciona las características de un producto con el nivel de satisfacción de sus clientes o compradores” [17]

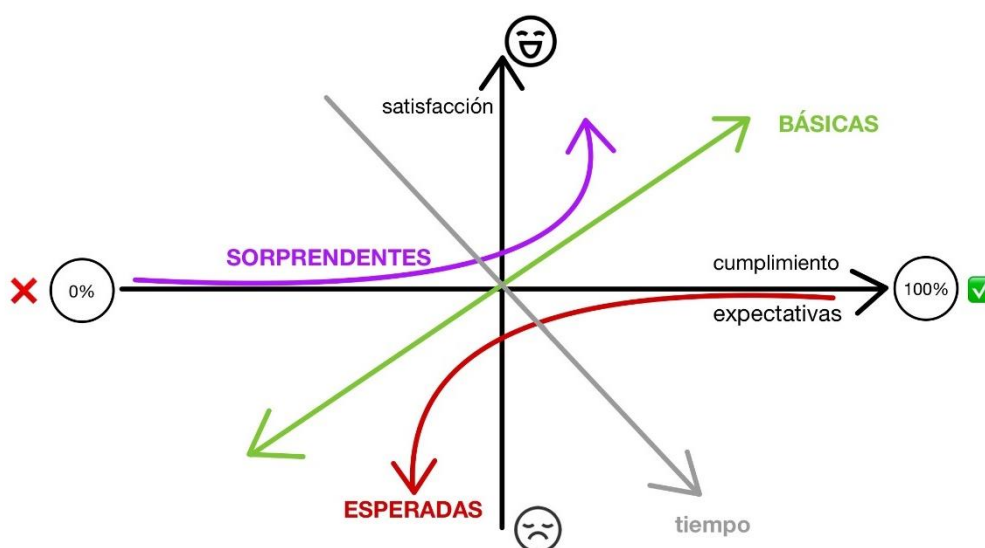


Ilustración 18: Explicación modelo de Kano (Elaboración propia)



El modelo de Kano, desarrollado en la década de 1980, representa una herramienta esencial en la gestión de la calidad de los productos. Su enfoque radica en la identificación y clasificación de las diversas cualidades, con el propósito de establecer una relación directa entre esas cualidades y el nivel de satisfacción que generan los clientes.

Este modelo tiene como propósito final que el vendedor identifique de manera precisa cuales son las cualidades que los consumidores valoran y, en consecuencia, ofrecer un producto que se ajuste a esa valoración [18]. De esta manera, el modelo de Kano nos ayuda a discernir tres elementos fundamentales para la estrategia de venta:

1. Reconocer las deficiencias de un producto, es decir, las cualidades que deberían estar presentes, pero no lo están o no lo están en la medida adecuada.
2. Evaluar si es beneficioso o no invertir en la adición de una cualidad particular. ¿El cliente estaría dispuesto a pagar por esas cualidades adicionales? Es decir, ¿el ET estaría dispuesto a sustituir la calculadora (CALMOR) por el sistema informático (TALOS)?
3. Identificar qué cualidades pueden proporcionar una ventaja competitiva sobre los rivales. Aplicado en este caso, identificar qué cualidades tiene el sistema TALOS respecto de la CALMOR 1000.

*Tabla 2: Modelo de Kano del Sistema TALOS (elaboración propia)*

Características básicas	Características expresadas	Características sorprendentes
<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Conexión entre jefe, morteros y OAVs.</li> <li>✚ Calcular datos de tiro</li> <li>✚ Posibilidad de introducir coordenadas de todos los asentamientos y objetivos previstos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Integración entre Artillería e Infantería</li> <li>✚ Más rapidez que la CALMOR en objetivos planeados en hacer fuego eficaz</li> <li>✚ Datos de tiro para cada pieza automáticamente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Cada pieza recibe sus datos de tiro sin la necesidad de que el JSecc las transmita por radio o a la voz</li> <li>✚ Más rapidez que la CALMOR en objetivos imprevistos en hacer fuego eficaz</li> </ul>

La tabla 2 muestra las principales características que debe cumplir el sistema TALOS según el modelo de Kano. Cabe señalar que, aunque el modelo de Kano original clasifique las características en cinco grandes categorías, en este trabajo se ha decidido estudiar tres de ellas: las básicas, expresadas y sorprendentes. Las características básicas son las cualidades mínimas con las que debe contar el sistema. Es decir, lo mínimo que el usuario espera encontrar y en caso contrario produce una gran disconformidad con ello. En este caso, sería la posibilidad de introducir las coordenadas de los asentamientos y los objetivos previstos.

Las características expresadas, también llamadas de rendimiento, se trata de aquellas cualidades requeridas por el cliente, y que los distingue entre otros métodos. En este caso sería la rapidez en hacer fuego eficaz sobre el enemigo. Estas características repercuten sustancialmente en la satisfacción del usuario. Cuantas más características expresadas haya, más satisfecho estará el cliente.



Y, por último, las características sorprendentes, son aquellas que emocionan o motivan al usuario ya que no espera encontrarlas. En términos simples, se refiere a características del sistema que mejoran la experiencia del usuario y lo destacan por encima de la competencia, generando preferencia entre los usuarios al ser más accesible y ventajoso. Dadas las circunstancias, resultaría inusual si existieran alternativas diferentes a la CALMOR, como la opción de que los datos de tiro de cada pieza se envíen automáticamente una vez calculados o la capacidad de responder con gran celeridad ante objetivos imprevistos. La inclusión de tales características genera un alto grado de satisfacción para el usuario, aunque la ausencia de estas no conduce necesariamente a la insatisfacción.

## 4.4 EJERCICIO DE FUEGO REAL EN SG

### 4.4.1 PLANIFICACIÓN

En un principio, se planteó la idea de preparar un tema táctico que involucrara a toda la compañía, integrándolo en el contexto y la ambientación a nivel Brigada durante las maniobras. El propósito de esta iniciativa era poner a prueba ambos sistemas (CALMOR y TALOS) en una misma situación, enfrentándolos a objetivos previamente planeados y objetivos imprevistos.

