Universidad Zaragoza
1542

Trabajo Fin de Grado

NUEVAS TENDENDICAS EN ARMAMENTO Y MATERIAL PARA COMBATE EN MONTAÑA

CAC Alejandro Bonnin Fernández

Director académico: Dr. D. Javier del Valle Melendo

Director militar: Cap. D. Santiago Mediavilla Torre

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar

202

Repositorio de la Universidad de Zaragoza – Zaguan http://zaguan.unizar.es

Agradecimientos

Me gustaría dar las gracias tanto del director militar Cap. D. Santiago Mediavilla Torre, como el director Dr. D. Javier del Valle Melendo por la colaboración y orientación en el desarrollo de este trabajo. También agradecer el interés que ha mostrado el Regimiento América nº66 en ofrecer ayuda siempre que ha sido necesaria para la consecución de los objetivos marcados. Por último, gratificar el trabajo realizado por el cabo Daniel Aramendi Montero, técnico instructor en vuelo de parapente, por su aportación y colaboración en la experimentación de las soluciones propuestas.

RESUMEN

Las tropas de montaña son un tipo de unidad altamente especializada que debe de ser capaz de actuar en un entorno muy complejo y cambiante. Por lo tanto, detectar todas las mejoras posibles que permitan optimizar el desarrollo del trabajo de estas unidades es de especial necesidad.

Este trabajo es una investigación que se ha desarrollado con la finalidad de mejorar el rendimiento del combatiente en montaña. Para ello, lo primero que se ha hecho ha sido identificar cuál es el principal problema y sus causantes, ya que éstos son los responsables de las limitaciones que sufren las tropas de montaña, impidiendo así que alcancen su máximo potencial durante la ejecución de las operaciones. La conclusión a la que se ha llegado en esta parte del trabajo es que la sobrecarga del soldado es el principal responsable de la deficiencia operativa. Sin embargo, para poder solucionar esta dificultad se deben tener en cuenta una serie de requisitos que limitan las propuestas a su resolución: la resistencia al frio, la protección, la movilidad, la letalidad y la autonomía. Para mantener el control resolutivo se ha desarrollado una herramienta de análisis que ha permitido cuantificar y clasificar el nivel de eficacia de las soluciones propuestas.

Una vez establecido el problema, se ha procedido a desarrollar distintas líneas de acción, afrontándolo desde distintas perspectivas. Los esfuerzos se han decidido dividir en cuatro ramas: “Llevar menos cosas”, “Hacer que las cosas sean más fáciles de llevar de un lado a otro a través de un transporte”, “Hacer las cosas más ligeras”, e “Incrementar las capacidades físicas”. De cada una de esta línea de acción se han obtenido una serie de propuestas a través de la búsqueda de nuevas tendencias en armamento, material y equipo para el combate en montaña, tanto a nivel nacional como internacional.

Los resultados que se han obtenido están relacionados con el empleo de drones de reabastecimiento combinándolos con una gestión de riesgo adecuada y precisa, uso de parapente para desplazarse de un lado a otro, combatir con armamento LSAT integrando munición de tipo telescópica, incorporar vestuario elaborado a partir de tejidos inteligentes, estar equipado con equipo de montaña modulable como los esquís plegables, o acoplar exoesqueletos al cuerpo del combatiente para reforzar su esfuerzo.

Posteriormente, se ha procedido a identificar cuál de estas soluciones propuestas es la que ofrece una mayor eficacia operativa y mejor optimiza la carga de combate. Para ello se ha realizado un análisis de resultados a través de la herramienta “Pentágono de Hielo”, teniendo en cuenta la viabilidad de adquisición y de aplicación a las tropas de montaña. La elección final ha sido el parapente.

Finalmente, se ha llegado a la conclusión de que si se aplica la propuesta de este trabajo se puede obtener una ganancia de ventajas operativas de manera inmediata. Sin embargo, a largo plazo y como futura línea de investigación se ha propuesto que se integren todas las propuestas en un único proyecto que permita llevar a cabo todas a la vez.

Palabras clave

Montaña, tendencias, peso, sobrecarga

ABSTRACT

Mountain troops are a highly specialised type of unit that must be able to operate in a very complex and changing environment. Therefore, it is particularly necessary to detect all possible improvements to optimise the development of the work of these units.

This work is a research project that has been developed with the aim of improving the performance of mountain combatants. To this end, the first thing that has been done is to identify the main problem and its causes, as these are responsible for the limitations suffered by mountain troops, thus preventing them from reaching their maximum potential during the execution of operations. The conclusion reached in this part of the work is that the overloading of the soldier is the main cause of the operational deficiency. However, in order to solve this difficulty, a series of requirements must be taken into account that limit the proposals for its resolution: resistance to cold, protection, mobility, lethality and autonomy. In order to maintain control over the solution, an analysis tool has been developed to quantify and classify the level of effectiveness of the proposed solutions.

Once the problem had been established, different lines of action were developed, tackling it from different perspectives. The efforts have been divided into four branches: "Carrying less stuff", "Making things easier to carry from one place to another via transport", "Making things lighter", and "Increasing physical capacities". From each of these lines of action, a series of proposals have been obtained through the search for new trends in weaponry, material and equipment for mountain combat, both nationally and internationally.

The results obtained are related to the use of refuelling drones combined with appropriate and precise risk management, the use of paragliders to move from one place to another, fighting with LSAT weapons integrating telescopic ammunition, incorporating clothing made from intelligent fabrics, being equipped with modular mountain equipment such as folding skis, or attaching exoskeletons to the combatant's body to reinforce his effort.

The next step was to identify which of these proposed solutions offered the greatest operational efficiency and optimised combat load. To this end, an analysis of the results was carried out using the "Ice Pentagon" tool, taking into account the feasibility of acquisition and application to mountain troops. The final choice was the paraglider.

Finally, it has been concluded that if the proposal of this work is applied, an immediate gain of operational advantages can be obtained. However, in the long term and as a future line of research, it has been proposed that all the proposals be integrated into a single project that would allow all of them to be carried out at the same time.

KEYWORDS

Mountain, tendencies, weight, overloading

INDICE DE CONTENIDO

Agradecimientos ..... *I*

RESUMEN ..... *III*

Palabras clave ..... *IV*

ABSTRACT ..... *V*

KEYWORDS ..... **VI**

INDICE DE FIGURAS ..... *IX*

INDICE DE TABLAS ..... *XII*

ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS ..... *XIII*

1 INTRODUCCIÓN *1*

1.1 DEFINICIÓN DEL ENTORNO DEL COMBATE EN MONTAÑA **2**

1.2 CARACTERÍSTICAS DEL COMBATE EN MONTAÑA **4**

1.3 SITUACIÓN OPERATIVA DE LAS UNIDADES DE MONTAÑA **5**

2 OBJETIVOS Y METODOLOGÍA *6*

2.1 OBJETIVOS Y ALCANCE **6**

2.2 METODOLOGÍA **8**

3 ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO *9*

3.1 CAPACIDADES OPERATIVAS DE TROPAS DE MONTAÑA E.T. **9**

3.2 LA SOBRECARGA DEL SOLDADO **11**

3.3 ANTECEDENTES EN OPERACIONES MILITARES ACTUALES **14**

4 DESARROLLO: ANÁLISIS Y RESULTADOS *16*

4.1 LINEAS DE ACCIÓN **17**

4.1.1 Llevar menos cosas 17

4.1.2 Hacer que las cosas sean más fáciles de llevar de un lado a otro 21

4.1.3 Hacer las cosas más ligeras 24

4.1.4 Incrementar las capacidades físicas para cargar las cosas 28

4.2 VIABILIDAD DE APLICACIÓN Y ADQUISICIÓN DE LAS LÍNEAS DE ACCIÓN EN EL EJÉRCITO DE TIERRA 32

5 CONCLUSIONES 36

6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 38

7 ANEXOS 42

7.1 ANEXO 1 43

7.2 ANEXO 53 .....

7.3 ANEXO 3 58

7.4 ANEXO 4 61

7.5 ANEXO 5 70

7.6 ANEXO 6 72

7.7 ANEXO 7 74

7.8 ANEXO 8 78

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Perfil clásico de Humboldt de la posición latitudinal de los cinturones de altitud en las montañas de todo el mundo y compresión de las zonas térmicas de las montañas, la altitud o la latitud. El gris es la montaña, el negro es el alpino, el blanco es el cinturón nival (Körner 2003).

Figura 2: Ejemplo de cómo cambian las condiciones climatológicas en función de la altura.

Figura 3: Terreno montañoso (Afganistán).

Figura 4: Adaptación del combatiente al terreno montañoso.

Figura 5: Situación del conflicto en la zona del Himalaya.

Figura 6: Conflictos en zonas de montaña a lo largo de la historia.

Figura 7: Transporte aéreo en montaña.

Figura 8: Movimiento a pie con empleo de esquís.

Figura 9: Transporte vehículo Terrestre TOM.

Figura 10: Bajo cargas más pesadas, los soldados alcanzan el agotamiento más rápido, a menos que se muevan más lento.

Figura 11: Bajo cargas más pesadas y en terrenos más adversos, los soldados se mueven más lento.

Figura 12: Recomendaciones de peso establecidas por el Ejército de Estados Unidos.

Figura 13: Ejemplo aplicación "Triangulo de Hierro".

Figura 14: Ejemplo de la estructura del Pentágono de Hielo.

Figura 15: Escenario de combate de la operación Anaconda.

Figura 16: Empleo de los drones T80, T150 y T400 (de izquierda a derecha) en las maniobras de los Royal Marines de UK.

Figura 17: Porcentaje de tiro efectivo en función del peso del equipo.

Figura 18: Recorrido de la carrera X-pyr 2018.

Figura 19: Recorrido del balizaje de la carrera, es decir, puntos de paso obligado por los concursantes.

Figura 20: Volumen del parapente compactado y espacio que ocupa al ser desplegado.

Figura 21: Especificaciones técnicas del parapente Dudek Run&Fly.

Figura 22: La mochila de la imagen es el parapente. Elevada facilidad de transporte.

Figura 23: Comparación cartucho 5,56mm (izquierda) con munición telescópica (derecha).

Figura 24: Fusil de asalto (izquierda) y ametralladora ligera (derecha) LSAT fabricadas para el empleo de munición telescópica.

Figura 25: Célula termoeléctrica incorporada en el tejido.

Figura 26: Imágenes de las pruebas que se llevaron a cabo con el Ejército de Eslovenia en la fase de prueba de los esquís.

Figura 27: Modelo Exoboot.

Figura 28: Aplicación del UPRISE a un combatiente.

Figura 29: Experimento realizado por la empresa MAWASHI para comprobar la eficiencia de gasto energético del combatiente utilizando diversos modelos de exoesqueletos acarreando un peso de 35kg. Se puede ver como a una velocidad de 4km/h el gasto es inferior a 2 J*Kg/m (Baseline 1).

Figura 30: Empleo de parapente en montaña. Fotografías de un video en el que dos individuos que bajan el Montblanc (4810m) en 6 minutos.

Figura 31: Gráfico capacidad de trabajo en función de la altitud.

Figura 32: Gráfico capacidad de trabajo en función de la altitud.

Figura 33: Variación de la ratio de densidad en función de la altitud" (Izquierda). vehículo especializado en entrono montañoso "TOM" (centro). Vuelo de helicóptero en montaña (derecha).

Figura 34: Tipos de drones. Izquierda Micro UA Haggie X-1. Centro Micro UA Black Hornet. Derecha UA Raven RQ-1.

Figura 35: Aplicación ATAK.

Figura 36: Radio Harris.

Figura 37: Maniobra Infierno Blanco 2021.

Figura 38: Niveles de protección balística basada en la normativa European standard EN 1063.

Figura 39: Velocidades y tiempos de movimiento en montaña en función de la altitud, la inclinación y la presencia enemiga.

Figura 40: Ciclo de reacción ante en contacto con el enemigo.

Figura 41: Clasificación de los efectos de la altitud sobre el combatiente.

Figura 42: Variación de la temperatura en función de la altura.

Figura 43: Clasificación del terreno en función de las técnicas de movimiento en montaña.

Figura 44: Consumo de suministros logísticos por combatiente en un día.

Figura 45: Estado actual del Pentágono de Hielo de las tropas de montaña del E.T (izquierda) y el más óptimo posible (derecha).

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Efectos sobre el combatiente en función de la altura.

Tabla 2: Limitaciones del combatiente en montaña.

Tabla 3: Clasificación y definición de niveles.

Tabla 4: Matriz de relación de atributos.

Tabla 5: Asignación inicial de niveles tropas de montaña del E.T.

Tabla 6: Estrategia de reducción de línea de acción 1.

Tabla 7: Pesos del equipo individual asignado a un soldado de tropas de montaña.

Tabla 8: Efecto de las líneas de acción en el Pentágono de Hielo.

Tabla 9: Estudio de tendencias internacionales de transportes.

Tabla 10: Comparación entre quad y parapente.

Tabla 11: Estudio desarrollo de exoesqueletos de distintos países.

ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS

AAP: Documento publicado por la OTAN.

DIDOM: Dirección de investigación de doctrina, orgánica y materiales.

EMMOE: Escuela militar de montaña y operaciones especiales.

E.T: Ejército de Tierra.

