

Trabajo Fin de Grado

La dificultad del tiro en la sección de morteros del
BCZM: Estudio sobre la implementación del fuego
automatizado

Autor

Juan Rodríguez Díaz

Directora académica: Doctora D^a. Julia Herreros Albillos
Director militar: Capitán D. Luis Javier Orgaz Fustero

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar
2020

Resumen:

Los morteros se han apuntado de forma manual desde su invención, sin embargo, pese a la habilidad alcanzada por el personal operador de morteros para llevar a cabo la misión sin importar lo difícil que sea la preparación del mortero o el cálculo de los datos de tiro, el tiro de mortero manual ha quedado relegado a un segundo plano.

Los sistemas de fuego automático son los más empleados en el espectro militar mundial, y las unidades militares de montaña de España no pueden permitirse quedarse retrasados en este campo. Para ello, en este TFG se va a analizar las dificultades a las que se enfrenta el personal de morteros al trabajar con los morteros de forma manual y se va a proponer una nueva orgánica para la Sección de morteros basada en el sistema ALAKRAN como sistema de tiro automático.

Abstract:

Mortars have been aimed manually since its invention, however, even though the ability acquired by the mortar operators for accomplish their missions without minding the difficulty of the preparation of the mortar or the calculation of the fire data, the manual mortar fire has been relegated to second plane.

Automatic fire systems are the most used in the whole global military spectrum, and the Spanish mountain military units' can't afford to fall behind in this matter. For this reason, the difficulties that are handled by the mortar units due to working with them manually are going to be analyzed in this end of degree project and a new organization for the mortar Platoon will be proposed, basing this organization in the ALAKRAN automatic fire system.

Agradecimientos

A todas las personas que me han ayudado en la corrección y elaboración del TFG, en especial la doctora Julia Herrero que hasta el último momento estuvo aportando para sacar el trabajado adelante pese a la distancia.

A todo el personal del Batallón de Cazadores de Montaña “Montejurra”, que durante las prácticas externas tuvieron una disposición permanente para aportar información y compartir sus conocimientos desde el primer día de las prácticas hasta el último.

Al Capitán Luis Javier Orgaz y a los Tenientes Del Campo y Ferradás, por ayudarme en mis primeros pasos en la unidad y ser constante ejemplo de cómo debe ser un futuro mando del Ejército de Tierra.

A toda mi familia que desde casa me siguieron apoyando y pese a la dificultad de la situación permanecían en contacto conmigo dando ánimos.

Dedicatoria

A mi familia, que me han acompañado durante todos los años que he realizado de formación en la Academia General Militar, sin la ayuda de ellos, no habría llegado a donde estoy ahora.

A todos mis amigos del grupo Oasis, que siempre me han apoyado desde la distancia. Gracias a su apoyo he podido enfrentar los problemas que surgían en mi travesía ya que en los momentos difíciles siempre estaban a mi lado.

Índice

1. Introducción.....	7
1.1 Objetivos del proyecto.....	8
1.2 Metodología.....	8
2. Estudio del estado del arte	9
3. La automatización del fuego de morteros	10
3.1 Atributos de los morteros a analizar	13
4. Análisis de riesgos: Valoración de problemas.....	17
5. Estudio de soluciones de países con medios de montaña y diferentes medios.....	22
6. Requisitos propios y propuesta de soluciones	25
7. Elección y propuesta.....	34
8. Conclusiones.....	37
9. Bibliografía.....	39

1. Introducción

Desde el comienzo de las guerras mundiales y hasta nuestros días, los ejércitos se han dado cuenta de que se necesita contar con un arma capaz de ser empleada por la infantería y que permita atacar a un enemigo cubierto desde una posición a retaguardia, es gracias a este hecho que nacieron los morteros. La capacidad que tienen para disparar a grandes distancias, desde zonas a cubierto del fuego enemigo y que permite además, hacer fuego a enemigos con protección es lo que permite asegurar que el mortero es el mejor aliado para la acción de la infantería pasada, presente y futura. Con ello se pretende asegurar que los morteros de la sección de morteros del Batallón de Cazadores de Montaña sigan siendo elementos clave para el desarrollo del combate y para lograr la consecución de los objetivos militares del Ejército de España.

Este TFG se ha desarrollado durante las prácticas externas realizadas en el Batallón de Cazadores de Montaña “Montejurra” , durante estas prácticas se ha comprobado que el Batallón no tiene aun los medios que por plantilla orgánica debería tener, lo que fuerza a la Sección de Morteros medios a emplear sus morteros de forma manual, transportándolos en vehículos y continuando el despliegue a pie, donde no se pueda alcanzar el asentamiento planeado con los vehículos. El tener que apuntar el mortero de manera manual, da lugar a una serie de problemas como son la lentitud de hacer fuego efectivo, la falta de precisión, la pérdida de seguridad al disparar y la dificultosa continuidad en el tiempo, estos problemas deben solucionarse cuanto antes.

En el estado del arte se dan a conocer los medios actuales con los que cuentan las unidades de morteros en España. El Batallón “Montejurra” cuenta en su orgánica con vehículos portarmorteros CARDOM, pero en la realidad el Batallón cuenta con vehículos Hagglunds BV206 y Vamtac para transportar al personal de la Sección con los morteros.

Al contar con estos medios en la realidad, hace el trabajo de esta unidad más difícil, ya que tienen que desplazarse en un medio de transporte y luego desembarcar y asentar los morteros para poder hacer fuego.

Tras preguntar a profesionales del uso de los morteros, se detectaron los errores más comunes que aparecen al hacer un uso manual de los morteros. Con estos errores se pretende estudiar sus causas para poder proponer los medios que mejor los resuelvan.

Se estudian los medios con los que cuentan en la actualidad países con tropas de montaña para ver cómo estos países han resuelto problemas similares a los encontrados. Gracias a la comparación de los vehículos portamorteros y las granadas guiadas desarrolladas por estos países se obtiene un abanico de posibilidades entre las que poder plantear posibles soluciones.

Para poder decantarse por una solución u otra, se realiza una encuesta para obtener unos requisitos propios. A partir de ellos y junto a los medios analizados, se centra el trabajo en tres sistemas de fuego automático de mortero embarcado que cumplen gran parte de los requisitos. Gracias a estos últimos requisitos y la elección de medios, se termina procediendo a elegir al mejor de entre estos y haciendo una propuesta de Sección de morteros medios en base a un sistema de fuego automático de mortero.

1.1. Objetivos del proyecto

El objetivo de este TFG es resolver el problema de la dificultad de hacer fuego con el mortero de forma manual, y hacer una propuesta de medios que superen tanto a los que se emplean actualmente en la unidad, como a los que por plantilla orgánica se debería tener, de forma que las unidades de montaña cuenten con un vehículo portamorteros o un sistema mortero capaz de responder a sus necesidades y que les capacite para cumplir con creces todas las misiones que se les encomiende.

1.2. Metodología

Se han empleado diferentes herramientas para poder discernir entre qué medios aportaban soluciones ventajosas frente a las actuales y poder dar una solución adaptada a las necesidades.

Para ello en primer lugar se ha realizado un estudio del estado del arte consultando a expertos, leyendo revistas y analizando las fichas técnicas de medios de interés.

Posteriormente se realizaron encuestas entre el personal de la sección de morteros medios del Batallón “Montejurra” para analizar los problemas que se encuentran con los medios actuales y así poder comenzar el análisis de los medios, habiendo detectado unos problemas de partida.

A continuación se realizaron Técnicas de evaluación en una tabla de riesgos[1], en la cual se estudia un proceso y se proponen posibles fallos de este, para después proponer medidas que hagan disminuir su gravedad o su probabilidad de aparición, y análisis AMFE[2], este es un análisis de un medio o proceso para estudiar sus problemas, de donde se originan, darles una gravedad con valores numéricos y proponer soluciones a cada uno de los causantes de estos problemas para estudiar cuales son los más críticos y que se deben focalizar para después corregirlos, de esta manera se pretende analizar qué es lo que más se necesita solucionar y qué problemas se pueden tolerar más para así poder elegir los medios que solucionen los problemas detectados de la mejor forma posible.

Tras esto se realizaron análisis DAFO[2], el cual es un estudio de debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades que surgen al enfrentar un medio o solución a su

ambiente interno y externo, para poder analizar de manera objetiva las ventajas de unos medios frente a otros, brainstorming[1], consistente en proponer las ideas que antes surjan al hablar de un tema en concreto para de forma rápida tener posibilidades entre las que elegir, y metodología de toma de decisiones para terminar proponiendo la mejor solución a los problemas hallados de forma que den solución a los requisitos del Ejército español.

2. Estudio del estado del arte

Para conocer la tecnología propia y entender los problemas que tienen los morteros empleados por la sección de morteros del BCZM se va a proceder a explicar las principales características de estos.

El mortero es un arma principalmente de apoyo tanto a la ofensiva como la defensiva, por tanto, no es arma con la que se va a ganar la batalla, pero que sin embargo va a permitir dar un empuje a las fuerzas propias para lograr los objetivos militares propuestos. Esto lo consigue gracias a la forma de actuar que tiene, disparar granadas a gran alcance usando el tubo hueco de una longitud determinada que permite dar a las granadas que dispara una gran precisión a largo alcance. Está formado además por una placa base que se debe enterrar en el suelo para absorber el retroceso originado por los disparos y permitir que el mortero en conjunto no se mueva, de forma que se puede realizar disparos sucesivos con él asegurando que el mortero no ha cambiado la puntería que tenía. Para lograr esta precisión el mortero emplea tres elementos, uno es el afuste en forma de trípode, con dos husillos móviles y ajustables que permiten hacer pequeñas correcciones en la inclinación y posición del tubo del mortero, otro elemento es el jalón, consistente en una varilla que se clava al suelo siguiendo una orientación o referencia magnética empleado para poder referenciar los cálculos del mortero y finalmente el goniómetro, este elemento consta de varios mandos regulables en los que se introduce manualmente los datos de tiro obtenidos de los cálculos del equipo calculador. El modificar estos mandos regulables hace que el visor del goniómetro adquiera una inclinación y orientación única, de forma que cuando el visor del goniómetro apunta al jalón referenciado y los niveles del goniómetro se encuentran en sus límites, el disparo dará en el objetivo establecido [3].



Ilustración 1: Mortero ECIA 81mm. Fuente: Ejército de Tierra

Una peculiaridad a resaltar del mortero, y que lo convierte en una gran herramienta a emplear en montaña, es el disparo que realiza con ángulos de tiro mayores a los 45°, permitiendo por tanto un disparo que puede superar obstáculos de

terreno como puede ser la orografía escarpada del ambiente montañoso y además impactar con estos ángulos, de forma que puede abatir objetivos que se encuentren cubiertos por terreno y estructuras que de otra forma serian inalcanzables.

En montaña se emplea el mortero ECIA modelo LL de 81 milímetros (Ilustración 1), este modelo tiene un cañón de 1,45 metros tiene un alcance de 6400 metros y un peso total de 45,5 kg [4].

Vehículo embarcado en dotación en el ET: El mortero embarcado CARDOM de fabricación israelí embarcado en Vamtac S3 de 81mm (Ilustración 2) cuenta con 48 granadas en su santabárbara¹, esto es la capacidad que tiene para transportar su propia munición y realizar la acción de fuego. Realiza un tiro automático empleando un ordenador con un sistema de cálculo y el sistema unificado de apoyos de fuego TALOS en su modulo específico para morteros. Funciona en conjunto el GPS con un navegador inercial, que le permite saber su posición incluso sin señal satélite [5].