Previo a la semana de maniobras, la instrucción se había centrado en trabajar cada sistema de manera completamente independiente, con objetivos diferentes, con el único propósito de familiarizarse con el nuevo sistema.

### 4.4.2 OPERACIÓN “BRUSEL”

#### Situación

- El S/GT “Águila” se encuentra actualmente encuadrada en el GT “San Quintín” I/3, localizado en Rumanía y realizando tareas de preparación para la Operación “GOSHAWK HAMMER”

- Entre las fuerzas enemigas que pueda encontrarse el GT I/3 en su ZA (Zona de Acción) se encuentra una organización paramilitar denominada “SIGMA”, especializada en EW (Guerra Electrónica) y guerra asimétrica

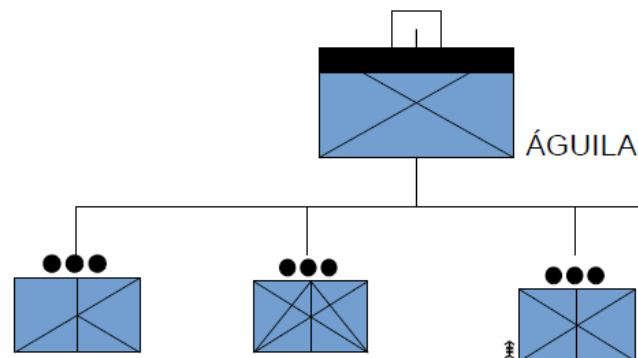
- Jefe enemigo SIGMA localizado en un escondite al norte de la Casa de Pascual Oñate (X-667185 Y-4632749) con sus colaboradores más cercanos.

- Enemigo:

- Entidad estimada: 2 Pn (pelotón) ligeros disminuidos
  - OBJETIVO 1 (Principal): X-667185 Y-4632749
  - OBJETIVO 2: X-667228 Y-4633048
- Moral al 100%
- Sin organización defensiva



- Fuerzas propias (Ver figura 19):



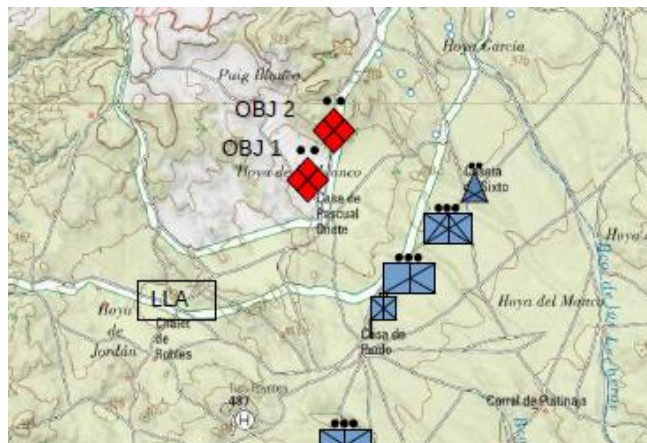
*Ilustración 19: Organigrama S/GT "Águila" (Elaboración propia)*

## Misión

El 09 de octubre de 2023 el S/GT “Águila” atacará la posición del líder de SIGMA en su escondite (X-667185 Y-4632749) con el objetivo de capturarlo, vivo o muerto, y neutralizar a todas las fuerzas SIGMA que se encuentren con él.

- El asentamiento de MMLA: X-667850 Y-4631325 en disposición de batir objetivo 1 y objetivo 2 como en la Ilustración 20.

- Mientras tanto: SERECO alcanzará la posición de ataque (POSATK), DCC ocupará la posición de apoyo (POSAPO) y observación se mantendrá observando al enemigo e informará