FAS: Fuerzas Armadas.

JTAC: Joint Terminal Attack Controller

MW COE: Centro de Excelencia de combate en montaña de la OTAN.

PMET: Publicación de manual del Ejército de Tierra.

P5H: Pentágono de Hielo.

RI 66: Regimiento América 66.

STANAG: “Standard Agreement” de la OTAN.

1 INTRODUCCIÓN

En la actualidad, las operaciones militares se pueden desarrollar en cualquier tipo de entorno. Por ese motivo, es necesario tener una clara comprensión de los actores implicados, el entorno operativo y los cometidos a ejecutar. El análisis del terreno, combinado con los objetivos de la misión y las capacidades operativas disponibles, son un elemento clave para la preparación de las unidades antes del despliegue.

Para cada uno de estos escenarios es fundamental tener una formación específica, porque las condiciones de una operación militar pueden ser totalmente distintas a la anterior. Por lo tanto, es importante determinar qué procedimientos son los más adecuados y cuál es el equipamiento necesario para ejecutar los cometidos tácticos asignados durante el desarrollo de la operación. Un claro ejemplo de ello son las que se realizan en terreno montañoso.

Las operaciones de combate en zonas montañosas enfrentan a las unidades contra peligros y dificultades en un entorno cambiante y complejo. El combate en montaña requiere una excelente aptitud física y mental, porque es necesario dominar al máximo la destreza táctica y técnica por parte de todos sus combatientes.

Este trabajo de fin de grado pretende dar a conocer las peculiaridades y características del combate en montaña, así como las posibles soluciones que permiten resolver una de las principales contingencias derivadas de estos adversos escenarios: la sobrecarga del combatiente en montaña. El problema no es nuevo.

Durante la invasión de Normandía, muchas de las víctimas fueron atribuidas al exceso de peso que llevaban las tropas al acceder a tierra y cruzar la playa. Muchos de los soldados cayeron al mar y se ahogaron por la marea entrante. Incluso en la antigua Grecia, Ifícrates reconoció la desventaja de los soldados sobrecargados e introdujo el concepto de una fuerza ultraligera llamada Peltasts que aprovechaba su capacidad de movilidad para hacer frente a sus enemigos.

Sin embargo, reducir el peso en unidades de montaña no es siempre una opción. Si no se dispone del equipo adecuado para hacer frente a los peligros de la montaña, el éxito de la misión puede verse gravemente comprometido.

Este tipo de unidades deben estar preparadas para superar dificultades, gestionar riesgos y aprovechar cualquier oportunidad que les permita acercarse al enemigo y derrotarlo. Por esta razón, la preparación de los mandos es fundamental. El jefe de la unidad tiene que ser capaz de anticiparse y comprender el entorno que le rodea para poder tomar la mejor decisión.

La finalidad de este trabajo es proponer un cambio de paradigma para mejorar la capacidad operativa en combate, equilibrando los beneficios entre peso y movilidad. El rendimiento de las tropas de montaña se puede incrementar si se adoptan las soluciones propuestas en el desarrollo del trabajo. Para ello, se han seleccionado cuáles son las nuevas tendencias en armamento, material y medios que permiten operar en este tipo de terrenos y ambientes. Sin dejar de lado, las lecciones aprendidas de las operaciones de montaña más importantes.

La primera parte del trabajo pretende situar al lector dentro del contexto técnico y táctico de las unidades de montaña. Para ello, se han seleccionado las definiciones y características necesarias para la clara comprensión de la temática abordada. Después de esta introducción se exponen los objetivos y la metodología empleada en el desarrollo del trabajo.

En la segunda parte se exponen los antecedentes del problema principal para determinar, es decir, se muestra la causa del origen de la sobrecarga del soldado en montaña. Además, también se investiga el estado del arte de las investigaciones recientes que han tratado de solucionar un problema similar. La finalidad de esta parte es determinar la herramienta necesaria que permita resolver el problema atacando las raíces que lo originan.

En la tercera y última parte es donde se lleva a cabo el desarrollo la búsqueda de soluciones y el análisis de los resultados obtenidos. Sin dejar de lado, la viabilidad de adquisición y aplicación en nuestras unidades de montaña. Finalmente se exponen las conclusiones y las líneas de investigación futura para la optimización de los resultados.

1.1 Definición del entorno del combate en montaña

La Real Academia Española define la palabra montaña como “Gran elevación natural del terreno”, sin embargo, esta definición no es suficiente para el uso militar. En el contexto de la OTAN, el territorio montañoso se define como: “*Terreno extremadamente accidentado, con pendientes pronunciadas y valles que cubren una gran superficie del terreno. El terreno montañoso incluye zonas edificadas y todo aquello que se encuentre en las proximidades. Las ciudades se concentran en los valles. Las condiciones meteorológicas son extremadamente cambiantes*”.[1]

Es importante conocer la terminología específica, así como utilizarla de manera adecuada. A continuación, se presentan algunos términos que están en estrecha correlación con el combate en montaña y que se incluyen en el AAP-06, 2016 (Glosario de términos y definición de la OTAN):

- AAP-06 Altura: Distancia vertical de un nivel, medida desde un punto de referencia específico.

- AAP-06 Altitud: Distancia vertical de un nivel, medida desde el nivel medio del mar.

- AAP-06 Elevación: Distancia vertical de un nivel anclado a la superficie terrestre, medida desde el nivel medio del mar.

Existen diversas formas de clasificar las montañas, pero no existe ninguna que sea reconocida internacionalmente. Sin embargo, desde el punto de vista militar, el terreno, la elevación y la climatología son los factores que más influyen en el desarrollo de las operaciones

[1] Definición de montaña contenida en el STANAG de la OTAN publicada en la revista *“The LAND POWER magazine “* del 2016.

de montaña. Según estos criterios las montañas se caracterizan de la siguiente manera.

En lo que respecta al terreno, las montañas están compuestas por distintos elementos que actúan como obstáculos naturales, que pueden llegar a extenderse grandes distancias sin ningún tipo de interrupción. Los más comunes son los picos aislados, las crestas, las altas llanuras, los valles, las gargantas[2] y los barrancos. Además, estos elementos se pueden combinar entre ellos, es decir, cada zona montañosa es extremadamente compleja y distinta a las demás (ver figura

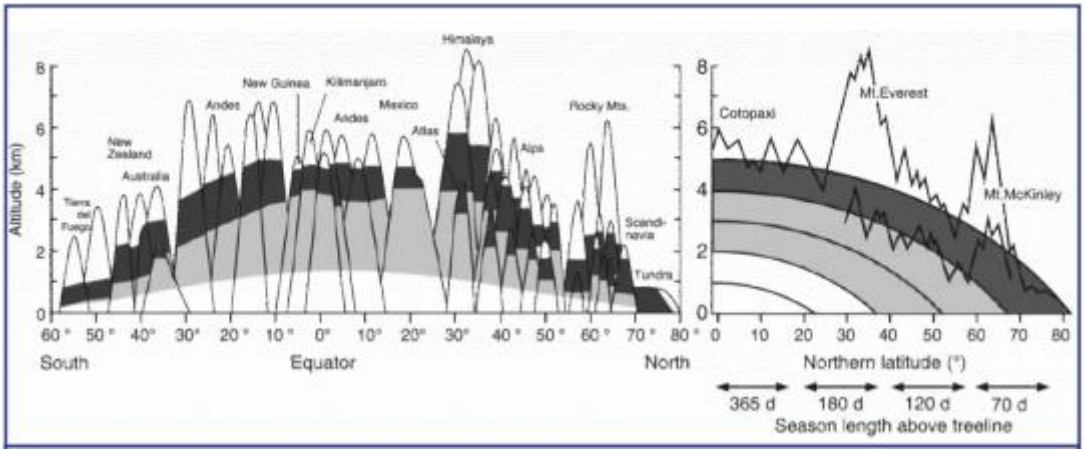


Figura 1: Perfil clásico de Humboldt de la posición latitudinal de los cinturones de altitud en las montañas de todo el mundo y compresión de las zonas térmicas de las montañas, la altitud o la latitud. El gris es la montaña, el negro es el alpino, el blanco es el cinturón nival (Körner 2003). *Fuente: Publicación OTAN, "The LAND POWER magazine" 2016*

1). Este tipo de terreno se clasifica según sus datos hidrológicos, elevación, composición de superficie y vegetación. En operaciones de montaña uno de los factores más determinantes es la elevación.

La elevación[3] es la altura del terreno inmediato sobre el nivel del mar. Cuando se opera a grandes altitudes, la dificultad para respirar el oxígeno del aire puede llegar a provocar hipoxia. Estar a una altura de 4.000[4] metros o más, sin ninguna adaptación previa, puede suponer un grave riesgo para la supervivencia del individuo. La disminución de la presión atmosférica y las bajas temperaturas son unos de los principales responsables. Además, la inclinación del terreno dificulta el movimiento, a causa de las pendientes que suelen oscilar entre los 4 y 45 grados, o acantilados y precipicios tienen la pendiente completamente vertical y es donde se pueden producir peligrosas avalanchas o desprendimientos de rocas.

Por otro lado, la climatología en la montaña es también de gran importancia. Los climas en este entorno se caracterizan por la visibilidad, la velocidad del viento, las precipitaciones, la nubosidad, la temperatura, la humedad y la presión atmosférica. También es importante resaltar

[2] Definición de "Garganta" en montaña: Valle encajado y de vertientes abruptas.

[3] AAP-6, Edición 2016 (Glosario de Términos y Definiciones de la OTAN) integrado en el manual de ATrain P-6 del Centro de excelencia de combate en montaña (MW COE).

[4] Efectos de la altitud en los humanos - Wikipedia, la enciclopedia libre

que las condiciones meteorológicas en este ambiente pueden cambiar de manera radical en un breve periodo de tiempo. En las grandes alturas las temperaturas pueden pasar de muy cálidas a extremadamente frías durante el transcurso del día. Incluso una simple tormenta a esa altura puede aislar una unidad durante varios días.

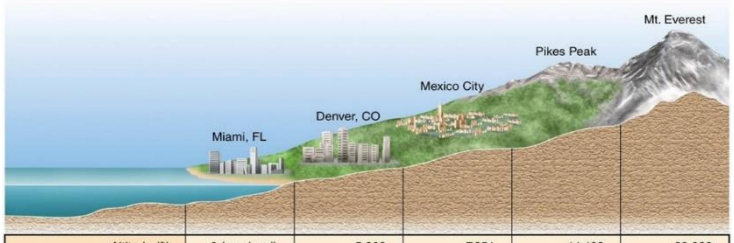
Estas y otras definiciones de montaña contenidas en los STANAG[5] y manuales de las Fuerzas Armadas coinciden en que ofrecen explicaciones de un entorno muy diverso y exigente. Desde el punto de vista militar, es muy difícil definir de manera exacta de este terreno. Las montañas en el planeta Tierra son tan distintas como los planetas entre sí de nuestro sistema solar. En la PMET OR7-042 (Publicación del manual del Ejército de Tierra) "*Orientaciones. Combate en montaña*" se definen las diferentes zonas montañosas y climáticas que existen en la Tierra.

1.2 Características del combate en montaña

Las tropas de montaña son capaces de realizar operaciones ofensivas, defensivas y de estabilización. Cuando éstas se realizan en la montaña los combatientes son capaces de adaptarse y aprovechar las condiciones ambientales. A continuación, se ha realizado una recopilación de las características más importantes de este tipo de operaciones, basadas en el manual del centro de excelencia de combate en montaña de la OTAN "*Mountain Infantry Company Field Manual*" (MW COE) y la publicación doctrinal del Ejército de Tierra PD4-009 "*Combate en montaña y zonas de clima frio*":

- Combates de corta distancia debido al terreno escarpado que canaliza los movimientos de las unidades. Las crestas, las colinas, los barrancos, las depresiones limitan el alcance del fuego directo. Además, la escasez caminos transitables restringe el uso de los vehículos motorizados. Por lo que el contacto con el enemigo muchas veces se produce con el personal desplegado a pie.

- Combates de pequeñas unidades descentralizadas. Los conflictos en la montaña suelen ser a nivel sección o incluso pelotón, ya que el terreno muchas veces no permite la reunión y



Altitude (ft) (m)	0 (sea level) 0	5,202 1,610	7,251 2,210	14,108 4,300	29,028 8,048
Barometric pressure P_b (mmHg)	760	631	585	430	253
% O_2 in the air	20.93	20.93	20.93	20.93	20.93
Partial pressure of oxygen					

Figura 2: Ejemplo de cómo cambian las condiciones climatológicas en función de la altura. Fuente: Web, "Geography of Climate and Weather: Factors Influencing Climate : Relief "

[5] **STANAG**, en español "Acuerdo de Normalización" define procesos, procedimientos, términos y condiciones de equipamiento o procedimientos y técnicas militares comunes entre los países miembros de la alianza

maniobra de grandes unidades. A medida que aumenta la altitud (ver figura 2), el terreno se vuelve más accidentado y restrictivo, lo que hace necesario la ejecución descentralizada de las misiones por parte de las secciones.