Ilustración 2: Mortero embarcado CARDOM. Fuente: Ejército de Tierra

Vehículo oruga de las unidades de montaña: El vehículo Hagglands BV 206 (Bandvagn) de la empresa Hagglands (Ilustración 3) es especialmente diseñado para emplearse en ambiente montañoso y está capacitado para desplazarse por nieve e incluso vadear en ambiente pantanoso o pasos de río. El Bandvagn NA-110 y NA-114 BT de la compañía Finlandesa Sisu Auto es usado por el ejército de su país. La versión



Ilustración 3: BV206S. Fuente: Ejército de Tierra

básica sirve como transporte de personal y equipo. Canadá los usa para sus GIAT CN 105 LG 1, cañones de artillería de campaña. Los países Bajos, Noruega y Reino Unido (royal marines) emplean este modelo para transportar sus morteros. Pueden ser equipados con la montura de anillo rotatoria NM165 para permitir el uso de armamento pesado, de forma que se pueden dar autoprotección a la vez que se transporta al personal embarcado con los morteros. Existe una nueva versión, el Hägglund BvS 10 Viking con mayores capacidades que el BV 206 [6] [7].

3. La automatización del fuego de morteros

Cuando se habla de la automatización del fuego de morteros, se hace referencia a emplear algún tipo de software que permita la introducción de los datos de tiro y estos

¹ Lugar dentro del vehículo militar donde se almacenan las granadas o proyectiles a emplear.

se apliquen de forma automática, sin intervención de los sirvientes de la pieza, en el propio mortero, de manera que los operadores de la pieza solo deban introducir los datos, cargar el mortero y dispararlo. Esto permite evitar los muchos errores que se pueden ir acumulando al manejar un mortero de forma manual.

Para este apartado se obtuvo información de dos lugares, uno es la experiencia del personal que más conoce sobre el empleo de los morteros, esto son los propios cabos y soldados que se especializan en su uso. El segundo lugar ha sido la obtención de información a través de las observaciones realizadas durante las prácticas externas en la unidad.

Los errores detectados de esas dos fuentes son:

-Defecto al asentar correctamente la placa base del mortero al suelo: esto causa que los disparos sucesivos alteren la posición del mortero y por tanto, no tiene la misma puntería y se pierde tiempo en tener que volver a apuntar el mortero a cada disparo realizado.

-Defecto al colocar el jalón o referencia: dado que el jalón debe ser colocado manualmente y empleando una brújula si se referencia con respecto a una referencia magnética se depende de la habilidad del que emplea la brújula para afinar con precisión donde colocar el jalón según la referencia dada. Un fallo de unos pocos metros en la colocación del jalón puede resultar en una pérdida de precisión de más de 50 metros en un disparo a largo alcance.

-Error al obtener los datos iniciales de tiro: para el cálculo de los datos de tiro se debe conocer la posición exacta del asentamiento de cada una de las piezas y del objetivo al que se quiere disparar, la inexactitud en la adquisición de estos datos va a originar fallos en los cálculos a realizar para obtener los datos de tiro con los que se va a disparar, de forma que cuanto más errónea sea esta información, más desviación se tendrá en el momento de alcanzar el objetivo a batir, aumentando el tiempo de realización de fuego y por tanto el tiempo de exposición del personal a fuegos de contrabatería enemigos.

-Error en la corrección de los fuegos: esto se debe a que los cálculos que se realizan solo se adaptan a la granada y al tipo de mortero usados, no se pueden aplicar fácilmente correcciones con respecto de la meteorología, de forma que un viento muy fuerte, lluvia o la poca presión del aire al emplearse los morteros en la montaña se provocan cambios en los datos de tiro que solo podrán ser introducidos después de realizar el tiro y no antes, perdiendo eficacia en el uso de los morteros.

La manera normal de proceder a la hora de añadir correcciones es disparar con un único mortero, la pieza directriz, y en función de dónde quede la granada con respecto al objetivo, se dará una corrección numérica en los datos iniciales de cálculo, estos se transmiten por radio para que lleguen al equipo calculador y este deberá traducir la

última información obtenida a nuevos datos de tiro que se introducen en los morteros, perdiendo mucho tiempo en realizar este proceso de obtención, transmisión y aplicación de la información.

Estos errores producidos por un uso manual del mortero se pueden solventar empleando un sistema de fuego automático:

-Los morteros automatizados pueden o no ser asentados en el suelo de forma automática, ya que pueden encontrarse embarcados en un vehículo, suprimiendo el error de mal asentamiento de mortero en el suelo, en el caso de permitir una colocación manual.

-El propio sistema es capaz de autocorregir los datos de tiro según su colocación para a cada tiro sucesivo ajustar los datos gracias a la información de sus sensores y así seguir apuntando al objetivo sin perder tiempo más que el de cargar y realizar fuego de nuevo.

-El jalón o referencia no es un problema, ya que el propio sistema cuenta con un GPS integrado con la suficiente precisión para asegurar que los datos de tiro obtenidos son referenciados correctamente en la realidad y en la pieza, de forma que el error humano no es un factor que reste eficacia en este aspecto [8].

-Los datos para realizar los datos de tiro son obtenidos de manera automática por el sistema, aunque siempre son indicados por el usuario del mortero, esto se debe a que los datos de la posición del asentamiento van a ser obtenidos de forma automática usando el GPS del sistema, mientras que los datos de la posición enemiga o blanco a batir son señalados por el tirador en el sistema, usando, entre otros medios, pantallas digitales inteligentes en las que poder indicar rápidamente el objetivo o introduciendo las coordenadas del objetivo.

-El error adquirido por las condiciones atmosféricas es solventado gracias a las estaciones meteorológicas con que cuentan estos sistemas de fuego en sus bases de datos. Al detectar las condiciones atmosféricas adversas, el propio cálculo de datos de tiro se adapta en función de la situación para asegurar la máxima precisión en el objetivo. Estas correcciones que pueden realizarse de manera manual no pueden competir con la rapidez de estos sistemas, ya que una corrección manual va a tardar en corregir la información obtenida y transmitírsela al mortero, mientras que las correcciones automáticas que detecte el sistema son transmitidas inmediatamente al mortero traducidas en nuevos datos de tiro, de forma que se gana en rapidez de adaptación al ambiente y en conseguir una mayor eficacia en el tiro.

Como se puede comprobar, todos los errores señalados a la hora de realizar el tiro van a terminar incidiendo en el tiempo que se emplea en realizar el fuego, la cantidad de munición consumida hasta poder hacer un tiro efectivo, la seguridad de las tropas empeñadas en hacer el fuego que se encuentran expuestas y la cantidad de veces que se debe obtener nuevos datos de tiro y realizar correcciones en los morteros. Estos son los principales atributos de los morteros a analizar en posteriores apartados.

3.1 Atributos de los morteros a analizar

Tras consultar a expertos en el empleo de los medios de morteros del Batallón de Cazadores de Montaña “Montejurra” se ha concluido en que los principales aspectos que más vulnerabilidad tienen a la hora de emplear los morteros son la rapidez, seguridad, precisión y continuidad en el tiempo. Se va a proceder a analizar cada uno de estos aspectos vulnerables para poder comprender su gravedad y necesidad de corrección:

-La rapidez: Con rapidez se quiere hacer referencia a todas las acciones realizadas que hacen cumplir con la acción de fuego de forma correcta en el menor tiempo posible, o por el contrario, las acciones que hacen perder tiempo o aumentar el tiempo necesario para cumplir la acción de fuego. Por tanto, la rapidez va a aparecer desde el primer momento en el que aparece la acción de fuego de morteros en la maniobra, ya que para usar los morteros es necesario recibir la orden o la indicación premeditada de que se va a realizar el fuego. La rapidez de realización de esta primera acción no se va a poder alterar ya sea empleando medios manuales o automáticos.

En un segundo momento la sección de morteros procederá a desplazar los morteros hasta la posición del asentamiento, ya sea en vehículo o a pie.

Una vez alcanzada la posición del asentamiento se debe desembarcar al personal de los vehículos y asentar los morteros en el suelo. Si los morteros son transportados en vehículos con la capacidad de realizar fuego embarcado, se ahorrará mucho tiempo a la hora de preparar el mortero para hacer fuego puesto que no tendremos que cavar en el suelo para colocar la placa base ni colocar el jalón referenciado. Además, los morteros embarcados cuentan con la capacidad de ser empleados de forma tradicional en caso de necesidad de la situación, de forma que el ser un mortero embarcado no implica su único uso sobre la plataforma vehicular.

Cuando el mortero está preparado para el tiro, se debe obtener los datos iniciales y calcular los datos de tiro para los morteros. Esta acción lleva un tiempo para realizarse correctamente, siendo reducido con la instrucción del personal encargado de realizar los cálculos aunque puede ser reducido aun más con la automatización de este proceso, ya que el cálculo realizado por un sistema que obtiene mucha de la información necesaria de forma automática, disminuye el tiempo de cálculo y el número de errores que pueden aparecer por el factor humano, aunque como se ha comentado, estos errores se pueden

reducir con una adecuada instrucción del personal y una previa preparación antes de la realización del tiro.

La siguiente acción a realizar será la introducción de los datos de tiro en los morteros, de manera que estos queden apuntados al objetivo. Para ello, si el mortero es operado de forma manual se debe transmitir la información de forma oral desde el equipo calculador al personal encargado de realizar esta acción y después introducirlo en el goniómetro del mortero y proceder a alinearlo con el jalón referenciado. Todo este proceso lleva un tiempo que se puede disminuir con la instrucción del personal involucrado, pero siempre va a tardar más que un sistema automatizado, puesto que en el momento en el que este calcula los datos de tiro, inmediatamente el mortero va a comenzar a apuntarse tomando esta información de forma completamente automática.



Ilustración 4: Fuego de mortero. Fuente: Ejército de Tierra

La carga del proyectil y el efectuado del disparo van a ser realizados de la misma forma en todos los morteros y no se ve afectado por la automatización (Ilustración 4).

Después del disparo se debe realizar la corrección del tiro, que se realiza obteniendo la calificación² del fuego realizado, esto es la información relativa a la distancia de separación que hay entre el lugar de impacto y el objetivo a batir, transmitida por radio por los observadores de fuego y su transformación en nuevos datos de tiro. Esto de forma manual se puede realizar a través de la transmisión radio de la información y su procesado para obtener los nuevos datos de tiro. De forma automática se podrá hacer si el sistema incluye una forma de transmitir la información del observador, directamente al mecanismo de cálculo del sistema, quitando el intermediario de por medio, y transmitiendo automáticamente los datos de tiro a la pieza que inmediatamente procede a su nuevo apuntado.

Este proceso se realiza el número de veces que sea necesario hasta lograr el efecto deseado con la pieza directriz. En el momento en el que se consiga hacer un blanco efectivo, se procede a dar datos de tiro al resto de las piezas de la sección y se comienza con la acción de fuego de la sección. De esto podemos concluir que un número menor de correcciones a realizar, se ve recompensado con una mayor rapidez para la realización de la acción de fuego.

² Información que dan los observadores del lugar de caída de la granada para permitir que se calculen nuevos datos de tiro más precisos.

Una vez realizada la acción de fuego, se realiza la recogida del mortero y el posterior abandono de la posición para proceder al siguiente asentamiento. Esta acción tiene los mismos tiempos y ventajas detallados al inicio de este apartado en función de si el mortero es transportado a pie, en vehículo o el vehículo permite el uso del mortero embarcado, afectando en función de ello a la rapidez de uso del mortero.