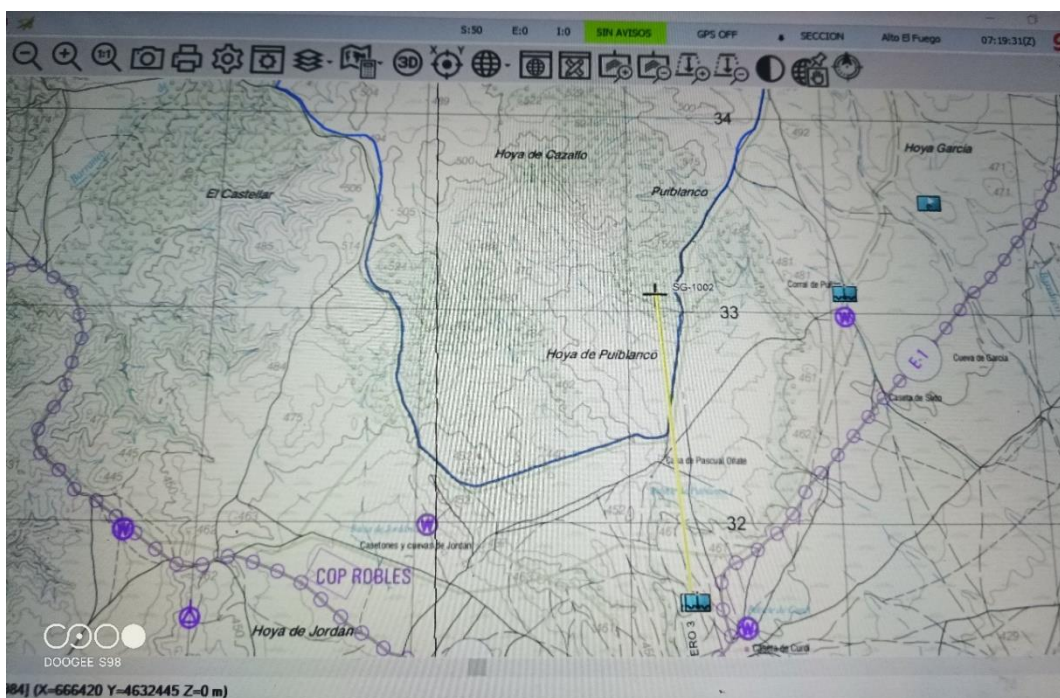


*Ilustración 20: Croquis asentamiento S/GT  
(Elaboración propia)*





Enfocándose en la sección de morteros, inicialmente se procedió a asignar el objetivo utilizando el sistema TALOS, en este caso, era el objetivo 2, ya que el objetivo 1 estaba destinado a la SERECO (ver figura 20). En esta sección, se disponía de tres morteros. El primer mortero, que se consideraba el mortero base, requirió de correcciones cuando se utilizaba el sistema TALOS, mientras que la CALMOR calculaba con precisión los datos de tiro desde el primer intento. Los otros dos morteros no necesitaron correcciones, ya que los errores iniciales fueron trasladados desde el primer mortero al resto. Para este ejercicio se utilizaron granadas de morteros 120mm rompedoras M-AE-85 con 2 cargas en los morteros 1 y 2, y para el mortero 3 fue granada rompedora 81mm MAE84 con 1 carga.



*Ilustración 21: Designación de objetivo (Elaboración propia)*

#### 4.4.3 Comparación de los datos: sistema TALOS frente a CALMOR

A continuación, se analizarán y contrastarán los datos recopilados a través de ambos sistemas. Es importante destacar que incluso una pequeña diferencia entre 5 y 8 milésimas en el alcance puede resultar en una variación de 100 a 200 metros en la distancia, lo que puede tener un impacto significativo en la eficacia del disparo, ya que el radio de explosión es de 50 metros. (Anexo IV)

MORTERO 1	SISTEMA TALOS	CALMOR
DERIVA	6272 <sup>00</sup>	6281 <sup>00</sup>
ALCANCE MILESIMAS	1315 <sup>00</sup>	1310 <sup>00</sup>
DISTANCIA	1481 metros	1380 metros
CORRECCIONES	SI	NO

*Tabla 3: Datos de tiro M1 (Elaboración propia)*



MORTERO 2	SISTEMA TALOS	CALMOR
DERIVA	6290 <sup>00</sup>	6287 <sup>00</sup>
ALCANCE MILESIMAS	1315 <sup>00</sup>	1312 <sup>00</sup>
DISTANCIA	1841 metros	1830 metros
CORRECCIONES	NO	NO

*Tabla 4: Datos de tiro M2 (Elaboración propia)*

MORTERO 3	SISTEMA TALOS	CALMOR
DERIVA	6303 <sup>00</sup>	6313 <sup>00</sup>
ALCANCE MILESIMAS	1040 <sup>00</sup>	1051 <sup>00</sup>
DISTANCIA	1480 metros	1492 metros
CORRECCIONES	NO	NO

*Tabla 5: Datos de tiro M3 (Elaboración propia)*

En resumen, se puede notar que, en el primer mortero, al emplear el sistema TALOS, el disparo excedió la distancia calculada, lo que requirió una corrección. Por otro lado, al utilizar el cálculo inicial de datos con la CALMOR se obtuvieron resultados precisos desde el principio, lo que permitió lograr un disparo efectivo.

En esta ocasión, no fue posible realizar comparaciones con objetivos imprevistos ya que no se presentaron. En el caso de los objetivos planeados, la necesidad de corrección con el TALOS resultó en un mayor tiempo requerido para lograr un disparo efectivo en comparación con el uso de la CALMOR.

Con el fin de evaluar resultados en objetivos imprevistos, se emplearon ambos sistemas para el tema táctico de Batallón. En él se designaron objetivos específicos para las distintas compañías de fusiles durante los diferentes momentos de la maniobra. Para este propósito, se elaboró un plan de fuegos que especifica la cantidad de proyectiles para cada objetivo o para cada acción de fuego. (Ver tabla 6)