- Misiones de larga duración debido a la reducción de movilidad y las dificultades que aparecen en los desplazamientos (ver figura 3 y 4). El terreno accidentado suele restringir el movimiento a pie. Una distancia relativamente corta de un punto a otro puede se puede convertir en un movimiento complejo y técnico. Las zonas rocosas y escarpadas con múltiples cambios de dirección retrasan el movimiento de las unidades.

Figura 3 (Izquierda): Terreno montañoso (Afganistán). *Fuente: Manual PD4-009, "Combate en montaña y zonas de clima frío"*

Figura 4 (Derecha): Adaptación del combatiente al terreno montañoso. *Fuente: Manual PD4-009, "Combate en montaña y zonas de clima frío"*

1.3 Situación operativa de las unidades de montaña

Más del 25% de la superficie terrestre del mundo es terreno montañoso y es el 12% de la población la que vive en este tipo de terreno. Además, el 68% (132 de 193) de los países miembros de la Naciones Unidas tienen alguna de sus fronteras delimitadas por montañas. Este tipo de zonas suponen un conflicto de intereses geopolíticos. Las montañas son una gran fuente de suministro de agua para el consumo humano, la industria, la alimentación y la producción de energía. Existen dos escenarios principales para los conflictos en la montaña: el convencional y el asimétrico.

En el primero caso, son dos estados los que se disputan la frontera. En este escenario las tropas desplegadas mantienen defensas lineales a lo largo de la línea de demarcación, sin importar la altitud. Un claro ejemplo de ello son los conflictos en la zona de Cachemira y el glaciar

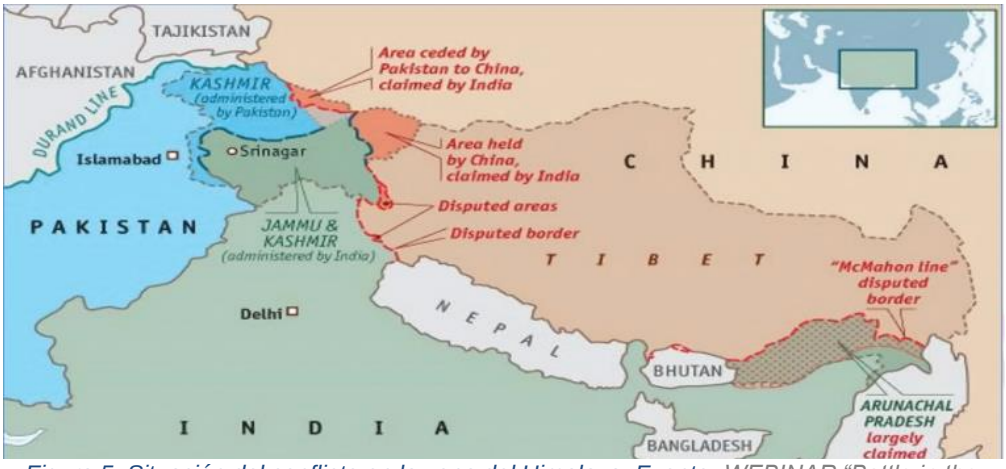


Figura 5: Situación del conflicto en la zona del Himalaya. Fuente: WEBINAR "Battle in the Himalayas", Archive NATO MW COE

Siachen entre la India y Pakistán; o la zona del rio Kameng del Himalaya que divide la frontera entre la China e India (ver figura 5).

En el segundo caso, el ejército de un país se establece en varias bases de operaciones avanzadas desde donde se lanzan patrullas para realizar misiones con el fin de controlar la actividad insurgente de la zona. La guerra soviética-afgana, el Sendero Luminoso en Perú, las guerras ruso-chechenas y los enfrentamientos colombianos contra las FARC; son algunos de los ejemplos de este tipo de escenarios.

Por lo tanto, es muy probable que se vuelva a producir una situación de inestabilidad en las que las tropas de montaña tengan que intervenir (ver figura 6). Por ese motivo, es muy importante mejorar al máximo posible las capacidades de este tipo de unidades. Éstos tienen que ser capaces de operar adecuadamente ante amenazas de amplia variedad.

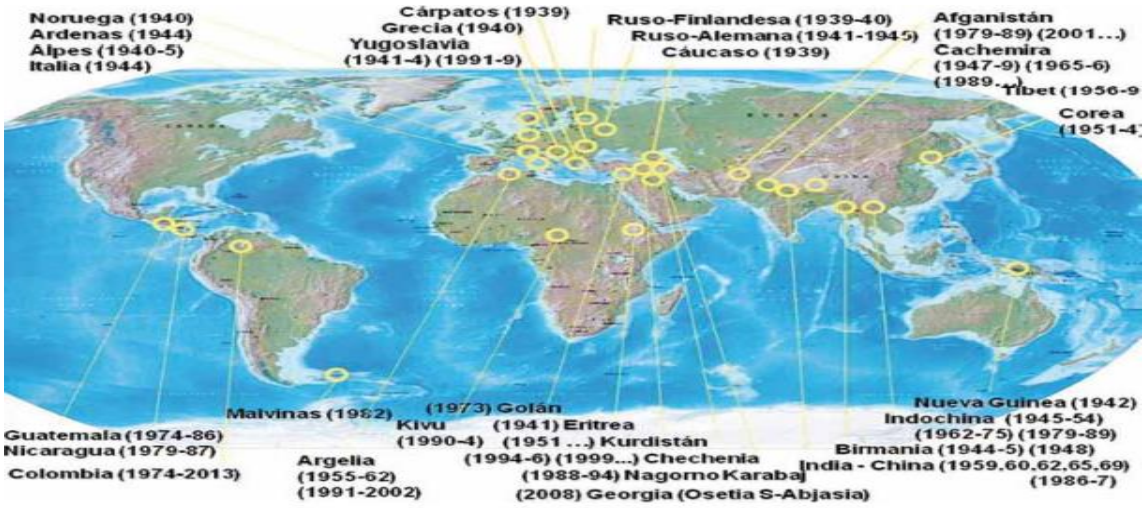


Figura 6: Conflictos en zonas de montaña a lo largo de la historia. Fuente: Manual PD4-009 "Combate en montaña y zona de clima frío"

2 OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

2.1 OBJETIVOS Y ALCANCE

El objetivo general de este trabajo es aumentar el rendimiento en combate de las tropas de montaña. El principal problema al que se enfrentan estas unidades es la sobrecarga de peso de su equipo. Como ya se ha visto anteriormente, el terreno montañoso es de una gran complejidad. Este es el motivo por el cual, a diferencia de otras unidades, tienen que llevar un equipo específico. De esta manera, estas unidades son capaces de hacer frente a las contingencias que les aparecen durante el desarrollo de la operación.

Lo que se pretende demostrar es que la sobrecarga afecta negativamente a la eficacia en combate. Por lo tanto, en este estudio se centra en la búsqueda de soluciones y alternativas a las limitaciones derivadas de este problema. Para ello, el problema se ha abordado a través de cuatro líneas de acción: Reducir el peso del equipo llevando menos cosas (L1), hacer que las cosas sean más fáciles de llevar de un lado a otro (L2), sustituir el equipo por otro más ligero

(L3) o incrementar la capacidad física (L4).

Cada una de estas líneas de acción tiene un objetivo específico relacionado con carga del soldado en montaña. La finalidad es que estos objetivos contribuyan al cumplimiento del objetivo general. Los objetivos específicos son:

- Evaluar de manera exhaustiva cuál es el equipo y suministro es indispensable para garantizar la supervivencia del soldado, relacionándolo con la capacidad de reabastecimiento logístico en montaña (L1).

- Analizar la viabilidad de uso de nuevos transportes y medios que faciliten el movimiento de la carga pesada en montaña (L2).

- Seleccionar qué armamento, material y vestuario es el más adecuado para el combate en montaña (L3).

- Conocer con detalle las limitaciones físicas, mentales y operativas del combatiente en montaña derivadas de la sobrecarga (L4).

El ámbito de aplicación de estudio está destinado a facilitar un camino para el futuro de las tropas de montaña, pertenecientes al Ejército de Tierra. Actualmente, este tipo de unidades están encuadradas en la división San Marcial. El América 66 y el Galicia 64 son los regimientos que podrían aprovechar el resultado de este trabajo para optimizar la ejecución de sus cometidos en el teatro de operaciones.

Por otro lado, la aplicación de esta investigación también puede extenderse a cualquier unidad de infantería ligera. Este ámbito de estudio puede aprovecharse para optimizar elementos puntuales de este tipo de unidades. En otras palabras, si se puede aplicar en operaciones de montaña también es transferible a operaciones convencionales debido a las similitudes existentes.

La hipótesis de partida de esta investigación es la siguiente: “Actualmente existen medios, armamento, equipo y vestuario que permiten mejorar el rendimiento de las unidades de montaña”. La búsqueda de soluciones se centra en analizar y seleccionar cuáles son tendencias que ya se están empleando otros países. Además de investigar qué proyectos se están desarrollando en las organizaciones pioneras en I+D de este ámbito. Por lo tanto, el alcance de este trabajo está definido por tendencias ya existentes que no se emplean en el Ejército de Tierra, teniendo en cuenta su viabilidad de adquisición y aplicación. Por lo tanto, en este trabajo no se desarrolla ningún prototipo totalmente novedoso y exclusivo.

Para poder alcanzar los objetivos marcados se han establecido una serie de tareas a realizar. La ejecución temporal se ha desarrollado de la siguiente manera:

1. Investigación de las limitaciones, necesidades y capacidades del combate en montaña.

2. Identificación del problema principal: La sobrecarga del combatiente en montaña.

3. Recopilación de factores que permitan crear una herramienta capaz de medir el rendimiento del combatiente.

4. Experimentación en unidad de montaña Regimiento América nº66 y recopilación de lecciones aprendidas.

5. Estudio y análisis del equipo, armamento y material de las tropas de montaña en el Ejército de Tierra.

6. Análisis y creación de las líneas de acción.

7. Investigación y desarrollo de las líneas de acción a través de la investigación de nuevas tendencias en combate en montaña a nivel internacional.

8. Selección y argumentación de la mejor tendencia investigada que permite la máxima mejora del rendimiento en combate de la unidad.

9. Viabilidad de adquisición y aplicación de la solución seleccionada.

10. Obtención de conclusiones.

El recurso disponible más relevante para la búsqueda de soluciones han sido las revistas y publicaciones de otros Ejércitos y portal de lecciones aprendidas del Centro de Excelencia del combate en Montaña de la OTAN (MW COE). Las publicaciones del Mando de Adiestramiento y Doctrina (MADOC) han sido una gran fuente de ayuda para el desarrollo de la investigación. Además, la opinión experimentada de mandos y tropa del Regimiento América nº66 también ha sido de gran utilidad.

2.2 METODOLOGÍA

En la primera fase del trabajo, la recopilación y la síntesis de la información de las publicaciones de los manuales del MADOC han tenido un papel fundamental para la identificación de las limitaciones del combatiente en montaña. El Regimiento América nº66 ha permitido contrastar el contenido desarrollado gracias al gran número de expertos en esta temática.

Para la identificación del problema se ha realizado una valoración de cuáles son las limitaciones más perjudiciales y frecuentes del combatiente en montaña. Para ello, se ha llevado a cabo una revisión documental de estudios que demuestran los efectos que producen éstas en las unidades de infantería ligera. Posteriormente, se han relacionado estos factores con las capacidades y necesidades de las tropas de montaña. Finalmente, se ha seleccionado el problema que se ha considerado principal causante de la reducción de rendimiento en combate: la sobrecarga del soldado en montaña.

La experimentación y trabajo de campo de este estudio se basa en la participación en el ejercicio de táctico "*Martial Summit 21*" que tuvo lugar en los Picos de Urbión, Soria. Para poder recopilar la información se ha realizado un diario de campo para identificar todas las lecciones aprendidas durante el desarrollo de las actividades. Las maniobras tuvieron una duración total de 10 días. Sin embargo, para poder contrastar toda la información recopilada se realizó un grupo de discusión con los mandos de la 3ª compañía del Regimiento América nº66. La finalidad ha sido comparar las lecciones aprendidas con otros periodos de maniobras anteriores como el "*Infierno Blanco*", "*Alud Verde*" o el curso de diplomados de montaña. Aparte, también se han tenido en cuenta antecedentes de lecciones aprendidas de operaciones militares que se han ejecutado en la zona montañosa de Afganistán.

En la búsqueda de las soluciones, la exploración de nuevas tendencias empleadas por otros países ha sido el esfuerzo principal. El centro de excelencia de combate en montaña de la OTAN (MW COE) y las revistas de tropas de montaña del E.T han sido las fuentes de más importancia en esta fase. El MW COE se centra en la investigación y desarrollo de proyectos relacionados con la capacidad de supervivencia y movilidad en entorno montañoso. Sin embargo, también se han comparado los medios empleados por otros países pioneros en este campo como Francia. Las revistas publicadas por otros ejércitos han sido de gran ayuda.

Una vez detectadas las posibles soluciones se han clasificado de tal manera que han permitido detectar que existen 4 estrategias. Cada una de ellas permite alcanzar el objetivo general del estudio a través de un procedimiento distinto que busca cumplir los objetivos específicos marcados. Para determinar cuál de ellas es la óptima se han evaluado a través de la de la herramienta “Pentágono de Hielo”. Esta herramienta de elaboración propia permite analizar la mejora de rendimiento de los combatientes en montaña a través de la medición de la eficacia relacionándola con la carga de combate. Posteriormente, se ha seleccionado la que ha obtenido la mejor evaluación.