Se ha creado una tabla (Tabla 1) para recoger las ventajas y desventajas del fuego automático y manual en relación al momento en el que se encuentre de realización del fuego

Momento del proceso del fuego	Hacer fuego manual	Hacer fuego automático
Orden de realizar acción de fuego	No hay ventajas ni inconvenientes	No hay ventajas ni inconvenientes
Desplazamiento a asentamiento	No hay ventajas ni inconvenientes	No hay ventajas ni inconvenientes
Desembarcar y asentar mortero	No hay ventajas ni inconvenientes	No hay ventajas ni inconvenientes
Obtención de datos	Tiempo aumentado de cálculo	Tiempo reducido de cálculo
Apuntado de mortero	Posibilidad de cometer errores y lentitud de apuntado	Errores mínimos y rápida velocidad de apuntado
Carga de proyectil y fuego	No hay ventajas ni inconvenientes	No hay ventajas ni inconvenientes
Corrección del tiro	Tiempo de cálculo aumentado y apuntado de nuevo del mortero	Rápido cálculo y reapuntado del mortero
Fuego en eficacia	Mayor número de correcciones	Menor número de correcciones
Recogida del mortero	No hay ventajas ni inconvenientes	No hay ventajas ni inconvenientes

Tabla 1: Ventajas del fuego automático en el proceso del fuego. Fuente: Elaboración propia

-La seguridad: La forma de empleo de los morteros en montaña, va a determinar cómo va a ser la seguridad que se debe emplear. Al ser desplegada sola, la Sección de morteros debe darse su propia seguridad frente a las acciones enemigas, para ello los vehículos que se emplean cuentan con armamento incorporado en los vehículos y estos vehículos deben de enmascararse ocultando su presencia con redes miméticas o aprovechando el ambiente. A este aspecto la automatización del fuego no supone una ventaja en seguridad.

Por otra parte, la sección de morteros debe defenderse frente a las contrabaterías enemigas, esto se realiza cambiando de asentamiento antes de que el enemigo consiga calcular la posición de los morteros con los que se han efectuado los fuegos y realice el

fuego. Un mortero automático tiene la ventaja de poder ganar tiempo en la realización del fuego propio y por tanto permite abandonar antes un asentamiento y evitar de esta manera el fuego enemigo.

La Tabla 2 recoge las ventajas y desventajas de del fuego automático y manual en relación a la seguridad del mortero.

Seguridad del mortero	Hacer fuego manual	Hacer fuego automático
Vehículos enmascarados y con armamento	No hay ventajas ni inconvenientes	No hay ventajas ni inconvenientes
Evitar contrabaterías enemigas	Tardar más en hacer fuego y por tanto más tiempo de exposición	Tiempo reducido de exposición

Tabla 2: Ventajas del fuego automático en la seguridad. Fuente: Elaboración propia.

-La precisión: Como se ha comentado anteriormente, el fuego realizado de forma manual origina una cantidad de errores que van a terminar afectando, cada uno de diferente manera, a la precisión del tiro. Esto se puede evitar con la incorporación del fuego automático, puesto que el propio sistema se encarga de realizar todo el procedimiento de apuntado y cálculo de los datos de tiro, evitando de esta manera el error humano en la introducción de los datos y en el apuntado de las piezas. Por tanto, salvo caso de fallo del sistema, la automatización del fuego permitirá ganar una mayor precisión en la realización del fuego. Gracias a un aumento de la precisión se tiene un menor gasto de granadas antes de lograr afinar el tiro.

La Tabla 3 señala las ventajas y desventajas del uso de fuego automático frente al manual en relación a la precisión del mortero.

Precisión del mortero	Hacer fuego manual	Hacer fuego automático
Introducción de datos de tiro	Posibilidad de errores que disminuyan la precisión	Minimiza errores y proporciona una mayor precisión
Apuntado de las piezas	Posibilidad de errores que disminuyan la precisión	Minimiza errores y proporciona una mayor precisión

Tabla 3: Ventajas del fuego automático en la precisión. Fuente: Elaboración propia

-La continuidad en el tiempo: Con esto se hace referencia a la capacidad que tiene la Sección de morteros para operar a largo plazo y en menor medida, en el corto plazo. En corto plazo, la sección de morteros puede darse a sí misma una propia continuidad llevando la munición necesaria para realizar una acción de fuego. La

automatización del tiro de morteros solo facilita el apuntado sucesivo después de hacer fuego, no la carga de los morteros ni el transporte de la munición.

A largo plazo, se requiere de aporte de munición por parte de la Compañía de servicios para permitir a la Sección de morteros el continuar con su actuación, de forma que es necesaria una adecuada organización logística que permita su abastecimiento en un lugar y momento adecuado. La automatización del fuego de morteros no facilita esta complicación.

La Tabla 4 recoge las ventajas y desventajas de hacer fuego manual y automático en relación a la continuidad en el tiempo.

Continuidad en tiempo	Hacer fuego manual	Hacer fuego automático
Corto plazo	Corrección del fuego más lenta en tiro sucesivo	Tiro sucesivo más rápido
Largo plazo	No hay ventajas ni inconvenientes	No hay ventajas ni inconvenientes

Tabla 4: Ventajas del fuego automático en la continuidad. Fuente: Elaboración propia

Un aspecto que no se ha valorado en las tablas, ya que estas se centran en el estudio de las ventajas del fuego automático frente al manual, es que otros problemas pueden ser solucionados si se emplean vehículos para realizar los desplazamientos. Los sistemas de mortero automatizados empleados en la actualidad están embarcados en vehículo, de forma que adquiriendo un sistema mortero embarcado se da solución a los problemas no resueltos por el transporte de mortero a pie comentados anteriormente.

4. Análisis de riesgos: Valoración de problemas

A continuación se presenta el análisis de riesgos realizado en una matriz de riesgos en la que se evaluaban los diferentes problemas que pueden surgir por el empleo de los morteros en ambiente de montaña durante la realización de acciones de fuego. Para ello, se ha empleado como temática o clase para los riesgos los atributos vulnerables estudiados en anteriores apartados, estos son la rapidez, la precisión, la seguridad y la continuidad del fuego.

Para obtener cada riesgo se pensó en los problemas que podían dar los atributos vulnerables, de esta manera se fue obteniendo unos problemas y se analizaban sus posibles causas y efectos. Entonces se les añade dos valores relativos a la probabilidad de aparición y la gravedad del riesgo en caso de que apareciese este, de forma que la probabilidad tendrá un valor de 1 en caso de que sea poco probable de que aparezca y

Matriz de riesgos				
Probabilidad Aparición	3	1	3	3
	2	0	6	4
	1	0	1	1
		Bajo	Medio	Alto
		Impacto		

Datos	
Clase	Nº
Crítico	3
Alto	7
Medio	9
Bajo	0
Total	19

Tabla 5: Datos de riesgos antes de aplicar medidas correctivas. Fuente: Elaboración propia

por el contrario un 3 si hay una probabilidad muy elevada de que suceda este riesgo; por otro lado la gravedad estará valorada con una L (low) en caso de que el impacto sea bajo si surge este riesgo, M (medium) en caso de que tenga un impacto medio y H (high) en caso de que sea un impacto de mayor gravedad. En este estudio solo los riesgos en los que puede resultar gente herida se han marcado con un valor H. Empleando estos valores que se asignan a cada riesgo, se puede clasificar cada uno en riesgos críticos, altos, medios y bajos, siendo los críticos los más peligrosos y a los que se debe dedicar más medios para evitarlos y por contrapunto los riesgos bajos, pueden ser tan poco probables de suceder y de tan pequeño impacto que no merezca la pena prestarles mucha atención y no requieran de medidas correctoras o incluso se puede llegar a asumir su aparición.

Una vez los riesgos son identificados y valorados, se procede a introducir una o varias medidas correctoras a todos los riesgos, las cuales tienen por objeto reducir el índice de aparición del riesgo o su gravedad en caso de aparición. Tras introducir estas medidas, la valoración del riesgo va a cambiar, de forma que se realiza una revalorización de cada riesgo con los mismos criterios para analizar si se ha conseguido paliar los efectos de cada riesgo o no.

Matriz de riesgos tras implementar medida				
Probabilidad Aparición	3	0	0	0
	2	2	1	2
	1	5	6	3
		Bajo	Medio	Alto
		Impacto		

Datos tras medida	
Clase	Nº
Crítico	0
Alto	2
Medio	12
Bajo	5
Total	19

Tabla 6: Datos de riesgos tras aplicar medidas correctivas. Fuente: Elaboración propia

De esta forma en la matriz de riesgos realizada se puede comprobar que se han encontrado un total de 19 riesgos, de los cuales 3 eran críticos, 7 altos, 0 bajos y 9 eran medios (Tabla 5). Tras la introducción de las medidas correctoras se ha conseguido disminuir el número de riesgos críticos a 0 y el de altos a 2 por el contrario han aumentado el número de riesgos medios a 12 y el de riesgos bajos a 5 (Tabla 6).

Tomando como ejemplo dos de los riesgos estudiados en la matriz se va explicar el razonamiento detrás de estos riesgos. En primer lugar, se indica una descripción de cada riesgo junto con la categoría a la que pertenece, esto es la característica que más se ve afectada por este riesgo. A continuación se indica la causa del riesgo y se acompaña de los valores de impacto y probabilidad de aparición y se indica el efecto que tiene este riesgo.

Nº Riesgo	Descripción	Categoría	Causa del riesgo	Impacto	Probabilidad (1,2,3)	Clase de Riesgo	Efectos del riesgo	Medida	Clase de riesgo tras implementar medida
9	Datos de tiro introducidos son incorrectos	Precisión	Mal cálculo de los datos de tiro	H	2	2H	Un tiro realizado con datos de tiro incorrectos puede causar daños en lugares indeseados, y requerirá de más munición para ir corrigiendo el tiro	Usar métodos que obtengan los datos iniciales con precisión y una calculadora capaz de obtener los datos de tiro más óptimos y de forma correcta	1M
13	Personal bajo fuego enemigo al sufrir una emboscada durante la realización del fuego	Seguridad	Contar con poco armamento colectivo para aportar fuerte seguridad propia	H	3	3H	El personal de morteros puede sufrir bajas de personal si no podemos contestar con la suficiente potencia al fuego enemigo	Contar con armamento pesado en los vehículos empleados y tiradores adiestrados en su uso. En su defecto, una unidad de seguridad del batallón que cubra a la sección durante el fuego	1H

Tabla 7: Ejemplos 9 y 13 de la matriz de riesgos. Fuente: Elaboración propia

En los ejemplos aquí presentados (Tabla 7) se describen los riesgos de: Datos de tiro introducidos son incorrectos y Personal bajo fuego enemigo al sufrir una emboscada durante la realización del fuego. El primero es debido a que se han realizado mal los cálculos de los datos de tiro y el segundo se debe a que actualmente los medios de morteros cuentan con poco armamento colectivo que les permita realizar una fuerte seguridad propia. Estos riesgos se acompañan del efecto que generan, en estos dos casos el efecto del riesgo puede generar heridos o bajas propias y por tanto el impacto de estos dos riesgos es H (alto), aunque cada uno tiene una probabilidad de aparición diferente, por esto la clase de riesgo también es diferente para estos dos ejemplos.