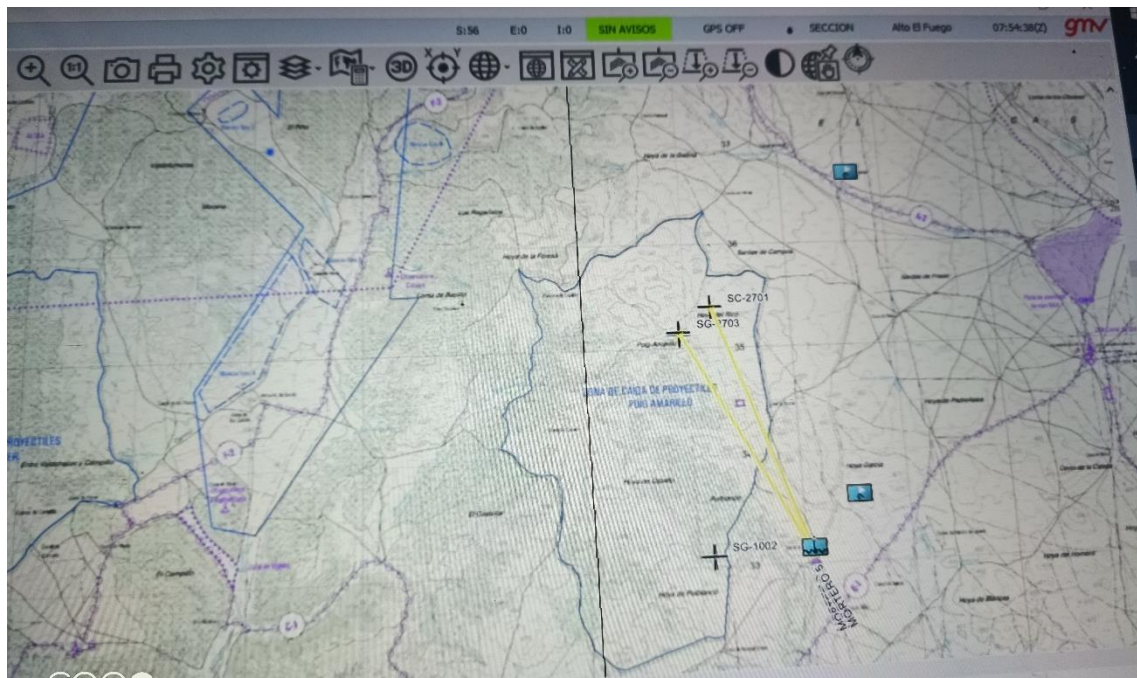


DEFINICIÓN DE LAS ACCIONES DE FUEGOS (OBJETIVOS PLANEADOS)						
Acción de Fuego Tipo (AFT)	Barrera de Humo Tipo (BHT)			Acción de iluminante Tipo (AIT) 300m de iluminación continua 3'		
Neutralización de una POSDEF: 2min	Cortina de humo 200m-1' 30"			6 GR. Ilu. 81mm		
4 GR. HE. 120mm	8 GR. SMK, 81mm			Ilu: iluminante		
HE: High Explosive	SMK:					
	AFT MM120	BHT MM120	AIT MM120	AFT MM81	BHT MM81	AIT MM81
Unidades	10	1	1	2	6	1
TG S. Q.	2	1		2	1	
JABALI	3				2	
URO	1					
OSO	3				2	
RECO	1				1	
MM			1			1

*Tabla 6: Definición Acciones de Fuego*

En la segunda fila se detalla la cantidad de granadas asignadas a cada acción de fuego, según el efecto deseado. Por ejemplo, en una AFT se asignan cuatro granadas explosivas (HE). A continuación, se especifica cuántas acciones de fuego están disponibles, lo cual depende de la cantidad de munición que se tiene, así como a qué unidad se destinan.

Los objetivos del ejercicio se muestran marcados con una cruz en la figura 21.



*Ilustración 22: Objetivos Tema Táctico de Batallón (Elaboración propia)*





Los datos obtenidos con el sistema TALOS y la CALMOR se resumen en las tablas 7,8,9,10. Hay que destacar que solo se van a hacer comparaciones con los resultados obtenidos en dos morteros, aunque en la realidad hicieron fuego seis piezas. En estas tablas se compara la elevación y grados (datos de tiro) y la distancia al enemigo que se obtienen con la CALMOR y con el TALOS, y la eficacia de ellos, es decir, si estos datos hay que corregirlos o no.

*Tabla 7: Datos de tiro M5 para O3 (Elaboración propia)*

MORTERO 5	SISTEMA TALOS	CALMOR
DERIVA	0149	0147
ALCANCE MILESIMAS	1218	1210
DISTANCIA	2466	2265
CORRECCIONES	SI	NO

*Tabla 8: Datos de tiro M6 para O3 (Elaboración propia)*

MORTERO 6	SISTEMA TALOS	CALMOR
DERIVA	0142	0143
ALCANCE MILESIMAS	1232	1234
DISTANCIA	2462	2474
CORRECCIONES	NO	NO

*Tabla 9: Datos de tiro M5 para O4 (Elaboración propia)*

MORTERO 5	SISTEMA TALOS	CALMOR
DERIVA	0309	0312
ALCANCE MILESIMAS	1235	1240
DISTANCIA	2374	2470
CORRECCIONES	SI	NO

*Tabla 10: Datos de tiro M6 para O4 (Elaboración propia)*

MORTERO 6	SISTEMA TALOS	CALMOR
DERIVA	0302	0300
ALCANCE MILESIMAS	1248	1246
DISTANCIA	2368	2357
CORRECCIONES	NO	NO



Para poner a prueba la eficacia del sistema TALOS se hizo fuego sobre un objetivo imprevisto. Los resultados se recogen en la tabla 11.

*Tabla 11: Datos Objetivos Imprevistos (Elaboración propia)*

	SISTEMA TALOS	CALMOR
TIEMPO CÁLCULO DATOS	1'30"	40"
TIEMPO EFICACIA	3'	1'50"
CORRECCIONES	SI	NO

Los datos evidencian de manera inequívoca que la CALMOR es un dispositivo con un programa altamente eficiente a la vez que accesible. El personal se encuentra profundamente familiarizado con su funcionamiento y, la calculadora misma proporciona las herramientas necesarias para poder ingresar los datos de la ubicación del enemigo de manera expedita, realizando cálculos con un alto nivel de eficacia.

En ambas situaciones se identificó un problema significativo: la incapacidad de coordinar simultáneamente los fuegos de varios orígenes. El subsistema Técnico del TALOS no dispone de una función que permita mostrar medidas de coordinación, ni ofrece la capacidad de trazar rutas para las maniobras. Se experimenta una complicación en el inicio de operaciones y en la integración de todas las unidades en el subsistema TALOS Técnico, lo que resulta en una disminución de la eficiencia durante los ejercicios. Además, no es posible compartir información de disparo idéntica para dos piezas diferentes cuando se están dirigiendo hacia objetivos comunes.

Además, el proceso de corrección resulta poco intuitivo, ya que requiere el uso del vector (morteros embarcados) para agilizar el procedimiento, lo que le convierte en un programa extremadamente lento. En esencia, se trata de un software diseñado originalmente para la Artillería, y su eficacia se ve comprometida cuando se aplica a las operaciones de fuego indirecto de la Infantería, lo que limita su agilidad y eficacia.