Por último, una vez seleccionada la solución más eficaz, se ha analizado la viabilidad de aplicación y adquisición a las tropas de montaña de nuestro Ejército de Tierra. Esta parte se ha determinado a través del estudio de precios y capacidad operativa de las Fuerzas Armadas.

En resumen, la metodología empleada en este trabajo se basa en un método puramente cualitativo. El principal instrumento que se utiliza en la recogida y análisis de la información es la experimentación propia y la búsqueda nuevas tendencias empleadas por unidades de montaña que son pioneras en este ámbito a nivel internacional. Todos los resultados obtenidos se evalúan a través herramienta específica para comprobar si cumplen los requisitos necesarios para el cumplimiento del objetivo general.

3 ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO

3.1 CAPACIDADES OPERATIVAS DE TROPAS DE MONTAÑA E.T.

Las unidades de montaña son capaces de desarrollar actividades técnicas para poder operar en todo tipo de terreno montañoso. El manual de adiestramiento de compañía de tropas de montaña MA4-112 del MADOC, divide la programación anual de instrucción y adiestramiento en dos ramas principales.

Por un lado, está la instrucción orientada a la vida y movimiento en montaña que consiste en preparar a los combatientes para que sean capaces de progresar de manera autónoma y refugiarse cuando sea necesario. Las características de las vías de comunicación, las condiciones meteorológicas adversas y el frío extremo, hacen necesaria este tipo de instrucción técnica. Además, a medida que aumenta la altura, también lo hace la complejidad del relieve, las vías se reducen y pierden calidad, hasta que llega un momento en el que solo se puede progresar a pie, debiendo llevar sobre sí todo lo necesario para vivir, moverse y combatir. En la PD4-902: “Vida y movimiento en montaña y zonas de clima frío” y en la PD4-900: “Franqueamiento de obstáculos en montaña” se determinan cuáles son las capacidades específicas necesarias. No obstante, se ha realizado una recopilación de las más relevantes y frecuentes en este tipo de unidades:

- Progresión por zonas de superficie helada,
- Empleo de semipermanentes para franqueamiento de obstáculos.
- Progresión por zonas nevadas con uso de esquís o raquetas
- Progresión vertical a través del empleo de técnicas de escalada.
- Procedimientos para superar zonas afectadas por peligros como la niebla, aludes, cornisas, grietas, neveros o seracs[6].

Por otro lado, la instrucción en combate también es una parte fundamental en su instrucción. Estas unidades tienen que ser capaces de cumplir los siguientes cometidos[7]. Esta recopilación se ha obtenido a través el manual de adiestramiento MA4-117: "Sección de cazadores de montaña".

- Ejecución de operaciones ofensivas y defensivas. Las acciones principales son asaltar, asegurar, ocupar y consolidar posiciones en el terreno. Además de destruir, neutralizar, suprimir, interceptor, canalizar y fijar fuerzas enemigas.
- Reconocimientos de zonas clave del terreno.
- Capacidad de ser transportados tanto en vehículo terrestre como aéreo (ver figura 7 y 9).

Figura 7: Transporte aéreo en montaña

Figura 8: Movimiento a pie con empleo de esquís

Figura 9: Transporte vehículo Terrestre TOM

Para el cumplimiento de estos cometidos, disponen de un armamento y equipo específico que les permiten desarrollar todas sus capacidades:

- Armamento individual y colectivo ligero y fácilmente portable, que les proporcionen la potencia de fuego suficiente para llevar a cabo las acciones anteriores (como morteros ligeros, ametralladoras ligeras, lanzagranadas y fusiles de precisión).
- Medios de visión, de captura y almacenamiento de imágenes, y de video tanto diurnas

6 "Seracs": Bloque grande de hielo fragmentado por importantes grietas en un glaciar

7 Recopilación está basada en el manual de adiestramiento MA4-117: "Sección de cazadores de montaña".

como nocturnas. La finalidad es otorgar capacidades de detección, reconocimiento e identificación.

- Medios de reconocimiento aéreo de tipo mini/micro RPAS (Dron de control remoto).
- Óptica para la medición de distancias y señalamiento de objetivos.
- Medios de transmisión capaces de transmitir datos en tiempo real a grandes distancias.
- Material y equipo específico de montaña para garantizar la continuidad de la vida y movimiento en entorno montañoso.

3.2 LA SOBRECARGA DEL SOLDADO

Para determinar el principal problema al que deben hacer frente las unidades de montaña, se ha realizado un estudio de limitaciones y necesidades operativas del Ejército de Tierra, que está en los Anexos 2 y 3 respectivamente. La conclusión a la que se ha llegado es que la sobrecarga del soldado es el factor que más perjudica a este tipo de unidad (ver Anexos 2 y 3). El peso equipo del combatiente, que debería haber sido siempre una preocupación importante en el planeamiento de las operaciones, en la práctica ha sido muchas veces obviado, en un intento de conseguir mejor protección, más capacidad ofensiva o mayores posibilidades de responder ante imprevistos. No obstante, la realidad del combate siempre ha demostrado la importancia vital de este asunto.

La carga de un soldado es una responsabilidad de liderazgo independientemente del entorno operativo. El terreno de montaña impone la fuerza del soldado y pone a prueba su resistencia aún más, haciendo que el escrutinio de la carga del soldado sea aún más estricto. La capacidad de combate de un soldado de infantería está directamente relacionada con su carga (ver figura 10). Existe un límite máximo de carga individual que no puede superarse con seguridad si se espera que un soldado de infantería cumpla su misión de combate (ver figura 11).

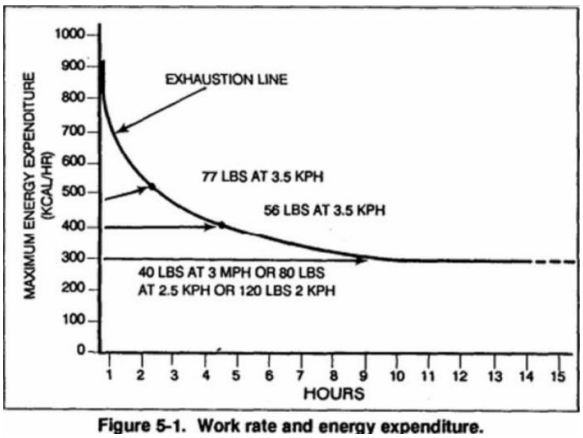


Figure 5-1. Work rate and energy expenditure.

Figura 10: Bajo cargas más pesadas, los soldados alcanzan el agotamiento más rápido, a menos que se muevan más lento. (Fuente: Army Field Manual 21-18, Procedures and Techniques of Foot Marches, página5-5)

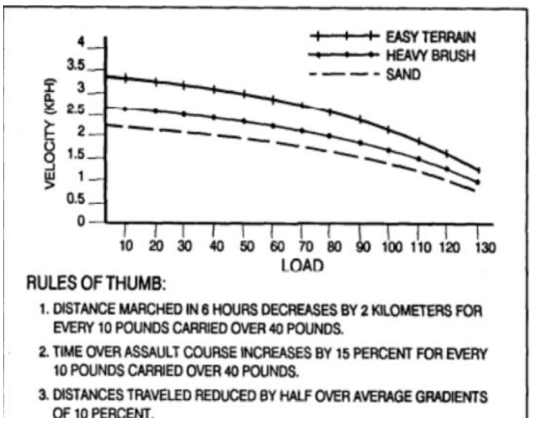


Figura 11: Bajo cargas más pesadas y en terrenos más adversos, los soldados se mueven más lento. (Fuente: Army Field Manual 21-18, Procedures and Techniques of Foot Marches, página 5-5)

Un estudio de carga de la Infantería de Marina de 2003 evaluó las recomendaciones existentes del Departamento de Defensa de Estados Unidos reflejadas en el MIL-STD-

1472F y las discusiones de científicos militares[8]. En el estudio se llega a la conclusión que, a efectos de planeamiento, es comúnmente aceptado que la carga a transportar por un soldado durante el combate no debería exceder del 30% de su peso corporal (para una persona de 73 kg, serían 22 kg de carga). Cualquier carga que supere el 45% del peso corporal estaría comprometiendo seriamente la capacidad de combate y supervivencia de un individuo. Además, se ha comprobado también que la instrucción sólo permite incrementar en un 10% la carga a transportar manteniendo dichas capacidades (ver figura 12).

Recommendation by Source (in lbs)		
Year	Recommending Body	Fighting Load (lbs)
Late 1800s	German William Frederick Studies	48
1920s	Hygiene Advisory Committee of the British Army	40-45
1930s	British Aldershot Committee	35
1950	U.S. Colonel SLA Marshall	40
1990	U.S. Army FM 21-18	48
2001	U.S. Army Science Board Summer Study	50
2003	USMC Combat Load Report	50.7
2007	U.S. Naval Research Advisory Committee	50

Figura 12: Recomendaciones de peso establecidas por el Ejército de Estados Unidos. FUENTE: Publicación "The Soldier's Heavy Load | Center for a New American Security" by Lauren Fish y Paul Scharre.

El informe de 1923 de Royal Army Medical Corps del comité[9] designado para investigar el efecto sobre la salud del soldado del actual sistema de transporte de equipo y mochilas, llegó a la conclusión que el valor de combate de un soldado es inversamente proporcional a la carga que lleva**.** Por lo tanto, la sobrecarga del soldado es un factor que afecta directamente al rendimiento en combate de los soldados de montaña. Sobre todo, si se tiene cuenta que este tipo de unidades suelen transportar mucho más peso que el resto de los soldados convencionales. Sin embargo, es difícil encontrar el equilibrio que permita cumplir sus cometidos, superando las contingencias que supone operar en terreno montañoso, al mismo tiempo que se reduce la carga transportada durante la misión.

El concepto del "Triángulo de Hierro"[10], que a menudo se aplica a los vehículos terrestres, captura este desafío. El "Triángulo de Hierro" (ver Figura 13) representa el equilibrio entre movilidad, protección y letalidad. Dado que existe un límite para el peso que puede soportar un vehículo, cualquier aumento de una de las variables da como resultado la degradación de las demás. Los soldados desmontados se enfrentan a un desafío similar. Deben llevar físicamente cada pieza de equipo que tienen al combate. Esto significa que cualquier mejora en la protección o letalidad que agregue peso reduce la

[8] "Combat Load Report," 6. Economos

[9] ARMY HYGIENE ADVISORY COMMITTEE REPORT No. 3. By PROFESSOR E. P. GATHCART, F.R.S. CAPTAIN D. T. RICHARD SON AND CAPTAIN W. CAMPBELL, M.C. Royal Army Medical Corps.

[10] Zheng and Walsh, "Materials, Manufacturing, and Enablers for Future Soldier Protection," 23; and Marshall, The Soldier's Load and the Mobility of a Nation, 5, 25.

movilidad. La movilidad se puede recuperar reduciendo el peso, pero generalmente a un costo de protección o letalidad. Por lo tanto, los soldados permanecen atrapados dentro del Triángulo de Hierro.

Figura 13: Ejemplo aplicación "Triangulo de Hierro". Fuente: The Role of R&D in an Acquisition Program, Journal of Defense Management: Dasch JM and Gorsich DJ

La movilidad es un factor importante en la efectividad y supervivencia de la misión, ya que la capacidad de maniobrar con agilidad aumenta las posibilidades de evitar el contacto con el enemigo. De hecho, el peso adicional puede dar lugar a compromisos que de otro modo podrían evitarse mediante evasión. Además, a diferencia de los vehículos terrestres que no se cansan durante una misión, los soldados sí se fatigan. Las consecuencias de soportar mucho peso durante largos desplazamientos derivan en una disminución de la cognición, la capacidad de respuesta y la toma de decisiones. Por lo tanto, si únicamente se tiene en cuenta la protección, los resultados pueden ser perjudiciales para el éxito de la misión, ya que la supervivencia de los soldados depende de muchos otros factores. Es imprescindible valorar la capacidad de la conciencia situacional, la movilidad y la letalidad, puesto que son los responsables de otorgar a los soldados la capacidad de detectar al enemigo y atacar primero, manteniendo la ventaja táctica en todo momento a través de una maniobra rápida y agresiva.

En resumen, mejorar la supervivencia de los soldados va más allá de simplemente centrarse en mejorar la protección: las mejoras de este tipo deben equilibrarse con la movilidad y letalidad.

Si lo anterior es de aplicación general a todo combatiente a pie, en las unidades de montaña se deben tener en cuenta más factores para encontrar el equilibrio. En terreno montañoso el peso supone un factor clave que debe tratarse con mucho cuidado en todas las actividades de planeamiento que se realicen. Debe tenerse en cuenta que, al peso del equipo de combate de cualquier soldado, debe sumarse el del equipamiento específico para sobrevivir a las duras condiciones climatológicas o para progresar en terrenos difíciles. Por ello, el peso es, en la mayoría de las ocasiones, un factor limitante y obliga a tomar decisiones que suponen habitualmente la asunción de riesgos por parte del jefe.