Para los riesgos se proponen posteriormente medidas correctivas que permitan reducir la probabilidad de aparición de los riesgos o reducir su gravedad, en los casos tomados como ejemplo si se aplica la medida correctiva al riesgo 9 de usar medios automáticos de obtención de datos de tiro y de cálculo se puede reducir la probabilidad de aparición y la gravedad, ya que será menos probable que se alcances blancos que no se quieren abatir. En el riesgo 13 la medida correctiva propuesta es dotar a las unidades de armamento pesado para poder defendernos frente a emboscadas, de esta forma la probabilidad de que aparezca este riesgo se reduce, aunque la gravedad se mantiene ya que si la unidad es emboscada pueden causarse bajas.

Gracias a esta matriz de riesgos (Tabla 8) se ha podido analizar las vulnerabilidades del empleo de los morteros en ambiente de montaña y se han diseñado medidas que reducirán sus efectos. Estas medidas darán una buena idea sobre las necesidades que tienen los medios de morteros que se emplean en la actualidad y que posteriormente serán necesarias para poder elegir el mejor sistema mortero de entre todas las posibilidades que se estudiarán.

Nº Riesgo	Descripción	Categoría	Causa del riesgo	Impacto	Probabilidad (1,2,3)	Clase de Riesgo	Efectos del riesgo	Medida	Clase de riesgo tras implementar medida
1	No realizar planeamiento de la acción de fuego	Rapidez	Falta de interés y falta de planeamiento	H	1	1H	El tiro se retrasará mucho al tener que hacer desde cero los planeamientos de fuego y encontrar sobre la marcha un asentamiento adecuado	Planear adecuadamente las acciones de fuego para reducir al mínimo posible la incertidumbre	1L
2	No recibir la orden de inicio de movimiento para realizar el fuego	Rapidez	Falta de enlace o de medidas de coordinación suficientes	M	1	1M	El tiro se verá retrasado ya que tardará más en comenzar movimiento para llegar a la zona de asentamiento y comenzar el tiro	Asegurar el enlace radio antes de comenzar cualquier movimiento o en su defecto establecer medidas de coordinación horarias para que la acción de fuego se comience en el momento preciso	1L
3	Retrasarse en llegar a la zona de asentamiento por reducida velocidad de movimiento o dificultad del terreno	Rapidez	Medio de transporte empleado no se adaptaba a las necesidades del movimiento al lugar de asentamiento	H	2	2H	La acción de fuego puede ser retrasada si se llega tarde al lugar de asentamiento, o incluso imposible de realizar si no se puede encontrar un asentamiento al que se pueda llegar	Emplear vehículos confiables que puedan avanzar por terrenos difíciles y permitan transportar los morteros y granadas para realizar la acción de fuego	1H
4	Lentitud a la hora de asentar el mortero	Rapidez	Falta de instrucción del personal encargado de esta tarea	M	2	2M	El tiempo que se tarde en asentar el mortero es tiempo que estamos perdiendo para apoyar a nuestras tropas al no poder apuntar los morteros si no están asentados correctamente	Aumentar la instrucción del personal que realiza el asentamiento del mortero para agilizar este proceso	1M
5	Lentitud a la hora de colocar el jalón referenciado	Rapidez	Falta de instrucción del personal encargado de esta tarea	M	2	2M	El tiempo que se tarde en colocar el jalón es tiempo que estamos perdiendo para apoyar a nuestras tropas al no poder apuntar los morteros si no hay jalón o referencia que emplear	Aumentar la instrucción del personal que realiza el asentamiento del mortero para agilizar este proceso	1M
6	Inexactitud en la colocación del jalón referenciado	Precisión	Falta de instrucción o empleo de brújulas no precisas	M	2	2M	Si el jalón no está adecuadamente colocado con la referencia empleada para los cálculos, el mortero no se apuntará adecuadamente y realizaremos un tiro impreciso, perdiendo tiempo y munición hasta lograr impactar en el objetivo	Dotar de brújulas efectivas y asegurar una adecuada instrucción del personal que se encarga de esta tarea	1M
7	Inexactitud en la colocación de los datos de tiro en el goniómetro	Precisión	Falta de instrucción del personal encargado de esta tarea	M	2	2M	Si el goniómetro no tiene los datos de tiro correctos, el mortero se apuntará a donde no queremos, dependiendo de la magnitud del error puede haber una imprecisión muy grande	Más instrucción del personal que introduce los datos y luego apunta el mortero y revisar antes de apuntar, que se han introducido los datos correctos	1L
8	Desviación en el tiro debido a mala meteorología	Precisión	Mala meteorología no prevista en los cálculos de tiro	M	3	3M	El tiro realizado sin tener en cuenta la meteorología va a tener siempre una falta de precisión, más aún con la meteorología siempre adversa de la montaña	Emplear calculadoras de datos de tiro que pueden introducir este tipo de correcciones atmosféricas para obtener así datos preparados contra las adversidades meteorológicas	2L

9	Datos de tiro introducidos son incorrectos	Precisión	Mal cálculo de los datos de tiro	H	2	2H	Un tiro realizado con datos de tiro incorrectos puede causar daños en lugares indeseados, y requerirá de más munición para ir corrigiendo el tiro	Usar métodos que obtengan los datos iniciales con precisión y una calculadora capaz de obtener los datos de tiro más óptimos y de forma correcta	1M
10	Lentitud en la obtención de la corrección del tiro realizado	Rapidez	Mala transmisión de información entre observadores y calculadores	M	2	2M	Si no obtenemos una corrección rápida de los datos de tiro perdemos tiempo en apoyar adecuadamente a nuestras, dejándolos expuestos al fuego enemigo al no lograr la acción de fuego precisada	Utilizar medios de transmisión de información telemáticos y que además permitan interoperar con los medios de cálculo de datos de tiro	1L
11	Lentitud en el repliegue de un asentamiento	Rapidez	Falta de instrucción del personal en el momento de abandonar un asentamiento	H	2	2H	Si una vez realizamos el fuego no estamos listos para abandonar la posición podemos perder un tiempo vital para dejar una posición y empezar el desplazamiento hacia el siguiente asentamiento	Más instrucción del personal operador de las piezas y contar con vehículos que nos permitan iniciar el movimiento rápidamente tras acabar acción de fuego	1M
12	Recibir fuegos de contrabatería enemiga	Seguridad	Iniciar una acción de fuego y demorar demasiado en realizarla y abandonar el asentamiento	H	2	2H	Al comenzar la acción de fuego, las baterías enemigas comenzarán a rastrear el origen de nuestro fuegos, si no se abandona el asentamiento propio antes de que este sea localizado y se abra fuego podremos sufrir bajas personales	Realizar la acción de fuego de forma efectiva y rápida y contar con medios para embarcar y retirar al personal rápidamente al finalizar el fuego	1H
13	Personal bajo fuego enemigo al sufrir una emboscada durante la realización del fuego	Seguridad	Contar con poco armamento colectivo para aportar fuerte seguridad propia	H	3	3H	El personal de morteros puede sufrir bajas de personal si no podemos contestar con la suficiente potencia al fuego enemigo	Contar con armamento pesado en los vehículos empleados y tiradores adiestrados en su uso. En su defecto, una unidad de seguridad del batallón que cubra a la sección durante el fuego	1H
14	No poder realizar sucesivas acciones de fuego sin recibir apoyo	Continuidad	Tener una cantidad de munición limitada por el tamaño y peso del equipo y espacio disponible	H	3	3H	No poder realizar acciones sucesivas de fuego, significa que no se podrá continuar apoyando a las tropas propias hasta que la sección de morteros se haya reabastecido de la munición que necesita, dejando a las tropas propias expuestas	Dotar a la sección de morteros de vehículos con mayores capacidades de transporte de munición para poder realizar más acciones de fuego sin reabastecerse	2H
15	No poder realizar reabastecimiento con la logística propia	Continuidad	Tener un ambiente montañoso y vehículos inadecuados para realizar abastecimientos en montaña	H	3	3H	No poder reabastecer a la sección de morteros hará que su apoyo de fuego se interrumpa hasta conseguir enlazar con la cadena logística, de forma que no podrá prestar el apoyo que se precisa	Dotar al personal de abastecimiento de medios adecuados para el movimiento en montaña y con capacidad suficiente de carga para poder reabastecer de granadas a los morteros. También realizar buenos planeamientos de abastecimiento antes de comenzar los fuegos	2H
16	Sistemas automáticos no pueden apuntar correctamente	Precisión	Debido a fallos mecánicos, el sistema automático no es capaz de apuntar correctamente al objetivo	M	3	3M	No poder realizar o realizar inadecuadamente la acción de fuego al no poder poner el mortero en la posición de tiro necesaria a través del sistema automático de tiro	Realizar un adecuado mantenimiento preventivo para asegurar el correcto funcionamiento del mortero e instruir al personal para ser capaz de desembarcar el mortero y seguir realizando el tiro manual para dar continuidad al fuego pese a fallos mecánicos	2L
17	Sistema automático da datos de tiro incorrectos	Precisión	A causa de un mal funcionamiento de sensores del sistema no introduce los datos adecuados para el cálculo	M	3	3M	Se realizará fuego impreciso al tener mal calculados los datos de tiro, de forma que se deberá corregir varias veces el fuego hasta conseguir solventar este fallo inicial	Realizar un mantenimiento continuo de los sensores del sistema de cálculo para asegurar un perfecto funcionamiento durante la realización del fuego	2M
18	Sistema automático calcula de forma incorrecta	Precisión	A causa de un empleo de datos de tiro incorrectos de la granada, pieza, posición y meteorología, el sistema calcula datos incorrectos	L	3	3L	Se introducirá datos de tiro incorrectos en el mortero, de forma que el fuego será impreciso, y al corregir el fuego, este seguirá fallando durante largo tiempo ya que el sistema seguirá recurriendo a datos base incorrectos	Asegurar la actualización de la base de datos del sistema de cálculo del mortero automático, así mismo, asegurar que el personal que introduce los datos base de tipo de granada y enemigo, no introduzca datos incorrectos	1L
19	Mortero no puede apuntarse y realizar fuego	Precisión	Los sensores de posición del sistema de cálculo detectan que el sistema mortero se encuentra en una posición inadecuada, no puede adoptar la puntería óptima del mortero para hacer fuego	M	2	2M	Debido a que los sensores de posición del sistema de cálculo detectan que el sistema mortero se encuentra en una posición inadecuada, no puede adoptar la puntería óptima del mortero para hacer fuego, de forma que no puede hacer fuego hasta localizarse en un asentamiento adecuado	Realizar un buen planeamiento y estudio del terreno para buscar asentamientos que cumplan las necesidades de nuestros medios morteros embarcados. También tener una buena instrucción de los conductores y tiradores, para poder localizar asentamientos no óptimos y localizar soluciones	1M

Tabla 8: Matriz de Riesgos. Fuente: Elaboración propia

Analizando esta tabla se puede decir que la principal medida correctiva que se aplica a los problemas de precisión es adquirir un sistema morteros de fuego automático gracias a las ventajas que proveen.

Para los problemas derivados de la continuidad se puede decir que la principal medida correctiva es contar con medios capaces de ir por nieve y terreno difícil para poder reabastecer de la mejor manera posible a la Sección de morteros.

Los problemas derivados de la seguridad se solucionarán principalmente aplicando medidas correctivas consistentes en contar con vehículos capaces de portar su propio armamento y que puedan realizar fuego de manera automática para reducir el tiempo de exposición a las contrabaterías enemigas.

Los problemas derivados de la rapidez se solucionan aumentando la instrucción del personal responsable del apuntado de los morteros y contando con medios de fuego automático, que permiten realizar el apuntado de manera mucho más rápida y eficaz.