A esto se le suman las transmisiones. El Sistema TALOS también facilita la transferencia de información necesaria para llevar a cabo operaciones de Infantería basada en los apoyos de fuegos. Esta comunicación se basa en la Red Radio de Combate (RRC), que actualmente utiliza la tecnología PR4-G5. No obstante, la ventaja clave de este sistema es la capacidad de transmitir toda esta información sin requerir dispositivos de comunicación, que es como se está haciendo actualmente. En este ejercicio la vía de comunicación fue la PR4G en vez de utilizar la propia comunicación del TALOS debido a la falta de PDAs en la sección.

La limitación de operar en una sola banda de frecuencia, en otras palabras, la característica simplex de la PR4G, significa que la comunicación de voz tiene prioridad. Es decir, en caso de necesitar enviar un mensaje o un archivo a través del chat del subsistema técnico y alguien está utilizando la comunicación de voz, el mensaje se interrumpirá y se perderá por completo. Además, se debe tener en cuenta que depender de dispositivos CIS, como los radioteléfonos, aumenta la dificultad de transmitir información debido a factores como interferencias o ruidos causados por vehículos o incluso personal. Por lo tanto, es crucial mejorar y expandir las capacidades del sistema de comunicación, ya que es fundamental para el funcionamiento adecuado del sistema.



En ciertas circunstancias, la falta de equipo adecuado podría ser mitigada con el apoyo del arma de Artillería, ya que cuentan en dotación con el material necesario: telémetro láser y terminal TALOS, como se hizo en el tema de Brigada. Además, la colaboración con la otra arma del Ejército resultaría en ahorros significativos tanto en términos de recursos materiales como de personal para un Batallón de Infantería, lo cual es una deficiencia notable en la situación actual. Como resultado, el análisis de riesgos presentado en el apartado 4.2.3 se modificaría, dado que ciertos riesgos, como la falta de recursos, podrían ser abordados. En cuanto a los riesgos que no carecían de soluciones o alternativas, como la posible ralentización de la apertura de sistema o la transmisión de datos, se plantea la opción de cambiar la sección de morteros a pie a morteros embarcados (CARDOM).



## 5 CONCLUSIONES

El análisis detallado realizado a lo largo de este estudio ha revelado que la implementación del sistema TALOS en las unidades ligeras de morteros de Infantería no conlleva el nivel de beneficios esperado. De hecho, su implementación ha revelado nuevas limitaciones que anteriormente no existían o no se esperaban. Estas limitaciones se han evidenciado gracias a las pruebas llevadas a cabo en una situación de fuego real.

La CALMOR destaca por ser un dispositivo altamente accesible y eficiente, lo que se traduce en un alto nivel de familiaridad por parte del personal y la capacidad de ingresar rápidamente datos sobre la ubicación del enemigo, realizando cálculos de manera efectiva.

El Sistema TALOS permite realizar diversas funciones, como el almacenamiento de datos importantes en un ordenador, incluyendo información sobre el cálculo de disparos, el inventario de municiones y las correcciones necesarias. En sistemas previos, como la CALMOR, estos datos solían registrarse con urgencia por un operador, quien también tenía que llevar a cabo los cálculos correspondientes y posteriormente transmitirlos a las piezas de morteros pertinentes.

El sistema TALOS presenta un problema importante relacionado con la coordinación de los fuegos desde distintas piezas. El subsistema técnico carece de funciones esenciales, como la capacidad de mostrar medidas de coordinación y de trazar rutas para maniobras. Esto conduce a complicaciones en el inicio de operaciones y la integración de unidades en este subsistema, disminuyendo la eficiencia operativa.

Además, el software presenta un proceso de corrección poco intuitivo, especialmente al aplicarlo en las operaciones de fuego indirecto de la Infantería.

En cuanto al equipo actualmente en uso, se plantea la necesidad de reemplazar el sistema operativo de los PC y las PDAs que se utilizan en las unidades del Ejército de Tierra. Estos dispositivos tienen hardware y software que son bastante limitados en términos de capacidad, lo que ocasiona numerosas interrupciones una vez que se ejecuta el programa informático del sistema TALOS.

La colaboración con la Artillería se presenta como una solución viable en ciertos casos, ya que cuentan con el equipo necesario. Esta colaboración podría resultar en ahorros significativos tanto en recursos materiales como de personal en las unidades de Infantería.

### 5.1 LÍNEAS FUTURAS

Con el objetivo de fortalecer y perfeccionar las herramientas propuestas, se plantean diversas áreas de investigación que deberían ser exploradas en el futuro:

- ➔ Para el máximo aprovechamiento del sistema TALOS, lo ideal sería la integración de los morteros en la malla de Artillería, buscando la compatibilidad entre ambas versiones.
- ➔ Posible utilización de drones para localizar y adquirir objetivos para facilitar la conducción de las operaciones al jefe de Batallón, sobre todo para los objetivos imprevistos.
- ➔ Estudio para analizar la viabilidad de la implementación de CARDOM en vez de morteros desplegados en tierra.

Para finalizar, como se ha observado, la implementación del sistema TALOS en las unidades de morteros aún no ha logrado un alcance generalizado dentro de la Infantería.