Las unidades de montaña aparte de la movilidad, letalidad y protección tienen otro factor determinante del que no se puede prescindir para estudiar esta relación de equilibrio: El frío. La capacidad de resistencia al frío es fundamental para el terreno montañoso, porque no sirve de nada encontrar el equilibrio perfecto de carga del soldado si no es capaz de aguantar condiciones climatológicas extremas. Además, debido al peligro de aislamiento de las operaciones de montaña, tampoco se puede dejar de lado el grado de autonomía de los soldados, es decir, el tiempo que son capaces de sobrevivir y ser operativos con los suministros que llevan encima. Por lo tanto, se ha elaborado un nuevo concepto del "Triángulo de hierro". El "Pentágono de Hielo" (ver figura 14) es su aplicación a las unidades de infantería de montaña:

Figura 14: Ejemplo de la estructura del Pentágono de Hielo. Fuente: Elaboración propia.

- La carga de combate consiste en el peso del equipo (armamento, munición, casco, chaleco, y vestuario) que los soldados acarrean durante el combate y maniobra. Además, también se tiene en cuenta el peso de la mochila con el material técnico y suministros necesarios para la vida y movimiento en montaña.

- La eficacia hace referencia al rendimiento del combatiente en montaña durante el desarrollo de las operaciones.

Esta es la herramienta de análisis del trabajo que permitirá detectar el grado de mejora de las nuevas tendencias de combate en material y armamento en montaña investigadas en las distintas líneas de acción. En el desarrollo de este trabajo, esta herramienta se define con detalle.

3.3 ANTECEDENTES EN OPERACIONES MILITARES ACTUALES

Irak, y particularmente Afganistán, hubo una cierta tendencia en aumentar la carga del soldado durante la ejecución de operaciones, con la finalidad de hacer frente a cualquier imprevisto durante los patrullajes. Los resultados fueron lesiones y una elevada reducción en la movilidad de combate durante los enfrentamientos. El peso medio transportado para la Operación HERRICK fue de 56 kg.[11] En 2011, un artículo de la British Army Review, reportado en el Daily Telegraph[12] por el autor Sean Rayment destacó el problema.

"Atacando la estrategia británica en Helmand, el oficial afirma que los soldados ahora están

[11] The British Army Review Number 150

[12] Britain's 'donkey' soldiers are losing the war in Afghanistan, Daily Telegraph.

tan cargados de equipo que no pueden lanzar ataques efectivos contra los insurgentes. El controvertido relato de la situación en Afganistán aparece en el último número de British Army Review, una publicación militar restringida diseñada para provocar un debate dentro del Ejército. Escribiendo de forma anónima, el autor revela que los talibanes han apodado a los soldados británicos como "burros" que se mueven en un "contoneo" táctico porque ahora llevan un peso promedio de 110 libras de equipo para la batalla. Las consecuencias de la estrategia, dice, es que "a nuestra infantería le resulta casi imposible acercarse al enemigo porque los malos tienen el doble de movilidad". El oficial afirma estos hechos al final de una patrulla de rutina de cuatro horas. Si no averiguamos ahora cómo vamos a perder ese peso, haremos el viejo truco de comenzar la próxima guerra repitiendo los errores de esta."

Esta sobrecarga no sólo limita la movilidad del combatiente, sino que también produce bajas por lesiones en la columna, ligamentos y articulaciones; de hecho, se estima que casi un tercio de las evacuaciones médicas en Irak y Afganistán en el ejército de los EE. UU, entre 2004 y 2007 se produjeron por ese motivo, lo que supone el doble de las evacuaciones por heridas de combate. Además, ese tipo de lesiones suelen dejar secuelas que afectan al futuro de la vida militar de los afectados.

La Operación Anaconda[13] en Afganistán en marzo de 2002, fue otro de los acontecimientos de los que se extrajeron lecciones aprendidas. El combate tuvo lugar en el valle de Shahikot, lugar con crestas y elevaciones de 2500m hasta 3000m, cuyo pico más alto es de 3300m en Takur Ghar. La falta de aclimatación a la altura y la sobrecarga de peso, de hasta 57 kg, provocaron una reducción de eficacia en el combate. En varias ocasiones, se vieron obligados a dejar el blindaje corporal para ganar movilidad en el campo de batalla. la carga reduce la eficacia en el combate

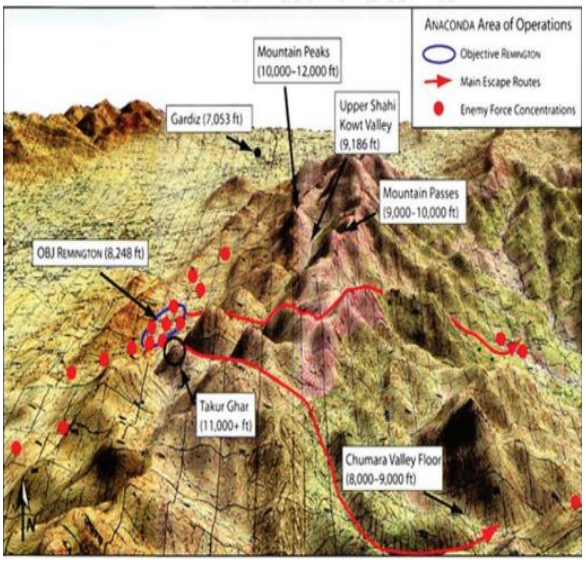


Figura 15: Escenario de combate de la operación Anaconda. FUENTE: Roth, PhD, 2018

El primer congreso[14] de Guerra en montaña de la OTAN publicó las siguientes lecciones aprendidas de esta operación:

- Bajar la carga del soldado es necesario.

- La velocidad también es seguridad.

- En la guerra de montaña a menudo es necesario ser ligero y ágil,

[13] Wikipedia, (2018). Operation Anaconda.

[14] Roth, E., (2018). Operation Anaconda, Real-life-experience, Lecture at the 1st NATO Mountain Warfare Congress, NATO MWCOE, SVN.

- Modificar la carga según la misión; en la guerra de montaña el triángulo "Movilidad-Potencia de fuego-Protección" debe equilibrarse.

- El reabastecimiento en el combate en montaña es clave.

Por lo tanto, queda claro que el exceso de carga y volumen sobre el combatiente, aunque le proporciona mayor protección (chaleco anti fragmento con placas y casco), también reduce su capacidad de adquirir objetivos y de hacer fuego efectivo con su fusil: experimentos[15] realizados por el ejército americano demuestran que ese tiempo puede penalizarse en 0,8 segundos llevando todo el equipo.

No obstante, a pesar de conocer la existencia del problema, no se ha solucionado todavía. En el próximo capítulo se explicarán las estrategias para afrontar este problema, teniendo en cuenta su aplicación en las unidades de montaña. La investigación de nuevas tendencias en armamento, equipo y material es la clave del éxito para la búsqueda de la solución.

4 DESARROLLO: ANÁLISIS Y RESULTADOS

Para poder resolver el problema planteado de la sobrecarga de peso del soldado en unidades de montaña, se ha desarrollado una estrategia formada por cuatro líneas de acción. Las líneas de acción empleadas están inspiradas en el informe[16] “The Soldier’s Heavy Load”, que recoge las conclusiones del estudio del “Center for a New American Security”[17] sobre la capacidad de supervivencia de los soldados de infantería en combate. Este informe está basado en un estudio realizado en el Laboratorio de Investigación del Ejército de Estados Unidos con el fin de identificar conceptos y tecnologías futuras para mejorar la supervivencia y la eficacia de los soldados en los próximos 20 años. De esta manera se pretende identificar áreas de inversión en ciencia y tecnología de alto rendimiento.

Las líneas de acción que se han seleccionado son:

- Línea de acción nº1: Llevar menos cosas.

- Línea de acción nº2: Hacer que las cosas sean más fáciles de llevar.

[15] Hyeg Joo Choi, K. Blake Mitchell, Todd Garlie, Jay McNamara, Edward Hennessy, and Jeremy Carson, “Effects of Body Armor Fit on Marksmanship Performance,” in: Goonetilleke R., Karwowski W. (eds) Advances in Physical Ergonomics and Human Factors, Advances in Intelligent Systems and Computing, Vol. 489 (2016), 352

[16] The Soldier’s Heavy Load By Lauren Fish (Investigadora asociada del Programa de Defensa y la Iniciativa Futuro de la Guerra en el Centro para una Nueva Seguridad Estadounidense (CNAS)) and Paul Scharre (Vicepresidente y director de estudios del Center for a New American Security).

[17] El CNAS es una organización de investigadores de Estados Unidos que desarrolla políticas de seguridad nacional y defensa basadas en principios científicos.

- Línea de acción nº3: Hacer que las cosas sean más ligeras.

- Línea de acción nº4: Incrementar la capacidad física.

En cada una de estas líneas se han estudiado qué proyectos y nuevas tendencias nos permiten aumentar el rendimiento de los combatientes en montaña. Una vez realizado este análisis, se ha estudiado la viabilidad de los resultados para determinar la solución más efectiva, teniendo en cuenta las capacidades y necesidades de nuestras tropas de montaña.

Para ello, uno de los recursos más empleados ha sido la investigación de qué medios y procedimientos utilizan los ejércitos pioneros que actualmente son pioneros en el combate en montaña. Además, los departamentos de I+D relacionados con esta temática también han tenido un peso significativo, a pesar de que algunos de los proyectos analizados todavía están en una fase muy inicial de desarrollo, pero con un gran potencial.

4.1 LINEAS DE ACCIÓN

Para poder clasificar los grados de mejora en cómo afectan al rendimiento del combatiente, se ha utilizado el “Pentágono de Hielo”. Esta herramienta está formada por cinco elementos seleccionados que nacen de la relación del estudio “Triangulo de Hierro” y las necesidades operativas establecidas por el MW COE mencionadas en el Anexo 3 de este trabajo. Para poder establecer los distintos grados dentro de cada elemento se ha realizado una investigación de clasificaciones de carácter oficial y reconocidas a nivel internacional. En el Anexo 4 aparece la creación de esta herramienta y cómo se integra en cada una de las líneas de acción (ver anexo 4).

4.1.1 Llevar menos cosas

Llevar menos cosas en el equipo puede parecer la opción más sencilla y fácil, sin embargo, es la más difícil de llevar a la práctica. La cantidad de equipo que se lleva encima está directamente relacionada con la gestión de riesgos, es decir, el miedo a encontrarse en una situación imprevista hace que se añada más equipo del que es realmente necesario. Por lo tanto, la decisión de esta selección depende del riesgo que el jefe está dispuesto a asumir. Este es el motivo por el cual se ha decidido desarrollar una evaluación exhaustiva de cuál es el equipo y suministro indispensable para garantizar la supervivencia del combatiente en montaña.

Para ello, es importante tener en cuenta que la carga del soldado de montaña está formada por dos categorías. La primera parte de la carga está constituida por el equipo de combate, es decir, el casco, el chaleco anti fragmentos, el fusil y la munición. La segunda parte es la que incluye todo aquel material y vestuario especifico que es necesario para sobrevivir a las duras condiciones climatológicas y permite progresar por terrenos difíciles. En el Anexo 5 aparecen reflejados los pesos de cada una de estas partes de manera específica y su evaluación en el desarrollo de operaciones en montaña para determinar cuáles son los más relevantes.

Para poder tomar una correcta decisión en la elección del equipo, se han tenido en cuenta

dos estudios innovadores en este aspecto. En primer lugar, está el proyecto "PAYNE"[18] (actualmente en desarrollo por el Ejército Británico) que propone reducir peso a través de una adecuada gestión de riesgos, delegando la decisión del equipo a llevar, en función del tipo de misión. En segundo lugar, el MW COE también ha realizado un proyecto para desarrollar un nuevo concepto de ligereza "Equipment load reduction Project" que analiza las ventajas de utilizar elementos improvisados en lugar de los habituales (arnés de circunstancias, nudos en lugar de bloqueadores, etc) con la finalidad de reducir el peso del equipamiento técnico a acarrear ("Do more with less equipment"). Se proponen unos kits para las diferentes maniobras técnicas de montaña tanto invernales como estivales, reduciendo los elementos al mínimo y manteniendo un margen de seguridad suficiente. Por lo tanto, el proyecto PAYNE será utilizado para definir la carga de combate necesaria y "Equipment load reduction Project" será utilizado en la evaluación del vestuario y material técnico de montaña que son indispensables para la vida y movimiento.

El proyecto Payne determina que la carga máxima aceptable a transportar es de 40kg, sin embargo, la ideal es de 25kg. En el Anexo 5 se ha elaborado una tabla en la que se han representado cuál son los porcentajes de distribución adecuados según este proyecto, relacionándolos con los atributos afectados del Pentágono de Hielo. Además, también se ha marcado el porcentaje a reducir para alcanzar el objetivo del Proyecto Payne, al mismo tiempo que propone la estrategia para lograr dicha reducción (ver anexo 5)

Por lo tanto, el desarrollo de esta línea de acción se ha orientado a la mejora de capacidad de reabastecimiento de suministros junto a la correcta valoración del riesgo y entorno de una operación en montaña. Finalmente, estos resultados se han valorado a través de la herramienta del Pentágono de Hielo, clasificando así, la ganancia en eficacia y la reducción de peso correspondiente.