5. Estudio de soluciones de países con medios de montaña y diferentes medios

A continuación se va a realizar un estudio de los medios empelados por otros países, y de otros medios como los vehículos de cadena de goma y los proyectiles de mortero guiados y se realizará una tabla resumen en las que se incluirán algunas de las ventajas y problemáticas encontradas en cada uno de ellos. Los países analizados se han estudiado al ser países experimentados en el combate en ambiente nevado.

Estados Unidos y Rusia debido a su extenso terreno de diversas condiciones, los países del norte de Europa como Finlandia, países que comparten Los Alpes como Francia, Suiza e Italia son países que tienen tropas de montaña y tienen una elevada experiencia en el empleo de sus unidades en estos ambientes, es por este motivo que serán tomados como referencia para estudiar sus medios y proponer soluciones.

-Estados Unidos cuenta con morteros embarcados de la familia Soltam Cardom M1129 Stryker [9] de fuego automático embarcado en vehículo 8x8, también cuenta con armamento pesado para aportarse su propia autoprotección. Este sistema de armas tiene la ventaja de tener buena protección del personal embarcado gracias al blindaje y la protección propia que se da con su propio armamento. Tiene buena velocidad y movilidad, pero tiene la desventaja de no poder moverse por entorno de montaña con facilidad al ser pesado y de ruedas.

-**En Finlandia** se usa el Patria/BAE Systems AMOS mortero de 120mm dual (Ilustración 5) [10], es capaz de realizar 16 disparos por minuto. Usa localización GPS y navegación inercial de forma que el sistema de control de fuego AMOS calcula todos los datos de tiro y apunta automáticamente los morteros. Permite impactos simultáneos haciendo que se puedan disparar hasta 16 proyectiles y que impacten todos a la vez. Patria's NEMO [11], es



Ilustración 5: Mortero Patria AMOS. Fuente: BAE Systems

el mismo tipo de mortero embarcado y automatizado pero de un único cañón. Además están equipados con armamento pesado. Cuenta con un sistema de cálculo con grandes capacidades, pero con una continuidad de fuego limitada al necesitar de reabastecimiento al acabar las acciones de fuego, y reabastecer un sistema de armas de 120mm no es sencillo ya que las granadas pesan unos 30kg cada una y una Sección de morteros llevaría 6 de estos sistemas.

-**El ejército ruso** emplea los 2B9 Vasilek de 82mm [12] puede disparar granadas de mortero de una a una o gracias a un peine portador puede disparar hasta 4 granadas de forma sucesiva.

También cuenta con el mortero embarcado modelo 2S23 120mm SP en Arzamas BTR-80 [13], vehículo 8x8 de ruedas. Por otro lado el mortero modelo 2S31 Vena de 120mm [14] montado en Kurganmashzavod BMP-3 se trata de un vehículo blindado que está equipado con sistemas automáticos de navegación y control de tiro. Este modelo proporciona una alta protección del personal y un transporte sobre cadenas, lo que supone un problema para su movilidad en montaña, al tener dificultades de acceder a los asentamientos más elevados y escarpados para hacer el fuego.

-**Francia** cuenta con el vehículo blindado de combate de infantería (VBCI) con mortero de 120mm embarcado [15] similar a los otros modelos de ruedas mencionados anteriormente. También emplea el mortero modelo Mo-81mm LLR de THALES [16], el cual tiene un cañón de 1,55m y es una versión preparada para ser aerotransportada.

-**Proyectiles guiados:** Son una opción más para aumentar la precisión de los disparos de mortero, estas granadas deben programarse antes de disparar para que la granada sea capaz de alcanzar al objetivo de forma autónoma. Las más comunes son en granadas de 120mm pero en 81mm también existen creadas por BAE sistemas y por GDOTS que tienen granadas de 81mm RCGM (Roll Controlled Guided Mortar) (Ilustración 6) [17], estas pueden impactar a tan solo 5m de distancia del enemigo y se pueden disparar desde los morteros L16 o M253. Alta precisión pero tienen el problema de tener que ser preparadas durante un tiempo antes de poder dispararlas, de forma que se pierde tiempo en poder empezar a disparar con ellas.

Programas como el Precision Extended Range Mortar program (PERM) [18], proyectil de 120mm guiado por GPS. La empresa Orbital ATK también ha desarrollado una granada similar la XM395 [19].



Ilustración 6:
Granada guiada de mortero. Fuente: General Dynamics

También Saab Bofors Dynamics ha creado el STRIX 120mm [20], es un proyectil de mortero guiado por terminal. Consta de un sensor infrarrojo en la punta que detecta la lectura de calor del enemigo y lo fija, siendo después guiado hasta el objetivo localizado. Es empleada más como un arma contracarro que como un mortero contra bunker tradicional. El sistema GRAN [21] empleado en granadas de 120mm usa un señalador laser operado desde un observador en tierra, de forma que es el operador el que decide durante el vuelo dónde va a impactar la granada. Limitación del operador y alcance hasta donde llegue la señal del proyectil.

-El modelo portamorteros del BV 206 [22] está especialmente diseñado para permitir el uso del mortero de 81mm operado desde la cabina tractora del vehículo. El Sisu Nasu NA-122 portamorteros de 120mm [23] lleva el mortero de 120mm modelo KRH 92 llamado a este conjunto el Krh-TeKa en servicio en el ejército finlandés es el mortero de mayor calibre embarcado en este tipo de vehículos.

Vehículo Wiesel 2 portamorteros [24] oruga automático empleado por el ejército alemán es un vehículo de cadenas con capacidad de llevar un mortero de 120mm el cual puede ser operado de forma automática para realizar un fuego de precisión.

Las tropas de montaña italianas emplean los modelos BV 206 y BV 206S [6] blindado al igual que el ejército español, para llevar a la tripulación del mortero y tras desembarcar, realizar fuego con este.

-Bronco All Terrain Mortar Tracked Carrier en versión portamorteros SRAM (Super Rapid Advanced Mortar System) [25], se trata de un vehículo de cadenas proveniente de Singapur, especialmente diseñado para ser empleado en las peores condiciones posibles, cuenta con esta variante portamorteros, la cual lleva un mortero de 120mm operado de forma completamente automática. También cuenta con un sistema que le permite reducir el retroceso sufrido por el mortero al disparar, reduciendo el impacto sobre la tripulación y sobre el vehículo y permitiendo realizar disparos sucesivos con mayor velocidad ya que la puntería del vehículo se ve alterada en poca medida. Además puede trabajar en conjunto con los sistemas de control del campo de batalla (BMS) [26].

En la Tabla 9 se ha hecho una comparación entre las ventajas y problemas que tienen cada uno de los medios mencionados anteriormente. De esta tabla se puede decir que el Mortero Bronco propone buenas ventajas con la única problemática de ser un mortero de 120mm de difícil reabastecimiento.

País/Arma	Ventaja	Problema
EEUU/M1129 Stryker 120/81mm	Velocidad, movilidad y protección	No apto para movimientos en montaña por ruedas
Finlandia/Patria NEMO	Sistema de disparo con grandes capacidades	Mala continuidad del fuego por limitado reabastecimiento
Rusia/2S31 Vena	Alta protección del personal y móvil	Mala movilidad en montaña por accesibilidad
Francia/BVCI 120mm embarcado	Velocidad, movilidad y protección	No apto para movimientos en montaña por ruedas
Rusia y EEUU/Granadas guiadas	Alta precisión	Preparación previa para cada una de las granadas
Italia y España/Vehículo BV206 portamortero	Movilidad en montaña y operado en cualquier ambiente	Necesidad de ser operado manualmente
Singapur/Bronco All terrain Mortar Tracked Carrier	Movilidad en montaña y tiro completamente automático	Mortero de 120mm con necesidad de reabastecimiento difícil

Tabla 9: Ventajas y Problemas por países de los medios empleados. Fuente: Elaboración propia

6. Requisitos propios y propuesta de soluciones

En este apartado se ha realizado una encuesta empleando en una primera jornada la herramienta de brainstorming con el personal operador de los morteros de la Sección de morteros del Batallón “Montejurra” con el fin de obtener ideas sobre cuáles serían los requisitos ideales a tener por un sistema de armas de fuego de morteros para emplear en el ambiente de montaña al que están acostumbrados.

En una jornada diferente se le facilitó a parte del personal de la Sección de morteros una encuesta en las que se le solicitaba cuales serían los requisitos que desearían tener en este sistema de armas y los ordenasen por prioridad de importancia o necesidad, ya que no es lo mismo que un requisito sea muy demandado por la comodidad que aporta, pero que su obtención no sea tan relevante a efectos de efectividad. Se preguntó a un total de 16 personas y cada una de ellas podía votar hasta a 4 de las 8 opciones, indicando para cada opción la prioridad de obtención que esta persona le daría valorándolas del 1-10 siendo lo más prioritario un valor 10 y la de menor prioridad un valor de 1.

Las opciones que se dieron a elegir fueron las siguientes:

- Vehículo con armamento pesado propio
- Cálculo de datos de tiro automático
- Vehículo apto para transporte en ambiente montañoso

- Sencillo reabastecimiento
- Traslado de los datos de tiro al mortero de forma automática
- Embarcado en vehículo y uso automático sobre este
- Buena capacidad para transporte de munición
- Otros

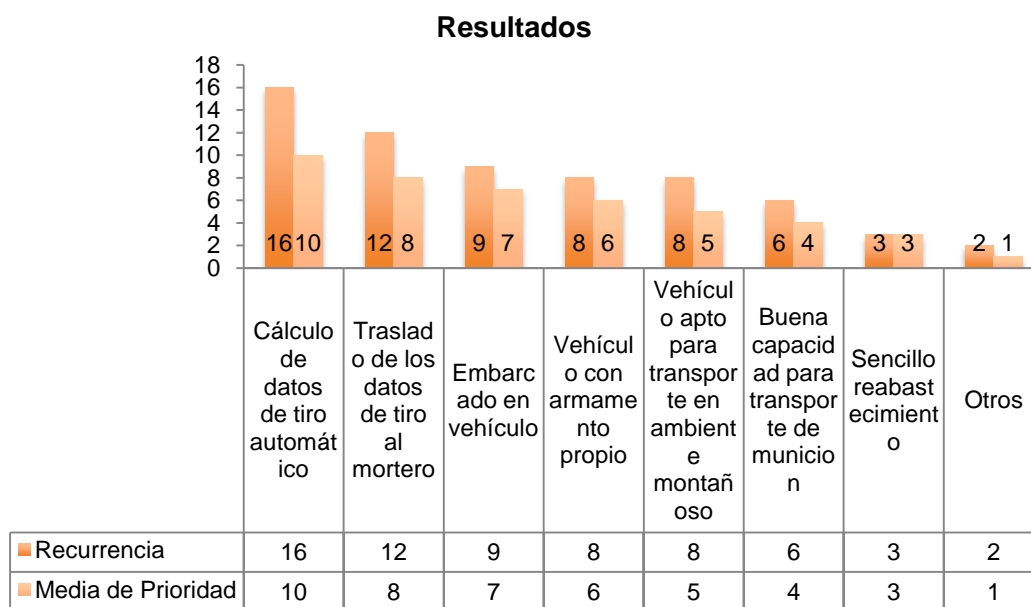


Tabla 10: Resultados de la encuesta. Fuente: Elaboración Propia

En la tabla de resultados obtenida (Tabla 10) se puede ver representada la recurrencia o el número de veces que se ha escogido cada una de las opciones en la columna izquierda y en la columna derecha se ha representado la media de prioridades obtenida por cada una de las opciones. Se puede observar una relación entre la cantidad de veces que se han elegido las opciones y la prioridad que se le da, pudiendo destacar el caso del cálculo de datos de tiro automático, el cual fue seleccionado por todas las personas a las que se preguntó y obtuvo un valor de prioridad de 10 en todos los casos.