## 6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Alonso, Cabo 1o, [Calculador Telemetrista]. (2014). *Sección de morteros pesados*. Regimiento de Infantería Ligera Palma 47, El 47.
- [2] Mando de Adiestramiento y Doctrina (2020). *MI-103 Unidades de morteros*. Granada: MADOC
- [3] Mando de Adiestramiento y Doctrina. (2013). *DIDOM\_IIAA06 Concepto para el empleo de morteros automatizados*. Granada: MADOC
- [4] Mando de Adiestramiento y Doctrina (2019). *PD4-103 Anexo B-Cía. Mando y Apoyo BCZM*. Granada: MADOC
- [5] Mando de Adiestramiento y Doctrina (2021). *MA-103 Manual de adiestramiento de unidades de morteros*. Granada: MADOC
- [6] Mando de Adiestramiento y Doctrina (2021). *MP-001 Tiro de morteros*. Granada: MADOC
- [7] Mando de Adiestramiento y Doctrina (2017). *Or7-016 Tiro de Morteros*. Granada: MADOC
- [8] Mando de Adiestramiento y Doctrina (2021). *MP-001 Anexo D-Tablas de tiro de morteros*. Granada: MADOC
- [9] GMV-TALOS-MU-TécnicoPC-v\_2\_5 (2011). *Manual de uso interno*
- [10] GMV-TALOS-MU-TécnicoPC-v\_2\_8\_TA7 (2011). *Manual de uso interno*
- [11] GMV-TALOS-MU-TécnicoPDA (2011). *Manual de uso interno*
- [12] GMV-TALOS2-DDI\_v-1\_0 (2011). *Manual de uso interno*
- [13] Mando de Adiestramiento y Doctrina (2009). *A- 254 CALMOR*. Granada: MADOC
- [14] *SWOT Tool*. (s. f.). Disponible en: <https://dafo.ipyme.org/Dafos>
- [15] Ortega, C. (2023). Análisis de riesgos: qué es y cómo realizarlo. *QuestionPro*. Disponible en: <https://www.questionpro.com/blog/es/analisis-de-riesgos/>
- [16] Academia General Militar (2023). *Oficina de proyectos*. Zaragoza: AGM
- [17] Roldán, P. N. (2022). Modelo de Kano. *Economipedia*. Disponible en: <https://economipedia.com/definiciones/modelo-de-kano.html>
- [18] Academia General Militar (2021/2022). *Calidad*. Zaragoza: AGM



## 7 ANEXOS

### 7.1 ANEXO I

*Tabla 12: ANEXO I: Tipos de unidad (Elaboración propia)*

<b>TAMAÑO</b>	<b>SIGNIFICADO</b>
•	Escuadra
• •	Pelotón
• • •	Sección
I	Compañía/Batería
I I	Batallón/Esquadrón
I I I	Regimiento/Grupo
X	Brigada
XX	División
XXX	Cuerpo de Ejército
XXXX	Ejército