Para mejorar la capacidad de reabastecimiento la mejor opción, teniendo en cuenta las características del entorno montañoso, es el uso de drones para transportar aquella parte del equipo que no se lleva encima en el inicio de la misión. De esta manera, los combatientes podrían cargar únicamente con lo que necesitan en el momento, eliminando así todo el equipo que en muchas ocasiones se transporta con la mentalidad de "por si acaso".

Los Royal Marines del Reino Unido el 5 de noviembre de 2020 desarrollaron unas maniobras para probar el funcionamiento de los drones con la finalidad de proporcionar a los soldados todo aquello que necesitaban en el momento. Los resultados fueron formidables porque se llegó a la conclusión que esto es el futuro de las operaciones militares[19], puesto que reduce significativamente la carga a llevar. Actualmente, el más destacado es el Malloy Aeronautics T-80 y T-150 que pueden levantar 30 kg y 68 kg respectivamente. Por lo tanto, no supondría ningún problema transportar suministros y munición a los soldados desplegados en el terreno. Además, permite una fácil comunicación con el vehículo y la estación Terrestre, y ha sido diseñado para los entornos militares más duros, facilitando así su mando y control. Sin embargo, no todo son ventajas. Las entregas de drones pueden parecer geniales, pero un enemigo competente

[18] DCC Load Carriege – Project Payne British Army (Uk combat load (slideshare.net))

[19] Royal Marines en Twitter: "Resupply drones, surveillance drones, 2-man 6-wheel all-terrain vehicles, and comms and command kit has been tested extensively in #Cyprus as the Future Commando Force takes shape as part of the #LRGX deployment led by @hms_albion.

simplemente las usaría como un medio muy útil para determinar el próximo punto de puntería del mortero.

Figura 16: Empleo de los drones T80, T150 y T400 (de izquierda a derecha) en las maniobras de los Royal Marines de UK. Fuente: https://www.malloyaeronautics.com/t400/ y Twitter (perfil @RoyalMarines)

Por otro lado, las placas de protección balística son otro factor que suponen un gran lastre en la carga del soldado. La finalidad de estas placas es aumentar la probabilidad de supervivencia en combate, sin embargo, en determinadas ocasiones puede llegar a producir el efecto contrario como ya se ha mencionado en capítulos anteriores. La sobrecarga de los soldados provoca que la exposición al fuego enemigo sea mayor, por lo tanto, es muy importante decidir correctamente y ajustar la carga a los requisitos operativos.

La protección balística es modulable y, en teoría, permite a los mandos adaptar el nivel de protección de la unidad a las necesidades operativas de la misión. El nivel apropiado de protección depende de una variedad de condiciones como la amenaza del enemigo, el terreno y los cometidos a realizar, entre otros factores. Por ejemplo, el uso de chalecos antibalas pesados puede que no sea práctico desde un punto de vista operativo en una patrulla de varios días con recorridos de largas distancias en un terreno montañoso de Afganistán.

Una de las principales preocupaciones de los mandos en el momento de determinar la protección del soldado es la repercusión que puede tener la situación. Un informe reciente de RAND[20] Corporative (empresa estadounidense centrada en la resolución de problemas relacionados con el ámbito de defensa) sobre el blindaje corporal remarca que "los mandos son reacios a tomar la decisión de reducir el nivel de protección porque al final son los responsables de sus subordinados, y, por lo tanto, es una manera de evitar que se les culpe de la muerte o lesión de una soldado producida por un disparo enemigo". Las consecuencias políticas que puede tener un combate en la que los soldados no usan la protección balística adecuada pueden ser muy perjudiciales para las Fuerzas Armadas. Al final, lo más favorable políticamente es que los soldados lleven la máxima protección posible.

Esta situación perjudica a los soldados. La consecuencia de esto afecta directamente a la probabilidad de supervivencia en una situación de combate, tal y como expresó un soldado estadounidense destinado en la división aerotransportada en Afganistán: *"Podría haber salido*

[20] Lightening Body Armor | RAND

del tiroteo mucho más rápido y podría haber manejado mejor la situación si hubiera sido más móvil y efectivo con menos peso". Sargento. Fred Rowe de la 101a División Aerotransportada (Afganistán).

Este no es un problema técnico o material, sino más bien un problema cultural y político. En muchas ocasiones los mandos no tienen la autoridad suficiente y el respaldo de los superiores, incluyendo el de la opinión mediática, para modificar el nivel de protección a las condiciones específicas de una operación. La solución a este problema es que el Ejército delegue esta decisión a los mandos de compañía, permitiendo modificar el nivel de protección según sea necesario, teniendo en cuenta la amenaza y la misión específica. Si esta propuesta se lleva a cabo el resultado sería una reducción del 45% de la protección balística, es decir, el 15% de la carga total del soldado (reflejado en tabla 6 del Anexo 5).

En conclusión, la línea de acción “Llevar menos cosas” se resume en que la solución para reducir la sobrecarga del soldado se puede obtener a través de la mejora del reabastecimiento logístico y la reducción de la protección balística. Además, si tenemos en cuenta la evaluación de “Do more with less equipment”, se puede llegar a una reducción del 28% (ver anexo 5) . No obstante, es necesario destacar que no es una solución perfecta, porque aplicar esta línea de acción puede ser arriesgada por los siguientes motivos:

- Si los drones de reabastecimiento no llegan a su destino los combatientes quedarían totalmente vulnerables al enemigo.

- Es difícil determinar si quitar la protección balística sería la solución óptima, porque, al fin y al cabo, las placas de protección también han salvado muchas vidas.

- El terreno montañoso es muy cambiante, por lo que llevar el equipo mínimo necesario en algunas ocasiones puede suponer un riesgo elevado.

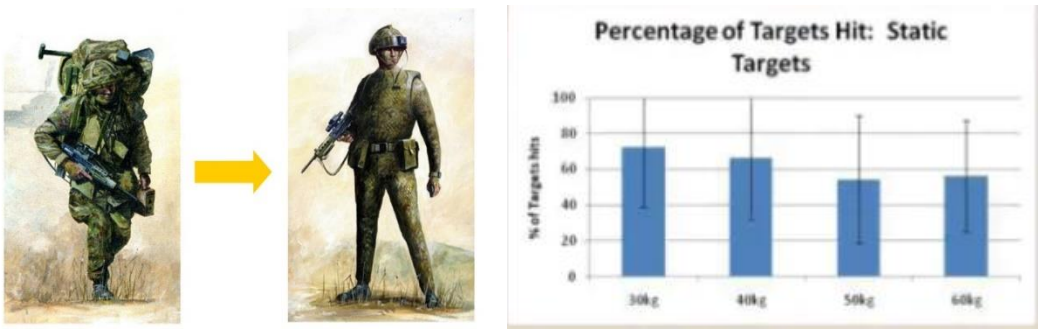


Figura 17: Porcentaje de tiro efectivo en función del peso del equipo. FUENTE: Proyecto Payne

El Pentágono de Hielo ha permitido valorar las ganancias de los resultados de esta línea de acción. Este análisis aparece reflejado de manera detallada en el Anexo 6, sin embargo se recomienda ver este Anexo al final de las líneas de acción para tener una visión global que permita comparar los efectos de todos a la vez. En este caso, los atributos que se han visto afectados son los siguientes.

Letalidad: La eficacia de este atributo se ha visto incrementada, ya que, si se reduce el equipo transportado, se reduce la fatiga, aumentando así los tiempos de reacción y la precisión en el momento del combate. Además, esta mejora se obtiene a través de la reducción de la carga, por lo tanto, el nivel de este factor se reduce.

Autonomía: Poder reabastecerse a través de drones permite prolongar la duración de las operaciones, puesto que los combatientes serían capaces de progresar por terrenes difíciles sin temor a quedarse fuera del alcance de nuevos suministros. Asimismo, al ser reabastecidos por un medio ajeno su carga de equipo no se ve perjudicada en ningún momento. Por lo tanto, la eficacia y la carga de este atributo se ven mejoradas.

Movilidad: Acarrear menos equipos aumenta la velocidad de movimiento y la agilidad. Por ese motivo, la eficacia de este atributo también queda mejorada. Esta ganancia de movilidad se produce a través de una reducción de la carga, por lo tanto, en este caso también se ve mejorada la carga.

Protección: Este atributo disminuye su eficacia porque una de las soluciones que se ha propuesto es reducir la protección balística en beneficio de mejorar la movilidad. Por lo tanto, la eficacia este atributo disminuye junto a la carga de combate.

4.1.2 Hacer que las cosas sean más fáciles de llevar de un lado a otro

La opción que se ha planteado anteriormente de reducir el peso transportado es una buena solución, sin embargo, existen otras alternativas que también permiten afrontar el problema desde un ángulo diferente. Esta línea de acción está definida por la búsqueda de nuevos medios de transporte que permitan a los combatientes desplazarse de un lado a otro sin apenas realizar ningún esfuerzo. Por lo tanto, el objetivo es aumentar el rendimiento operativo a través de un medio de las siguientes características:

- Realizar movimientos tácticos con una carga de hasta 62 kilos.

- Empleo a nivel usuario, es decir, un transporte individual para cada uno de los combatientes.

- Capacidad de transportar un herido y su equipo en caso de extrema necesidad.

- Adaptación a las duras condiciones del entorno montañoso, tanto de terreno como climatología.

- Invulnerabilidad al fuego enemigo y capacidad de movimiento sigiloso.

Para ello, se ha decidido orientar la investigación hacia dos áreas: transporte terrestre y transporte aéreo. El primer paso ha sido identificar los medios a través de un estudio enfocado en el análisis de nuevas tendencias[21] empleadas por otros países. Gracias a las distintas publicaciones de las revistas de tropas de montaña[22] y la publicación del MADOC titulada “Nuevas tendencias en combate en montaña Volumen 2, 2018” se han podido identificar los países pioneros en el uso de nuevos transportes en operaciones de montaña. Toda esta recopilación de información se ha reflejado en una tabla 9 del Anexo 7, que nos muestra la tendencia que existe actualmente de emplear vehículos terrestres de tipo y aéreos de tipo parapente. No obstante, durante la investigación se han descartado varios vehículos como los

[21] DIDOM Tendencias en montaña 2016 (Publicación MADOC)

[22] REDACCIÓN Y DISTRIBUCIÓN: Oficina de Comunicación del Regimiento de Infantería “Galicia” 64 de Cazadores de Montaña

helicópteros, blindados de tipo cadenas, 4x4 u otros similares por no cumplir los requisitos expuestos anteriormente (ver tabla anexo 7).

Asimismo, se ha considerado importante destacar que Francia ha desarrollado una tendencia que actualmente no está siendo empleada por ningún otro país: el uso del parapente. Este medio tiene muchísimo potencial, porque ofrece una gran variedad de posibilidades en la maniobra táctica, pues no depende del terreno y es fácil de transportar. Por lo tanto, esta línea de acción se basará en el análisis del empleo del quad y del parapente.

Para poder continuar con el desarrollo, primero se tiene que tomar una decisión de qué medio es el más adecuado para el uso de las tropas de montaña. Por este motive se ha elaborado la tabla 10 del anexo 7 que permite analizar todas las ventajas y desventajas que suponen el uso de todos estos medios y las posibilidades de empleo que ofrecen en distintas situaciones enmarcadas en una operación de combate en montaña. El objetivo es compararlos entre ellos para determinar cuál es la mejor opción para posteriormente profundizar en la que ofrezca mayor capacidad táctica. Para poder llenar la tabla 10 se ha realizado una entrevista al especialista e instructor de parapente del Regimiento América 66: las preguntas y respuestas obtenidas a través del técnico de vuelo en parapente Daniel Aramendi Montero están reflejadas en el Anexo 7. Por otro lado, las capacidades del quad se han obtenido a través de una publicación que muestra el empleo de los quads en operaciones por parte del ejército británico [23].

Está claro que el futuro se orienta a la reducción del peso sobre el combatiente con el apoyo de vehículos que faciliten el transporte de esas cargas pesadas. El quad es quizás la alternativa de incremento de movilidad más útil por su simplicidad, confiabilidad, gastos generales logísticos y movilidad. No obstante, para el uso en montaña lo tenemos que descartar porque existen numerosas situaciones en las que los combatientes no podrían seguir progresando con el quad, como por ejemplo la escalada vertical o el paso de semipermanentes. Eso supondría un grave problema logístico porque tendrían que abandonar el quad para seguir a pie su itinerario.