Después de ver las prioridades que tiene el personal que emplea los morteros, se debe seleccionar los medios que cumplan con la mayor cantidad posible de requisitos. Estos medios son los que se han estudiado en el estudio de soluciones de otros países.

El mortero M1129 Stryker tiene cálculo de datos de tiro y opera el mortero embarcado de forma automática y también cuenta con una ametralladora media como armamento propio, aparte del buen blindaje que lleva, sin embargo no es apto para el transporte en montaña al ser un vehículo muy pesado de ruedas. El abastecimiento de granadas de 120mm si se realiza con camiones es igual de complicado que el de 81mm si se realiza en montaña, aunque siempre será más difícil si no contamos con camiones ya que se reduce en gran medida la cantidad de granadas que pueden ser portadas al tener un peso superior.

El mortero Patria NEMO tiene cálculo de datos de tiro y opera el mortero con capacidades mejoradas para realizar diferentes acciones de fuego aunque no cuenta con armamento propio. Tiene un peso de 4,5 t pero al ser un vehículo de ruedas no es el más adecuado para el movimiento en montaña. Tiene una capacidad para transportar 48 granadas y el mismo abastecimiento comentado anteriormente.

El mortero 2S31 Vena tiene cálculo de datos de tiro automático y opera el mortero de forma automática. Cuenta con armamento medio de autoprotección y buen blindaje al tratarse de un carro de combate con cadenas, lo que también le da una buena capacidad de vadeo. No tiene una buena movilidad en montaña al tener un peso de 19t y tiene un tamaño considerable. Tiene la problemática del abastecimiento de sus granadas de 120 mm.

El mortero BVCI 120mm embarcado tiene las mismas capacidades y limitaciones que el M1129 Stryker.

El mortero del BV206 portamortero de 81mm o de 120mm actualmente no cuenta con la capacidad de calcular los datos de tiro de forma automática, el sistema debería ser modificado para poder realizar estos cálculos y pasarlos al tubo mortero, que también se debe apuntar de forma manual aunque embarcado en el mortero y se deberá modificar para poder ser apuntado automáticamente. Por otra parte puede llevar armamento medio o pesado para proporcionar su propia defensa. Tiene muy buena movilidad en montaña al emplear una cadena amplia de goma que permite distribuir su peso por la superficie de la nieve y cuenta con una alta capacidad de vadeo. Tiene la problemática del abastecimiento de las granadas en montaña, aunque al poder moverse más fácilmente en este ambiente, puede facilitar el reabastecimiento al estar en disposición de poder ir a los puntos de abastecimiento de forma más sencilla.

El mortero del Bronco All terrain Mortar Tracked Carrier tiene una elevada movilidad en montaña al desplazarse empleando cadenas de goma y también le da capacidad de vadeo, por otra parte cuenta con un sistema integrado de cálculo de tiro y apuntado del mortero de 120mm que lleva embarcado. Lleva armamento pesado propio y tiene una buena capacidad para transporte de su propia munición, aunque tiene el problema del abastecimiento de las granadas de su calibre, se facilita su abastecimiento al tener una elevada movilidad en ambientes montañosos y nevados.

A estudiar también el mortero Cardom en VAMTAC, que tiene una buena movilidad pero que para trabajar en montaña deberá emplear cadenas o limitarse a aproximarse lo máximo posible a la zona de asentamiento y desembarcar el mortero para poder continuar con el fuego. Cuenta con un sistema de tiro completamente automático y tiene una buena capacidad para portar sus propias granadas de 81mm. Actualmente no cuenta con armamento propio del vehículo y debería ser modificado para permitir esto.

También destacar el mortero ALAKRAN en VAMTAC (Ilustración 7) [27], de capacidades similares al Soltam salvo que es un mortero de 120 mm y que en vez de ser empleado embarcado, se debe asentar en el suelo usando el brazo neumático que lleva, de forma que el vehículo sufre menos los impactos del tiro y aumenta la seguridad de la tripulación que puede estar más separada del mortero. Tiene las mismas problemáticas de movilidad que el Soltam y los problemas de abastecimiento señalados con anterioridad. Tampoco tiene armamento propio actualmente.



Ilustración 7: Mortero ALAKRAN haciendo fuego.
Fuente: Ejército de Tierra

Tras analizar todos estos medios se puede afirmar que los medios que más se acercan a cumplir las prioridades obtenidas y requisitos son el BRONCO, el BV206 portamortero y el mortero ALAKRAN. Ya que los otros medios son descartados al no poder ser modificados para reducir su tamaño y dimensiones para adaptarlos más al ambiente de montaña.

A continuación se presenta un análisis AMFE de cada uno de estos medios para analizar qué problemas tienen y cómo se pueden adaptar a los requisitos establecidos.

Este método de Análisis Modal de Fallos y Efectos busca obtener un número de prioridad de riesgo (NPR), el cual es indicador de las diversas posibilidades de que suceda un fallo. Es obtenido al multiplicar los tres indicadores de gravedad del efecto sobre el cliente (G), el indicador de probabilidad de aparición (O) y el indicador de dificultad de su detección (D). De esta manera se obtiene un NPR con un valor numérico, si este es superior a 100, se considera que es un riesgo que se debe solucionar, si es inferior a 100, se podría no corregir ya que no es un problema serio aunque también se pueden proponer medidas para solventarlo.

En el análisis del vehículo BV206 empleado en las unidades del Ejército de Tierra se ha obtenido el análisis AMFE mostrado en la Tabla 11.

Proceso	Efectos del fallo	Modos de fallo	G	Causas potenciales	O	Controles actuales	D	NPR	Acciones recomendadas	Responsable	Acciones tomadas	G	O	D	NPR
BV206	No autoprotección	No lleva armamento	6	Mal diseño de vehículo	10	-	2	120	Modificar diseño y vehículos	Mecánicos	Instalación anillo porta armas	6	1	2	12
	No portamorteros	El mortero no va embarcado	7	Diseño actual no lo permite	10	-	2	140	Modificar diseño y vehículos	Mecánicos	Parte trasera modificada para llevar morteros	7	1	2	14
									Adquirir vehículos	Adquisiciones ET	Compra de parte trasera portamorteros	7	1	2	14
		No operable embarcado	7	Diseño actual no lo permite	10	-	2	140	Modificar diseño y vehículos	Mecánicos	Parte trasera modificada para llevar morteros	7	1	2	14
									Adquirir vehículos	Adquisiciones ET	Compra de parte trasera portamorteros	7	1	2	14
	No automático	No cálculo de datos	10	No sistema de cálculo integrado	10	-	2	200	Modificar diseño y vehículos	Mecánicos	Instalar sistema como Cardom o similar	10	1	2	20
									Adquirir vehículos	Adquisiciones ET	Compra de vehículos ya adaptados	10	1	2	20
									Adquirir vehículos	Adquisiciones ET	Instalar GPS y sistema recogida datos	10	1	2	20
		No traslado de datos a tubo	10	No sistema integrado	10	-	2	200	Modificar diseño y	Mecánicos	Instalación de sistema	10	1	2	20
									Adquirir vehículos	Adquisiciones ET	Compra de sistema de traslado de datos	10	1	2	20
									Modificar diseño y vehículos	Mecánicos	Modificar para apuntado automático	10	1	2	20
									Adquirir vehículos	Adquisiciones ET	Compra de sistema de traslado de datos	10	1	2	20

Tabla 11: Análisis AMFE del BV206. Fuente: Elaboración propia

Analizando la Tabla 11, se puede comprobar que hay tres requerimientos a conseguir en el vehículo BV206 para que se adapte a los requisitos comentados anteriormente. El primer problema de no tener autoprotección puede ser fácilmente solucionado ya que la empresa fabricante provee del afuste necesario para poder realizar las modificaciones necesarias en los vehículos. Los otros dos problemas no son tan sencillos de resolver. Una opción sería modificar los vehículos propios para permitir portar los morteros y modificarlos para emplear un sistema como el mortero Soltam y Talos, el cual ya es empleado en unidades del Ejército de Tierra, esta opción sería más barata que la otra comentada, la cual sería adquirir las partes traseras de los vehículos BV206 ya modificados por la empresa Hägglunds para llevar los morteros y debería ser el ejército el que lo adapte al uso del sistema Soltam y Talos.

En el análisis del vehículo BRONCO se ha obtenido el análisis AMFE mostrado en la Tabla 12.

Proceso	Efectos del fallo	Modos de fallo	G	Causas potenciales	O	Controles actuales	D	NPR	Acciones recomendada	Responsable	Acciones tomadas	G	O	D	NPR
BRONCO	No poder conducir el vehículo	Inexperiencia de conducción	6	Vehículo desconocido en ET	9	-	2	108	Prácticas de conducción	Adquisiciones ET	Adquisición de vehículos para instrucción	6	1	2	12
			6	Poco personal instruido en este tipo de vehículos	9	-	2	108	Mayor cantidad de personal con carnet de F TOM	Escuelas de conductores de las unidades	Realizar mayor cursos de conducción de vehículos como TOM de cadenas	6	1	2	12
	Error de comunicación radio	Incompatibilidad sistema	8	Radio de otro país implementada	9	-	2	144	Adapar a radio de ET	Transmisiones ET	Modificar vehículos para radios ET	8	1	2	16
			8	Fallo en el diseño	9	-	2	144	Rediseño del BRONCO	Empresa ST Kinetics	Modificar diseño para empleo radios ET	8	1	2	16
	No abastecimiento de munición	Incompatibilidad de granadas	9	Granadas de 120mm no válidas para BRONCO	9	-	2	162	Adquirir granadas de 120mm de BRONCO	Adquisiciones ET	Comprar granadas aptas para el mortero BRONCO	9	1	2	18
			9	Granadas de 120mm para morteros propios distintos a BRONCO	9	-	2	162	Adquirir granadas de 120mm de BRONCO	Adquisiciones ET	Comprar granadas aptas para el mortero BRONCO	9	1	2	18

Tabla 12: Análisis AMFE del BRONCO. Fuente: Elaboración propia

Analizando la Tabla 12 se puede confirmar que hay tres principales fallos que deben ser corregidos para poder emplear el BRONCO de manera plenamente funcional en el ejército, el primero de ellos se puede solventar si se consiguen los permisos tanto del ejército como de la empresa ST Kinetics para realizar prácticas con estos medios y formar a los futuros conductores. El error de empleo de radios se debe solucionar adaptando el vehículo a las radios que se usan en el Ejército de Tierra. Y el fallo de abastecimiento, debido a la falta de granadas del modelo que se necesita para poder disparar con el sistema mortero del BRONCO se puede solucionar ya sea comprando este tipo de granadas a una empresa en el exterior o consiguiendo que una empresa nacional se encargue de la fabricación de este tipo de granadas.

Se debe destacar cambien que si se decantase por elegir este medio, la adquisición del número de vehículos necesarios para las dos Secciones de morteros de los Batallones de Montaña que hay actualmente en el Ejército de Tierra supondría un gran desembolso de capital ya que estos vehículos no son parte de la actual composición del ejército, al contrario que los BV206S que llevan desde el 2003 formando parte de la dotación del ejército.