## 7.2 ANEXO II CALMOR

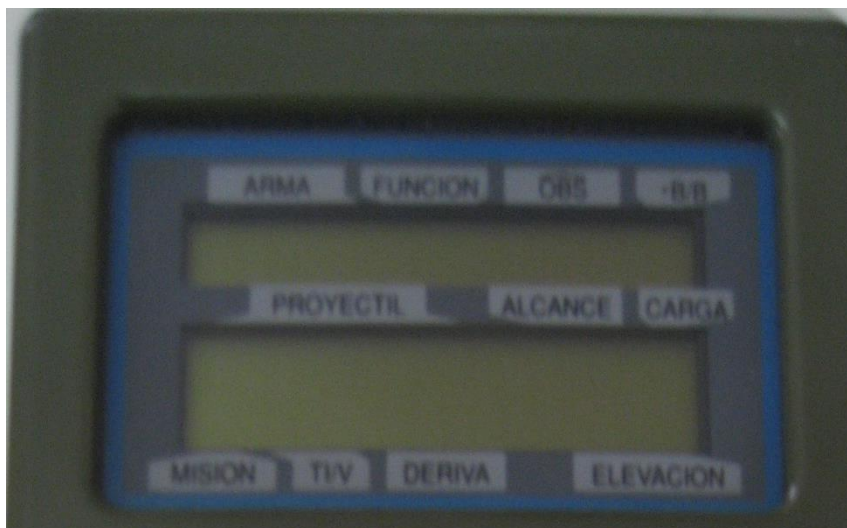


Ilustración 23: ANEXO II: Pantalla CALMOR

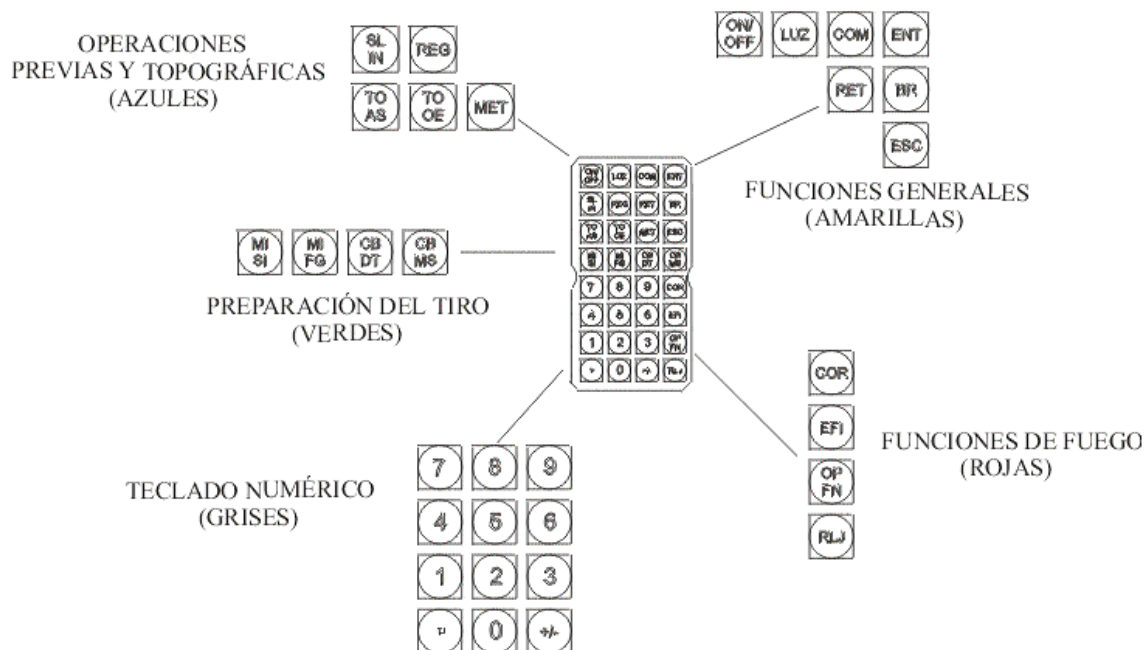


Ilustración 24: ANEXO II: Explicación CALMOR

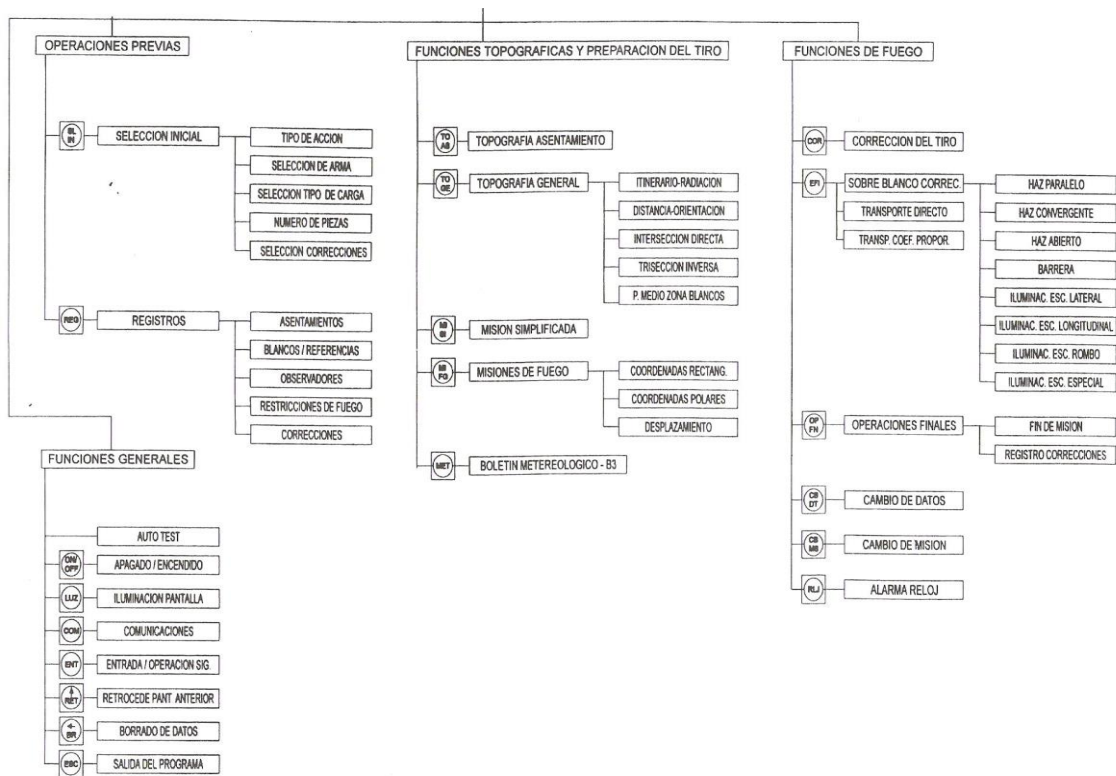


Ilustración 25: ANEXO II: Funciones CALMOR





## 7.3 Anexo III ANÁLISIS DE RIESGOS



Centro Universitario

de la Defensa

Zaragoza

Análisis de riesgos

Título Proyecto:

SISTEMA TALOS

Jefe de Proyecto:

MONICA LACASTA LOPEZ

Evaluación de riesgos

ID	Descripción riesgo	Categoría riesgo	Causa del riesgo	Impacto (H,M,L)	Probabilidad (1,2,3)	Clase riesgo	Efectos riesgo	Medida / Alternativas	Clase riesgo tras medida
1	BATERÍAS AGOTADAS	CALIDAD	La utilización del sistema consume mucha batería	H	3	3H	Si no hay batería, el sistema se apaga y no calcula los datos de tiro necesarios	ADQUISICIÓN DE BATERÍAS ESPECÍFICAS	1M
2	PDA's INSUFICIENTES	COMPRAS	Cada mortero necesita una PDA distinta	M	2	2M	Si un mortero no tiene PDA no hay manera de hacer llegar los datos de tiro sin radio/móvil	MOVILES CON APP ATAK	2M
3	FALTA DE RECURSOS (RADIOS)	COMPRAS	El Jefe de la sección de morteros necesita mínimo 3 radios	M	3	3M	Es inviable que un Jsecc lleve 3 radios distintas	PETICIÓN A OTRAS Uds DE RADIOS	3L
4	SOBRECOSTES EN LA ADQUISICIÓN DE LOS MEDIOS NECESARIOS	COSTE	Es un sistema con una gran necesidad de recursos para los que es posible que no haya presupuesto	L	2	2L	Necesidad de medios para poner en funcionamiento el sistema	ESTUDIO PARA REDUCIR AL MÍNIMO EL MATERIAL NECESARIO PARA COMBATIR	3L
5	RALENTIZACIÓN EN LA APERTURA SISTEMA	DESARROLLO	El sistema pesa demasiado para los soportes que se tienen	H	3	3H	Al no abrirse el programa, los datos de tiro llegan más tarde, por lo que hay más tiempo sin hacer fuego	NO HAY PROPUESTA	3H
6	LENTA TRANSMISIÓN DE DATOS	DESARROLLO	El sistema pesa demasiado para los soportes que se tienen	H	3	3H	Si tarda la transmisión de datos desde el observatorio a las piezas, estas tardan más en hacer fuego	NO HAY PROPUESTA	3H
7	FALTA DE COBERTURA	CALIDAD	Muchos lugares de los CMT no tienen cobertura	L	2	2L	Necesidad de cobertura para la transmisión de datos	NO HAY PROPUESTA	2L