Por lo tanto, la mejor opción para esta línea de acción es el empleo del parapente porque permite a los combatientes una capacidad de movilidad buenísimas, tanto en velocidad como en sigilo y al mismo tiempo que es fácil de transportar. Para poder hacerse a la idea de la gran ventaja en movilidad que ofrece este medio se va a mostrar los tiempos de la carrera X-pyr de parapentes que se realiza todos los años. Esta carrera consiste en un recorrido de 567km entre la costa cantábrica y la costa mediterránea

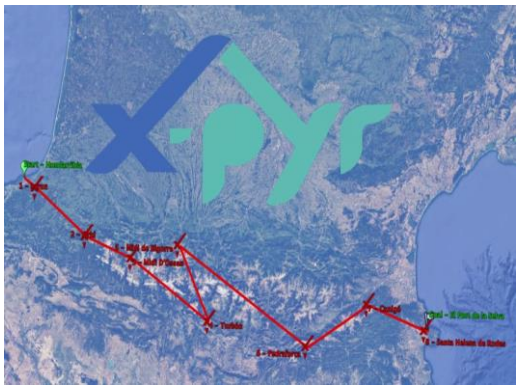


Figura 18: Recorrido de la carrera X-pyr 2018 Fuente: https://www.x-pyr.com/es/route-2/

BALIZA	ALTITUD	RADIO (metros)	DISTANCIA PREVIA	DISTANCIA SIGUIENTE	DISTANCIA SALIDA	DISTANCIA META
0 - Hondarribia	0			15,1		566,5
1 - Larun	870	10	15,1	62,4	15,1	551,4
2 - Orhi	2003	100	62,4	49,0	77,5	489,0
3 - Midi D'Ossau	2884	5000	49,0	90,7	126,5	440,0
4 - Turbón	2492	1000	90,7	65,0	217,9	349,3
5 - Midi de Bigorre	2878	400	65,0	149,7	282,2	284,3
6 - Pedraforca	2506	1000	149,7	69,3	431,9	134,6
7 - Canigó	2784	3000	69,3	61,7	501,2	65,3
8 - Santa Helena de Rodes	512	10	61,7	3,6	562,9	3,6
9 - El Port de la Selva	0		3,6		566,5	

Figura 19: Recorrido del balizaje de la carrera, es decir, puntos de paso obligado por los concursantes. Fuente: https://www.x-pyr.com/es/route-2/

[23] Military Quad Bikes (Small ATV) - Think Defence

El ganador de la carrera, Christian Maraurer, finalizó con tiempo de 96 horas y 20 minutos. Con esto lo que se pretende demostrar es que los combatientes tendrían una completa capacidad de autonomía para alcanzar cualquier lugar en una operación de combate en montaña. Sin embargo, para comprobar realmente la eficacia del empleo para militares, se ha experimentado junto al experto técnico en vuelo Daniel Aramendi Montero con la finalidad de demostrar que se puede iniciar el vuelo o aterrizar desde prácticamente cualquier lado y además el parapente se puede transportar en el equipo militar perfectamente ya que su reducido peso y volumen lo hacen totalmente manejables y transportables.

Figura 20: Volumen del parapente compactado y espacio que ocupa al ser desplegado. Fuente: Elaboración propia

Para finalizar esta línea de acción y comprobar la eficacia de la misma, se ha procedido a analizar su aplicación sobre el Pentágono de Hielo reflejado en el Anexo 6. En este caso los atributos que se ven afectados son los siguientes:

Movilidad: Este atributo aumenta al máximo su eficacia y disminuye su carga al mínimo ya que con un equipo que pesa menos de 2kg somos capaces de movernos a una velocidad media de aproximadamente 35km/h durante distancias de hasta 500km. Además, ofrece la capacidad de guardarlo y volverlo a utilizar en el caso de que la climatología se complique.

Autonomía: Sufre un efecto similar al de la movilidad, es decir, se ve potenciado al máximo ya que a través del parapente se puede progresar a través de cualquier tipo de terreno porque se puede cruzar un valle entero o ir de pico a pico sin tocar el suelo, por lo que el terreno deja de ser una preocupación. Además, el elevado grado de movilidad podría minimizar de manera significativa la duración de las operaciones por lo que los suministros a llevar también se reducirían, disminuyendo así también la carga del atributo.

Frio: Este atributo se ve afectado de manera negativa, puesto que al ir a una velocidad de 35km/h y volar a una elevada altitud puede provocar una sensación térmica bastante desfavorable de cara al combatiente. Por este motivo, se le ha reducido la eficacia a este atributo.

	14	16	18	20
Weight [g] (+/- 1.5%)	896	986	1077	1162
Volume	4L			
Number of cells	41			
Area flat [m²]	14.00	16.00	18.00	20.00
Area projected [m²]	11.95	13.66	15.37	17.08
Span flat [m]	8.2	8.76	9.3	9.8
Span projected [m]	6.52	6.97	7.39	7.80
Aspect ratio flat	4.80			
Aspect ratio projected	3.60			
Speed	about 42 km/h for size 16 at 85 kg load			
Take-off weight (load)	up to 108 kg			
Cloth	Porcher Skytex 27 g/m² Porcher Skytex hardfinish 27 g/m²			

Figura 21: Especificaciones técncias del parapente Dudek Run&Fly. Fuente: "De nube a nube", Escuela de parapente

Figura 22: La mochila de la imagen es el parapente. Elevada facilidad de transporte. Fuente: "De nube a nube", Escuela de parapente

4.1.3 Hacer las cosas más ligeras

Esta línea de acción propone resolver el problema a través de la sustitución de material, armamento y equipo. El esfuerzo principal de esta investigación se ha centrado en la búsqueda de nuevos tejidos y materiales que permitan realizar las mismas funciones, pero ocupando menos volumen y menos peso. Las principales fuentes para esta línea de acción han sido a través del MADOC y sus publicaciones de "Tendencias de combate de la infantería Volumen II" ed. 2020 y la de "Tejidos inteligentes" (mayo 2021). Además, la revista de "tropas de montaña" del 2019 publicó un artículo sobre "Fibras de altura" en el que habla sobre el futuro del empleo de los tejidos en montaña. En cuanto tendencias internacionales, en este caso se ha seguido de cerca los proyectos desarrollados por EE.UU, porque actualmente es el país que más está invirtiendo[24] en este tipo de investigaciones.

Por lo tanto, se ha recopilado información para seleccionar cuál es el armamento más adecuado en montaña, cuál es la tendencia de empleo en el vestuario resistente al frio y cómo el material técnico de montaña puede ser más manejable y transportable.

En cuanto al armamento, la tendencia general es que todos los países están pensando renovar sus ametralladoras ligeras y fusiles de asalto. EE. UU ha llegado a la conclusión de que es necesario que ambas armas dispongan del mismo calibre siendo, de momento, el más apropiado el 6,8 mm, con el fin de suplir las deficiencias que la 5,56 tiene en alcance sin ser tan letales como las del 7,62. Por lo tanto, emplear este tipo de municiones no incumpliría el STANAG 4439 que habla sobre la política y evaluación de las municiones. Además del calibre del proyectil, se sabe que los estudios van encaminados a investigar que el cartucho sea del tipo encapsulado (cased telescoped). La empresa Textron Systems[25] ha sido una de las primeras en presentar este tipo de municiones.

[24] Países por el gasto en investigación y desarrollo I+D - Wikipedia, la enciclopedia libre

[25] Empresa estadounidense especialista en sistemas de armas, vehículos terrestres, aéreos e innovaciones de carácter militar. Pushing Past Possible | Textron Systems

La munición telescópica[26] es un diseño de munición en el que el propulsor envuelve el proyectil. La munición telescópica ofrece una serie de ventajas en cuanto a peso y volumen debido a sus dimensiones y a los materiales con los q están fabricados. Este tipo de munición tienen menor longitud que los cartuchos tradicionales, por lo que su masa se ve reducida. Además, los cartuchos telescópicos pueden evitar el riesgo de dañar el proyectil durante el proceso de carga gracias a su carcasa, por lo que aumenta su fiabilidad cuando interactúa con el mecanismo de alimentación.

Figura 23: Comparación cartucho 5,56mm (izquierda) con munición telescópica (derecha). Fuente: Munición telescópica - Wikipedia, la enciclopedia libre

A pesar de que este tipo de munición todavía está en desarrollo, se habla de que será capaz de reducir en un 40%[27] el peso de un cartucho tradicional, es decir, si un cargador de 30 cartuchos del 5,56 (12,5g/cartucho)[28] pesa 375 g seriamos capaces de reducirlo a 225 g. Si esta diferencia se multiplica por 5 (número total de cargadores por combatiente) tenemos una reducción total de 1,12 kg.

En cuanto armamento, cuando los estadounidenses hablan de capacidades futuras del armamento, siempre se tiende a hablar de los mismos temas: "maximización de alcance" y "reducción de carga". Para ello, el equipo responsable del programa de Tecnología de Armas Pequeñas Ligeras (LSAT) del Ejército de los EE. UU, que está a cargo del Programa de Armas Pequeñas de Servicios Conjuntos (JSSAP), está desarrollando una ametralladora[29] que sea compatible con varios calibres, incluyendo la munición telescópica, y además ofrezca un 12% de reducción en volumen y un 30% de reducción en peso respecto a la actual ametralladora ligera M249. En cambio, el Ejército de Tierra actualmente en dotación dispone del fusil de asalto HK-G36E (5.56mm) y la ametralladora ligera MG4 (5,56 mm) y MG42 (7,62 mm), pero de momento no se tiene previsto realizar ningún cambio.

Figura 24: Fusil de asalto (izquierda) y ametralladora ligera (derecha) LSAT fabricadas para el empleo de munición telescópica. Fuente: Modern advancements in cartridge case technology by N.R. Jenzen-Jones

[26] Munición telescópica - Wikipedia, la enciclopedia libre

[27] Textron's Cased Telescoped (CT) Ammunition for Next Generation Infantry Weapons - Chanakya Forum

[28] 5.56×45mm NATO - Wikipedia

[29] Infantry Weapons Update - Think Defence

En cuanto a vestuario, la investigación se va a orientar en encontrar prendas que ofrezcan capacidades nunca vistas con la finalidad de mejorar su ligereza y rendimiento. Por lo tanto, lo que se puede hacer es desarrollar tejidos inteligentes que sean capaces de interactuar con el entorno y ofrecer posibilidades, tales como la producción de energía, su almacenamiento, el control de las constantes vitales del combatiente y su nivel de estrés, la transmisión de esos datos a su jefe de unidad o el ajuste camaleónico de su mimetizaje adaptándose al entorno. Aun así, en este trabajo no se va a profundizar en cada una de estas tecnologías, pero sí que se van a seleccionar aquellas que sean las más relevantes para el combate en montaña.

El Ministerio de Defensa está desarrollando el programa COINCIDENTE[30] con el objetivo de solucionar las necesidades del soldado a través del empleo de nuevos tejidos. En relación con el objetivo del trabajo, se ha investigado la publicación del programa en 2020, donde está integrado el Proyecto DROMON[31] cuya finalidad es ofrecer un Sistema de reducción de carga e incremento del confort del combatiente. Este Proyecto ha sido aceptado por la asociación de Investigación de industria textil -AITEX, no obstante, la evolución de este Proyecto es confidencial.

Por otro lado, para poder determinar las necesidades del combate en montaña, se han seleccionado la capacidad de "búsqueda del confort térmico" reflejada en la investigación titulada "Tejidos inteligentes" publicada por el MADOC el año 2021. La revista de tropas de montaña edición número 5 del 2020 en la página 45 del artículo Nuevos materiales presenta el siguiente problema*: "Nuestro equipo nos abrigaba más o menos bien cuando estábamos en movimiento, pero en cuanto pasábamos a una situación estática, nos quedábamos helados".*

Existe un factor que puede determinar la vida o la muerte del combatiente en caso de una situación extrema: el frio. Por este motivo, es muy importante prestar especial atención a las prendas que ofrecen su protección, porque si los soldados quedan expuestos a las bajas temperaturas, el cumplimiento de la misión puede verse gravemente comprometido. Hasta el momento no se dispone de desarrollos completos de materiales textiles inteligentes que ofrezcan la posibilidad de obtener el confort térmico en todas las condiciones. No obstante, sí que existen prendas dotadas de resistencias eléctricas que permiten su calentamiento. La Agencia Europea de Defensa (EDA) ha desarrollado un Proyecto que se centra en este aspecto:

[30] COINCIDENTE (defensa.gob.es) - Tiene como principal objetivo aprovechar las tecnologías de carácter civil desarrolladas en el ámbito del Plan Nacional de I+D para incorporar soluciones tecnológicas innovadoras de interés para el Ministerio de Defensa, fomentando así el tejido industrial, científico y tecnológico dedicado a la defensa.

[31] BOE Resolución 320/38652/2020, de 18 de diciembre, de la Dirección General de Armamento y Material.

El Proyecto ACCLITEXSYS[32] consiste en la creación de un sistema textil de termorregulación con capacidad de calentamiento y enfriamiento utilizando diferentes tecnologías, como el tejido con estructuras de tres dimensiones, ventiladores y calentadores o enfriadores termoeléctricos. En otras palabras, es un dispositivo termoeléctrico que, mediante una corriente continua que fluye a través de él, lleva el calor de un lado al otro, de modo que un lado baja la temperatura mientras que en el otro se produce un aumento de la temperatura.