En el análisis del vehículo ALAKRAN se ha obtenido el análisis AMFE mostrado en la tabla 13:

Proceso	Efectos del fallo	Modos de fallo	G	Causas potenciales	O	Controles actuales	D	NPR	Acciones recomendadas	Responsable	Acciones tomadas	G	O	D	NPR
ALAKRAN	No autoprotección	No lleva armamento	6	No incluido en diseño vehículo	10	-	3	180	Modificar diseño	NTGS	Modificar diseño	6	1	3	18
									Modificar vehículos	Mecánico ET	Instalar sistema en vehículos armados	6	1	2	12
											Modificar vehículo para llevar armamento	6	1	3	18
	No movilidad por nieve	Falta de tracción de las ruedas	5	Ruedas no aptas para nieve	10	-	3	150	Adquirir orugas para nieve	Adquisiciones ET	Adquirir orugas montables para el vehículo	5	1	3	15

Tabla 13: Análisis AMFE del ALAKRAN. Fuente: Elaboración propia

Analizando la Tabla 13 se puede observar que tan solo hay dos fallos a solventar para poder contar con este sistema de manera operativa en las unidades de montaña, estos son la falta de armamento propio que le de la autoprotección y la mala movilidad que tiene por la nieve. El primer problema se podrá resolver instalando el sistema ALAKRAN en un vehículo que ya porte armamento como puede ser un VAMTAC S3 con afuste polivalente para llevar armamento o modificar el propio diseño del proyecto actual del sistema ALAKRAN e incluirlo en este. Por otra parte la mala movilidad por nieve al ser un vehículo de ruedas se puede solventar si se trata de espesores de nieve de menos de 2cm con simples cadenas para las ruedas tractoras del vehículo o si se trata de capas de nieve más profundas como las que se suelen encontrar en desplazamientos fuera de las carreteras en ambiente montañoso empleando medios similares a los Track N Go de la empresa canadiense AD Boivin Inc.[28], consistentes en cadenas oruga acoplables a las ruedas de los vehículos de forma que al equiparlas, el peso del vehículo se reparte en mayor medida al tener un mayor contacto con el suelo y así el vehículo no se hunde en la nieve. El precio de estas unidades puede ser acometido ya que es una inversión no elevada y que permitirá dotar de mayor maniobrabilidad a estos vehículos que actualmente se encuentra en fase de análisis y estudio por parte de la empresa NTGS.

Este vehículo ha sido probado por efectivos del Ejército de Tierra de cara al análisis de nuevos materiales y armamentos para el horizonte 2035, por tanto una mejora de este medio que posiblemente se adapte en todas las unidades del Ejército de Tierra puede ser ventajosa.

A continuación se ha realizado un análisis DAFO de cada una de las tres posibilidades de solución estudiadas para analizar si son factibles o no como respuesta a las problemáticas expuestas.

El análisis DAFO se centra en estudiar las debilidades y fortalezas internas del propio proceso y compararlas con las amenazas y oportunidades que presenta al interactuar con el medio.

En el análisis DAFO del vehículo BV206 se obtiene la siguiente tabla (Tabla 14):

DAFO BV206	
FORTALEZAS	DEBILIDADES
<p>El ET cuenta con una gran cantidad de vehículos BV206, por lo que añadir modificaciones a estos será de utilidad para todos, no solo para la sección de morteros de los batallones de montaña.</p> <p>El ET cuenta con la versión de SOLTAM en VAMTAC empleando el mortero cardom de 81mm, sería posible hacer una adaptación de este sistema a los BV206 con los que se cuenta actualmente en las unidades del ET.</p> <p>Vehículo con buena movilidad en montaña y con capacidad adecuada para el transporte de tropas y su protección.</p>	<p>La versión disponible en el ET se debe modificar primeramente con el anillo que permitirá llevar armamento, la cual se puede adquirir de la propia empresa fabricante del vehículo, y modificar el compartimento trasero para permitir el empleo de un sistema de tiro automático como el SOLTAM, el cual no está desarrollado por la empresa fabricante, debe ser una acción propia del ET.</p> <p>Pese a tener buena movilidad en montaña, está limitado por las capacidades del vehículo, en concreto por la parte trasera que limita los giros que puede hacer y los escalones que puede salvar.</p>
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
<p>Permitir a empresas nacionales el encargarse de realizar las modificaciones requeridas en los vehículos o la fabricación de partes, favoreciendo la economía propia.</p>	<p>Al haber una gran cantidad de proyectos actuales en el Ministerio de Defensa es posible que este, al no ser de mayor prioridad que los que se están desarrollando en este momento, no se realice en el corto plazo.</p> <p>La adquisición de vehículos ya modificados se debe hacer a la empresa fabricante Hägglunds, añadiendo tiempos de espera y mayores costes que si se modifican los vehículos nacionales.</p>

Tabla 14: Análisis DAFO del BV206. Fuente: Elaboración propia

En esta tabla se puede observar que es un vehículo sobre el que se tiene experiencia y el Ejército de Tierra cuenta actualmente con muchos de estos modelos. También es un vehículo que es completamente operativo en ambiente de montaña, aunque no tanto en otros terrenos menos difíciles.

Sin embargo tiene muchos problemas que se deberían solventar para cumplir con los requisitos que se han establecido, ya que habría que actualizarlo en gran medida para primero poder llevar armamento propio y segundo y más importante, adaptarlo para poder llevar mortero embarcado y que este sea operado de manera completamente automática, lo cual aun no existe y la empresa Hägglunds no tiene desarrollado, debe ser un proceso completamente nacional.

El análisis DAFO del vehículo BRONCO se representa en la Tabla 15:

DAFO BRONCO	
FORTALEZAS	DEBILIDADES
<p>Vehículo muy completo que requiere de pocas modificaciones por parte del ET para que pueda ser completamente empleado en las unidades propias.</p> <p>Personal con conocimientos de conducción de vehículos de cadenas de este tipo como es el personal con el carnet de conducción de F TOM.</p> <p>Vehículo con buena movilidad en montaña y con una alta capacidad para el transporte de tropas, munición, material y su protección.</p> <p>Este vehículo puede ser una adquisición versátil a usar por todo el ejército o al menos por unidades de montaña y operaciones especiales.</p>	<p>El ET no dispone de granadas de 120 mm que se puedan emplear en el mortero que llevará incorporado el BRONCO, se deberá modificar el mortero o conseguir o adaptar granadas de 120 mm que permitan su empleo.</p> <p>El ET deberá modificar el BRONCO para poder enlazar con nuestros sistemas de transmisiones para permitir su empleo en las unidades.</p> <p>Pese a tener personal con conocimientos de conducción de vehículos de este tipo, no se cuenta en el ET con personal que conozca este medio, por lo que se deberá realizar prácticas con los vehículos durante un tiempo antes de poder comenzar con su uso eficaz.</p>
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
<p>Empresas nacionales pueden encargarse de la fabricación de las nuevas granadas para el mortero BRONCO, abaratando costes de inversión y fomentando la economía propia.</p>	<p>Al tratarse de la adquisición de vehículos enteros, sobre los que se deben realizar modificaciones para poder usarlos, el precio de este proyecto asciende mucho y es posible que el Ministerio de Defensa no pueda afrontarlo en el corto plazo.</p>

Tabla 15: Análisis DAFO del BRONCO. Fuente: Elaboración propia

Como ventajas, destacar que es un vehículo muy completo y del cual se deben modificar pocas cosas para cumplir los requisitos establecidos. Es muy versátil y puede moverse por casi cualquier medio y en cualquier condición, lo que le hace apto para su empleo en ambiente de montaña y para el empleo en unidades de operaciones especiales.

Como problemáticas añadir que al ser un vehículo empleado en ejércitos diferentes al español, no cuenta con los mismos medios radios y por tanto deberá ser adaptado, ni el ET cuenta con las granadas de 120 mm que emplea, de forma que se deberán adquirir a la par que se adquiere este vehículo. Esto lleva al siguiente problema, al tener que adquirirse toda la flota completa para que se use en los batallones de montaña del ET, se debe hacer un gran desembolso inicial que probablemente el Ministerio de Defensa no sea capaz de afrontar a corto plazo.

El análisis DAFO del vehículo ALAKRAN es el representado en la Tabla 16:

DAFO ALAKRAN	
FORTALEZAS	DEBILIDADES
<p>Vehículo en fase de desarrollo ya experimentado por el Ejército de Tierra, el cual se está estudiando como posible adquisición para el horizonte 2035.</p> <p>Vehículo con sistema de armas completamente automático y que tiene una alta protección de los sirvientes debido a su forma de realizar el tiro.</p> <p>La adquisición de este vehículo se podrá realizar en todo el Ejército gracias a su versatilidad, necesitando tan solo de unas pocas modificaciones para su empleo en montaña.</p>	<p>Al tratarse de un vehículo en desarrollo, se trata de un proyecto en el largo plazo.</p> <p>Se deberá modificar el vehículo o el sistema ALAKRAN en sí para permitir el porte de armamento pesado propio por el vehículo para su autoprotección.</p> <p>Tripulación debe de instruirse en la especial manera de realizar fuego con este vehículo, y más en especial en montaña.</p>
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
<p>Con la adquisición por parte de empresas españolas como URO de sistemas de orugas adaptables como los Track N Go, se podrá abaratar costes y permitir una gran operatividad de estos vehículos en ambiente de montaña.</p> <p>Si se adapta en vehículos tipo vamtac que ya llevan armamento propio, se puede ahorrar esta parte del diseño del sistema ALAKRAN.</p> <p>Es un proyecto ya considerado por el Ministerio de Defensa, por tanto su mejora vendrá en beneficio propio al aumentar su operatividad en el futuro.</p>	<p>Se debe conseguir los permisos de fabricación de las empresas fabricantes de las orugas acoplables para poder realizarlas en territorio nacional.</p>

Tabla 16: Análisis DAFO del ALAKRAN. Fuente: Elaboración propia

Como beneficios de este sistema, señalar que el ET ya ha trabajado con este vehículo con excelentes resultados obtenidos gracias a su polivalencia, porque se puede instalar en muchos tipos de vehículos, solventando el problema de no contar con armamento si se instala en un vehículo como el VAMTAC que ya cuenta con afuste para portar armamento. Es esta polivalencia la que además permite afirmar que la adquisición de este vehículo puede ser una gran modernización no solo para las tropas de montaña, sino para todas las unidades del ET.

Por el contrario tiene unas pocas desventajas, ya que es un sistema en desarrollo, se tratará de un proyecto a largo plazo y para poder emplearlo en montaña, se debe conseguir los permisos de fabricación de las orugas acoplables para abaratar costes. Esta opción es mucho más asequible y acometible que la adquisición de una flota entera de vehículos modificados para la montaña, ya que en vez de eso se podría adquirir los vehículos para las secciones de morteros del ET y para las de montaña, se dotarán con estas orugas acoplables para permitir una mayor movilidad en su ambiente de uso.

7. Elección y propuesta

Tras el estudio realizado a lo largo de este TFG se ha podido observar que los tres medios que mejor se adaptan a los requisitos indicados por el personal operador de morteros son los vehículos BV 206 y BRONCO y el sistema ALAKRAN.

Estos medios empleados por diferentes ejércitos tienen unas ventajas e inconvenientes que también han sido analizadas anteriormente y de las que se puede concluir que:

El vehículo BV206 debe ser modificado en gran medida para que pueda ser realmente operativo como mortero automático para montaña. Pese a tener un número elevado de estos vehículos en la actualidad en el ET, no merece la pena realizar grandes inversiones para poder llegar a emplearlos como vehículo portamortero automático.