Ilustración 26: ANEXO III: Tabla de riesgos

### Matriz riesgos proyecto

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

### Estadística

Clase riesgo	Número
<b>Crítico</b>	<b>3</b>
<b>Alto - medio</b>	<b>1</b>
<b>Medio</b>	<b>3</b>
<b>Bajo</b>	<b>0</b>
<b>Total:</b>	<b>7</b>

Ilustración 27: ANEXO III: Matriz de riesgos



## 7.4 ANEXO IV TALOS

EFICACIA

DATOS DE TIRO

Pieza	Deriva	Ángulo	Graduación	Estado	Disparo	Fuego	Datos
MORTERO 1	6272	1315	---				---
MORTERO 2	6290	1315	---				---

Flecha Max: 1812 m  
 Distancia [Tiempo]: 1481m[33 s]  
 Distribución: [Haz Convergente]  
 Control: AMO

Nº Projectiles: 1  
 Carga: + 2  
 Bolet in-Indices: NO / NO

Projectil: + Granadas Morteros 120 Rompedor M-AE-85  
 Espoleta: + Percusión MT120 M-85 [PD]  
 9 Observaciones-OAV 1: 1

2 Ordenar Fuego  
 0 Cancelar

ALTO EL FUEGO

1-Configuración 2-Datos 3-GPS 4-Tiro 5-Peticiones 6-GIS 7-Mensajes 8-Aviso

Ilustración 28: Datos obtenidos en el TALOS para el objetivo 1 (O1) (Elaboración propia)

TALOS

Salir [F5] S:50 E:0 I:0 SIN AVISOS GPS OFF SECCION Alto El Fuego 07:19:45(2) 9TV

SG-1002 (AMO)

EFICACIA

DATOS DE TIRO

Pieza	Deriva	Ángulo	Graduación	Estado	Disparo	Fuego	Datos
MORTERO 3	6303	1040	---				---

Flecha Max: 1093 m  
 Distancia [Tiempo]: 1480m[22 s]  
 Distribución: [Haz Convergente]  
 Control: AMO

Nº Projectiles: 1  
 Carga: + 1  
 Bolet in-Indices: NO / NO

Projectil: + Granada Rompedora morteros 81mm MAE84  
 Espoleta: + Percusión M-85 [PD]  
 9 Observaciones-OAV 1: 1

2 Ordenar Fuego  
 0 Cancelar

ALTO EL FUEGO

Ilustración 29: Datos obtenidos en el TALOS para O1 (Elaboración propia)



Pieza	Deriva	Ángulo	Graduación	Estado	Disparo	Fuego	Datos
MORTERO 5	0149	1218					

Flecha Max: 1825 m  
 Distancia [Tiempo]: 2466m[35 s]  
 Distribución: [Haz Convergente]  
 Control: AMO  
 Nº Projectiles: 1  
 Carga: + 3  
 Bolet in-Indices: NO / NO  
 Proyectil: + Granada Rompedora morteros 81mm MAE84  
 Espoleta: + Percusión M-85 [PD]  
 9 Observaciones-OAV 1: 1

2 Ordenar Fuego    0 Cancelar  
 ALTO EL FUEGO

Ilustración 30: Datos obtenidos en el TALOS para O3 (Elaboración propia)

Pieza	Deriva	Ángulo	Graduación	Estado	Disparo	Fuego	Datos
MORTERO 6	0142	1232					

Flecha Max: 1842 m  
 Distancia [Tiempo]: 2462m[35 s]  
 Distribución: [Haz Convergente]  
 Control: AMO  
 Nº Projectiles: 1  
 Carga: + 3  
 Bolet in-Indices: NO / NO  
 Proyectil: + Granadas Morteros 120 Rompedor M-AE-85  
 Espoleta: + Percusión MT120 M-85 [PD]  
 9 Observaciones-OAV 1: 1

2 Ordenar Fuego    0 Cancelar  
 ALTO EL FUEGO

Ilustración 31: Datos obtenidos en el TALOS para O3 (Elaboración propia)





The screenshot shows the TALOS system interface with the following data:

DATOS DE TIRO		Deriva	Ángulo	Graduación	Estado	Disparo	Fuego	Datos
Pieza	MORTERO 5	0309	1235	---				

Additional data fields:

- Fecha Max: 1846 m
- Distancia [Tiempo]: 2374m[35 s]
- Distribución: [Haz Convergente]
- Control: AMO
- Nº Projectiles: 1
- Carga: + 3
- Bolet in-Indices: NO / NO
- Rec. OT: [Empty]
- Proyectil: + Granada Rompedora morteros 81mm MAE84
- Espoleta: + Percusión M-85 [PD]
- 9 Observaciones-OAV 1: 1
- Buttons: 2 Ordenar Fuego, 0 Cancelar
- ALTO EL FUEGO
- Bottom bar: 3-GPS, 4-Tiro, 5-Peticiones, 6-GIS, 7-Mensajes, 8-Aviso

Ilustración 32: Datos obtenidos en el TALOS para O4 (Elaboración propia)

The screenshot shows the TALOS system interface with the following data:

DATOS DE TIRO		Deriva	Ángulo	Graduación	Estado	Disparo	Fuego	Datos
Pieza	MORTERO 6	0302	1248	---				

Additional data fields:

- Fecha Max: 1862 m
- Distancia [Tiempo]: 2368m[36 s]
- Distribución: [Haz Convergente]
- Control: AMO
- Nº Projectiles: 1
- Carga: + 3
- Bolet in-Indices: NO / NO
- Rec. OT: [Empty]
- Proyectil: + Granadas Morteros 120 Rompedor M-AE-85
- Espoleta: + Percusión MT120 M-85 [PD]
- 9 Observaciones-OAV 1: 1
- Buttons: 2 Ordenar Fuego, 0 Cancelar
- ALTO EL FUEGO
- Bottom bar: 5-Peticiones, 6-GIS, 7-Mensajes, 8-Aviso

Ilustración 33: Datos obtenidos en el TALOS para O4 (Elaboración propia)