El vehículo BRONCO es muy completo y cumple con muchos de los requisitos necesarios, pero la adquisición de una flota completa de este vehículo, en la situación en la que se encuentra el Ministerio de Defensa de proyectos y presupuestos, hace inasumible una compra de este calibre, sin añadir que se debe modificar ciertos aspectos del vehículo para adaptarlo al Ejército español y que hay una necesidad de formar nuevos conductores para este tipo de vehículos.

Finalmente el sistema ALAKRAN es acoplable en vehículos que son empleados en las unidades del ejército, y ya ha sido puesto a prueba en un campo de maniobras cumpliendo con las expectativas de los examinadores. Cabe añadir que la movilidad en montaña se puede mejorar al contar con elementos acoplables a las ruedas de los vehículos similares a los Track N Go, de un precio mucho más asumible económicamente que una flota nueva de vehículos adaptados al cien por cien a ambiente de montaña. Además es un sistema que se pretende obtener como futuro sistema para los vehículos portamorteros del Ejército de Tierra en el horizonte 2035, lo que significa que una mejora en este sistema será aprovechable para todas las unidades del ejército.

Gracias a los datos obtenidos se puede afirmar que el medio objetivo al que se debe optar es hacia la adquisición del sistema ALAKRAN en un vehículo tipo VAMTAC con capacidad de llevar armamento pesado para todas las Secciones de morteros del ejército en general y en concreto, para las unidades de montaña, vehículos tipo VAMTAC que el ejército dote con unas cadenas tractoras acoplables similares a los Track N Go ya sean de fabricación Nacional o internacional.

Como propuesta de orgánica para la Sección de morteros del Batallón de Cazadores de Montaña quedaría la siguiente:

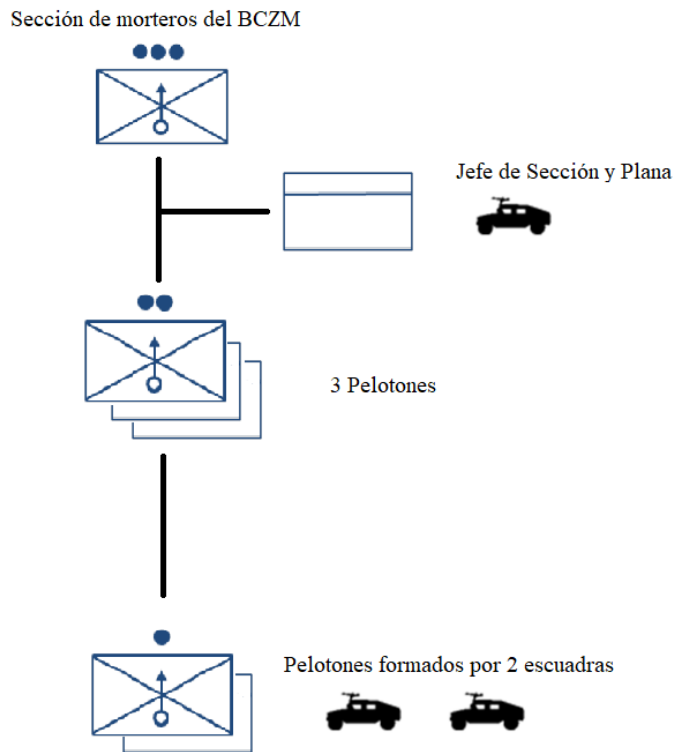


Ilustración 8: Sección de morteros del BCZM. Fuente: Elaboración propia

En esta propuesta de orgánica para la Sección de morteros del BCZM se emplearían 7 vehículos, 6 de ellos serán los vehículos portamorteros con el sistema ALAKRAN, 2 por escuadra y un mortero en cada una de las escuadras, de manera que se tendrá un total de 6 morteros para las 6 escuadras.

Esta estructura orgánica se podría emplear en todo el ejército y para su implementación en montaña se deberá añadir en la dotación de la flota de vehículos un total de 24 cadenas tipo Truck N Go para permitir su empleo en ambiente nevado.

8. Conclusiones

La Sección de morteros del BCZM está empleando los morteros ECIA LL de 81mm de manera manual, pese a que por orgánica ya debería utilizar el mortero embarcado en VAMTAC. El tener que apuntar los morteros de manera manual origina errores y problemas que afectan a la rapidez de hacer fuego, la seguridad de las unidades, la precisión del fuego y la continuidad de fuego de esa unidad.

En este TFG se han analizado estos atributos vulnerables, proponiendo medidas correctivas a los errores, analizando soluciones de otros países y posteriormente estudiando los requisitos propios para poder seleccionar los medios que mejor se adaptasen a estos y así poder elegir el mejor de todos ellos tras conocer sus ventajas y desventajas en su ambiente de empleo.

Gracias al trabajo realizado podemos concluir que:

-El mortero ECIA LL de 81mm ha quedado atrasado en la actualidad y debe ser actualizado a un sistema automático. Este mortero se puede seguir empleando en las situaciones que requieran su uso ya que los vehículos portamorteros no siempre podrán acceder a todos los asentamientos planeados.

-El vehículo BV206 que se emplea en las unidades de montaña es un medio muy versátil para poder transportar personal y material en las peores condiciones posibles, pero su transformación a vehículo portamorteros no puede ser asumible por el ejército en estos momentos. Sin embargo, es un vehículo que gracias a sus características seguirá siendo de gran empleo en montaña para apoyar a las diferentes unidades en sus misiones.

-El vehículo con sistema BRONCO es un medio moderno y altamente preparado que cumple ampliamente los requisitos estudiados, pero que sin embargo la adquisición de una flota completa de este tipo de vehículos para los dos Batallones de Cazadores del Ejército de Tierra puede no ser acometible en la actualidad por el Ministerio de Defensa, que se encuentra en el proceso de desarrollar otros medios y proyectos más urgentes que este.

-El vehículo con sistema ALAKRAN es el medio que mejor se adapta a los requisitos obtenidos y que con la adopción de pequeñas mejoras como son cadenas oruga para mejorar su tracción en nieve, puede convertirse en un vehículo polivalente que se puede llegar a emplear no solo en las unidades de montaña, sino en todo el Ejército de Tierra. Debido a este motivo ha sido el medio elegido como solución a las demandas estudiadas y con él se ha realizado la propuesta para futura Sección de morteros del Batallón de Cazadores de Montaña.

Los países que más trabajan en la actualidad en el ambiente de montaña están continuamente mejorando sus capacidades y adaptándose a las nuevas tecnologías para poder tener un ejército operativo en las peores condiciones posibles, es por esto que España no puede permitirse quedarse atrás y debe esforzarse por dar solución a esta problemática en un futuro no muy lejano.

9. Bibliografía

- [1] J. Sancho. Apuntes de Oficina de Proyectos. Centro Universitario de la Defensa 2019.
- [2] R. Acero, J. Pastor, J. Sancho, M. Torralba. Ingeniería de la Calidad. Centro Universitario de la Defensa 2017.
- [3] Dirección de Doctrina Orgánica y Material, "MT6-001. Manual técnico: mortero 120, 81, 60mm." 1994.
- [4] Ejército de Tierra. Mortero LL ECIA 81 mm. Disponible en: https://ejercito.defensa.gob.es/gl/unidades/Huesca/rczm_galicia64/Organizacion/materiales/index.html_1910061517.html
- [5] Ejército de Tierra. Más precisión, movilidad, potencia de fuego y rapidez de respuesta 2012. Disponible en: <https://ejercito.defensa.gob.es/actualidad/2012/08/1817.html>
- [6] Ejército de Tierra. Organización y misión, TOM BV206. Disponible en: https://ejercito.defensa.gob.es/gl/unidades/Huesca/rczm_galicia64/Organizacion/materiales/index.html_1910061518.html
- [7] Elite UK Forces. BvS 10 Vinking. Disponible en: <https://www.eliteukforces.info/uksgear/viking-apc/>
- [8] Ejército de Tierra. Armamento Pesado Vehículo Combate. Mortero Embarcado. Disponible en: https://ejercito.defensa.gob.es/materiales/Armamento_pesado_veh_combate/mortero_embarcado.html
- [9] J. Antal. Striking Power for STRYKERS 2020. Disponible en: <https://eurosd.com/2020/02/articles/16057/striking-power-for-strykers-the-us-army-up-guns-its-mobile-striking-power-in-europe/>
- [10] BAE Systems. BAE Systems to deliver vehicle mounted mortar systems to Swedish Army 2016. Disponible en: <https://www.baesystems.com/en/article/bae-systems-hagglunds-to-deliver-vehicle-mounted-mortar-system-to-swedish-army>
- [11] Patria. Patria Nemo Mortar System. Disponible en: <https://www.patriagroup.com/products/mortar-systems-120-mm/patria-nemo-mortar-system>
- [12] E. Lovass, N.R. Jenzen-Jones. Soviet 2B9M Vasilek self-loading mortar 2018. Disponible en: <https://armamentresearch.com/soviet-2b9m-vasilek-self-loading-mortar/>
- [13] WeaponSystems.net. BTR-80. Disponible en: <https://weaponsystems.net/system/121-BTR-80>
- [14] WeaponsParade. 2S31 VENA. Disponible en: <https://weaponsparade.com/weapon/2s31-vena/>

- [15] TankNutDave. The French VBCI Infantry Fighting Vehicle. Disponible en: <https://tanknutdave.com/the-french-8x8-vbci-ifv/>
- [16] THALES. Mortar Systems 2019. Disponible en: <https://www.thalesgroup.com/fr/worldwide/defense/global-activities-defence-air-forces/systemes-darmement-et-de-missiles>
- [17] General Dynamics. 81mm Roll Controlled Guided Mortar. Disponible en: <https://www.gd-ots.com/munitions/mortars-and-mortar-components/81mm-rcgm/>
- [18] Weaponews. La mimen precisión: los morteros para el ejército de los Estados Unidos 2019. Disponible en: <https://weaponews.com/es/weapons/23951-la-mimen-precisi-n-los-morteros-para-el-ej-rcito-de-los-estados-unidos.html>
- [19] A. Alexeev. Precisión-estropeado: bombas de mortero para el ejército de Estados Unidos 2018. Disponible en: <https://es.topwar.ru/136218-izbalovannye-tochnostyu-vysokotochnye-minometnye-miny.html>
- [20] Saab Bofors. Strix Precision Guided 120mm Mortar Launched Weapon 2006. Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=oY9S-PcKLYs&ab_channel=ATFX
- [21] R. Dzhereleiko. Increasing the capabilities of 120 mortars KM 8 "Edge" 2012. Disponible en: <https://en.topwar.ru/16488-uvlichenie-vozmozhnostey-120-minometov-km-8-gran.html>
- [22] Mortar Investments 2020. Available: <https://mortarinvestments.eu/catalog/item/bv-206-hagglunds>
- [23] Mortar Investments 2020. Disponible en: <https://mortarinvestments.eu/catalog/item/sisu-nasu-finnish-hagglunds>
- [24] Army Technology. Wiesel 2 Armoured Weapons Carrier. Disponible en: <https://www.army-technology.com/projects/wiesel2/>
- [25] Army Guide. BRONCO 2015. Disponible en: <http://www.army-guide.com/eng/product1935.html>
- [26] Ejército de Tierra. El BMS se extiende en los batallones de Carros. Disponible en: https://ejercito.defensa.gob.es/noticias/2016/12/5693_bms_en_batallones_de_carros.html
- [27] Ejército de Tierra. Vehículo de artillería ALAKRAN. Disponible en: https://ejercito.defensa.gob.es/reportajes/2019/91_vehiculo_artilleria_alakran.html
- [28] AD Boivin Inc. Track N Go. Disponible en: <https://trackngo.co/>