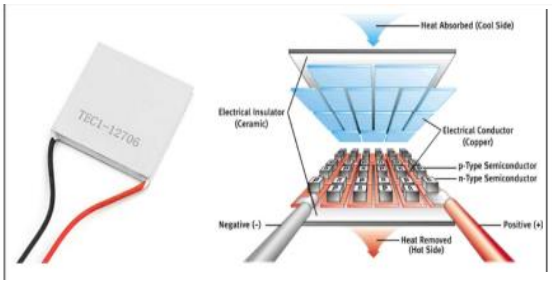


Figura 25: Célula termoeléctrica incorporada en el tejido. Fuente: Tejidos Inteligentes MADOC 2021

Figura 40: Prendas que emplean tecnología de regulación de temperatura. Fuente: página web Thermalution

Para finalizar esta línea de acción, se ha realizado un estudio del equipo técnico de montaña para determinar qué material necesita ser modificado o sustituido para optimizar su carga y uso. Para que la mejora sea relevante la búsqueda se ha centrado en aquel material que ofrece una mayor movilidad, pero al mismo tiempo es difícil de transportar debido a su elevada carga. La decisión final ha sido la de optimizar los esquís, puesto a que ofrecen un elevado grado de movimiento en la nieve, pero su transporte en la mochila muchas veces resulta problemático, debido a su longitud que suele oscilar entre 1,70m y 2,10m.

La solución que se propone es transformarlos en esquís plegables con el fin de minimizar el espacio que ocupan. Diversos países, entre ellos Francia y Eslovenia, ya han llevado a cabo las primeras pruebas con resultados[33] excelentes y, algunos de ellos, ya han comenzado su adquisición en pequeñas cantidades para sus unidades de reconocimiento en montaña. La empresa eslovena ELAN desarrolló un proyecto financiado por el Ejército de Eslovenia para crear unos esquís plegables de gran calidad y confiabilidad. Para ello, se destinaron 90.000 euros para I+D, así como el asesoramiento continuo de los soldados que lo han ido probando, sobre todo en su fase final.

[32] ACCLImatization TEXtile SYStem - ACCLITEXSYS (aitex.es)

[33] Elan inventa unos esquís plegables - Noticias - Nevasport.com

Figura 26: Imágenes de las pruebas que se llevaron a cabo con el Ejército de Eslovenia en la fase de prueba de los esquís. Fuente: https://www.nevasport.com/noticias/art/51305/Elan-inventa-unos-esquis-plegables/

El Pentágono de hielo en esta línea de acción también ha sufrido una serie de efectos considerables que se deben tener en cuenta para las conclusiones del trabajo. El análisis detallado aparece reflejado en el Anexo 6, pero a continuación se muestra un resumen de cuáles han sido los principales atributos afectados:

Letalidad: Gracias a las nuevas tecnologías que se están desarrollando se puede lograr un aumento de la potencia de fuego al mismo tiempo que se reduce el peso tanto del arma como de la munición empleada. Por lo tanto, a este atributo se le puede mejorar la eficacia al mismo tiempo que se reduce la carga.

Frio: Los nuevos tejidos inteligentes en el futuro ofrecerán una gran variedad de capacidades al combatiente que le permitirá adaptarse a cualquier tipo de situación. En el caso de la lucha contra el frío se ha podido observar que la eficacia de las prendas que existen hoy en día se puede optimizar, sim embargo, las tecnologías que se proponen están lejos de disminuir el peso actual de las prendas, ya que una célula termorreguladora pesa más que la fibra sintética. Por lo que en este caso se ha logrado aumentar la eficacia, pero no la carga.

Autonomía: En relación con los esquís, se ha mejorado la forma en la que llevarlos, pero el peso sigue siendo el mismo. Por lo tanto, la eficacia ha aumentado ya que su reducción de volumen facilita la progresión por terrenos difíciles, pero la carga no se ha visto afectada.

4.1.4 Incrementar las capacidades físicas para cargar las cosas

Esta línea de acción está destinada a encontrar la solución de la sobrecarga del soldado a través del incremento de las capacidades físicas, es decir, sin modificar el peso del equipo ser capaces de facilitar su acarreo a través de la mejora del acondicionamiento muscular del combatiente. Para ello, el primer paso es determinar las limitaciones físicas que supone el efecto nocivo de la carga pesada.

Los ejércitos siempre han valorado la condición física del soldado, desarrollando desde el comienzo de su formación, diversos programas y entrenamientos para aumentar su fuerza y resistencia. Se tiene constancia de la realización de diversos estudios[34] que tienen por finalidad

[34] El Centro Mixto creado por la Universidad de Granada y el Mando de Adiestramiento y Doctrina del Ejército, con la financiación del Banco de Santander, y en el que colabora la Comandancia

optimizar el rendimiento del soldado, y para ello se enfocan dichos estudios tanto en lo cognitivo como en lo físico. Se puede optimizar el rendimiento cognitivo a través del ejercicio físico, pero también puede disminuir en situaciones de cansancio y fatiga.

Sin embargo, por mucho que se mejore la condición física existen unos límites de los que no se puede sobrepasar. El manual de campo FM 18-21 del Ejército de Estados Unidos y según un estudio[35] del Journal Applied Biomechanics establece que en un soldado por cada 4,5kg adicionales a 20kg de equipo se reduce 2km la distancia recorrida durante una marcha de 6 horas. Además, se llega a la conclusión que la distancia máxima a realizar en 8 horas con un equipo de 30 kg es de 25km y si se aumenta el equipo a 50kg la distancia disminuye a menos de 15km. Por lo tanto, queda en evidencia que existe un umbral a partir del cual el rendimiento del combatiente cae drásticamente, y más en montaña debido a la frecuencia de los desniveles en los itinerarios.

Una posible solución sería aumentar la resistencia de los soldados a aguantar la carga pesada del equipo. Sin embargo, esta opción requiere de muchísimo esfuerzo y sacrificio para obtener resultados que alomejor no suponen una ganancia significativa. Además, supone un Elevado riesgo de lesión, tal y como expone el articulo[36] redactado por el corresponsal de defensa británico Marco Ginnageli: "*El ejército danés revelan que el 15 por ciento de su contingente de 750 efectivos en Afganistán regresó a casa con lesiones de larga duración. La mitad de ellos fueron causados por equipos pesados."*

No obstante, estas limitaciones físicas pueden ser sobrepasadas si se emplea la siguiente estrategia. Si somos capaces de reforzar el esfuerzo biomecánico de los músculos y los huesos con un agente externo, se puede obtener resultados extraordinarios. Para ello, la propuesta que se realiza en esta línea de acción es el empleo de exoesqueletos robóticos para que se adhieran al cuerpo humano y funcionen en sincronía con las extremidades. En España, el Centro Mixto Universidad de Granada-MADOC, seleccionó en el año 2018 durante la III Convocatoria de Proyectos de Investigación de Interés Militar, el proyecto "EXOSOLDIER: Optimización eficiencias exoesqueleto"[37].

Para desarrollar esta línea de acción, primero se van a determinar las utilidades del empleo de los exoesqueletos. Posteriormente, se ha procedido a analizar los proyectos desarrollados por los países más avanzados y cuáles pueden ser de mayor utilidad para las tropas de montaña.

Una de las principales capacidades de los exoesqueletos es que son capaces de soportar

---

General de Ceuta, está realizando un studio para cuantificar la carga física y mental en situaciones de combate provocados por la fatiga y el estrés. .:Ejército de tierra - El Ejército colabora en un estudio sobre carga física y estrés del combatiente:. (defensa.gob.es)

[35] "Respuestas al estrés relacionadas con los huesos" - Susan K. Grimston

[36] British soldiers suffer injuries from too-heavy weights | UK | News | Express.co.uk

[37] .:Ejército de tierra:. (defensa.gob.es) – Convocatoria de proyectos de investigación military PIN 9/18 (2018)

y transportar pesos de hasta 90kg[38] lo que se traduce prácticamente en la eliminación casi total del peso del equipo o en la posibilidad de poder transportar mucho más equipo sin apenas esfuerzo. Por otro lado, también existen exoesqueletos cuya función es unir el arma al cuerpo del soldado con la finalidad de distribuir su peso para incrementar la precisión en el momento del disparo. Por lo tanto, está claro que el uso de exoesqueletos en el ámbito militar es de gran utilidad. Por ese motivo, se ha realizado un recopilatorio de los proyectos en desarrollo por varios países que presentan un gran potencial para los combatientes (ver Anexo 8)

Después de realizar la investigación de las tendencias de los distintos tipos de exoesqueletos que se están desarrollando en la actualidad, se ha llegado a la conclusión que para las tropas de montaña del Ejército de Tierra el más apropiado sería el empleo de un exoesqueleto similar al UPRISE francés. A pesar de que este tipo de exoesqueletos no levantan tanto peso como otros modelos, la razón de esta elección es principalmente por dos motivos:

Los sistemas pasivos son más ligeros que los activos, por lo tanto, al ser más ligeros ofrecen una mayor movilidad al combatiente. Este requisito es totalmente necesario, ya que las tropas de montaña necesitan realizar movimientos técnicos como la escalada o el esquí

Este prototipo consiste en una columna vertebral flexible que se adapta a la espalda, un cinturón deslizante, patas articuladas, un arnés y accesorios ergonómicos que proporcionan una interfaz entre el cuerpo humano y la estructura del exoesqueleto. Además, este sistema podría integrarse con el EXOBOOT español ya que ambos son sistemas pasivos y éste último se centra en el refuerzo mecánico de la parte inferior del cuerpo.

Figura 27: Modelo Exoboot. Fuente: ExoBoot - Exoskeleton Report

Figura 28: Aplicación del UPRISE a un combatiente. Fuente: Página web MAWASHI

[38] MADOC 2019 “Exoesqueletos de uso militar”

Por lo tanto, los beneficios de esta línea de acción se pueden resumir de la siguiente manera. El empleo de los exoesqueletos puede superar los límites de las capacidades físicas de los combatientes, por lo tanto, la resistencia al peso, la reducción de la fatiga y gasto metabólico (ver figura 29) son los principales beneficios del empleo de este tipo de solución. Además, de esta manera se reducirían de manera significativa las lesiones musculoesqueléticas.

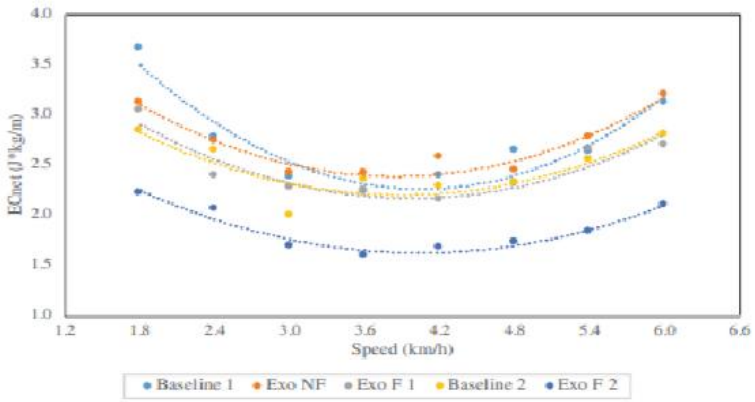


*Figura 29: Experimento realizado por la empresa MAWASHI para comprobar la eficiencia de gasto energético del combatiente utilizando diversos modelos de exoesqueletos acarreando un peso de 35kg. Se puede ver como a una velocidad de 4km/h el gasto es inferior a 2 J*Kg/m (Baseline 1). Fuente: Gabarit_Energy expenditure_V2 (mawashi.net)*

Para finalizar, se ha desarrollado el efecto de esta línea de acción en el Pentágono de Hielo (ver anexo 3). Esta línea de acción produce un efecto paradójico sobre la carga del combatiente, porque facilita el transporte del peso del equipo y mejora la eficacia de los atributos, pero lo hace a través de un exoesqueleto de peso significativo. Por lo tanto, se ha considerado que la carga no se va a aumentar ni disminuir. Los principales atributos afectados han sido los siguientes.

Letalidad: Reducir la fatiga en combate se traduce en tener una mayor consciencia de la situación y, por lo tanto, un aumento en el tiempo de respuesta. Por este motivo, se ha considerado que esta línea de acción permite un aumento de la eficacia de la letalidad. En cuanto a la carga, se ha considerado que ni la aumenta ni la disminuye, porque por una parte ayuda a transportar el peso del equipo, pero por la otra incrementa el peso del combatiente en el caso de ser transportado por un medio de transporte externo.

Protección: Exoesqueletos como el modelo ruso RATNIK ofrecen blindaje adicional al combatiente. Esta la razón por la que el atributo de protección en este caso puede potenciar su eficacia.

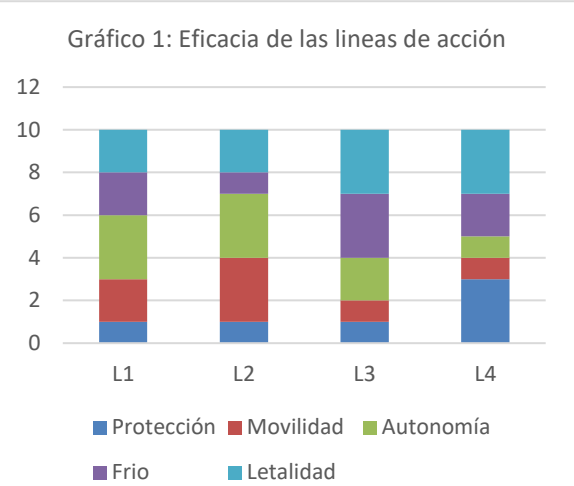
Movilidad: Este atributo es el único de la línea de acción que compromete su eficacia. El empleo de exoesqueletos puede reducir de manera significativa la agilidad a pesar de que ayuden a soportar el peso. Además, no permite aumentar la velocidad de movimiento.

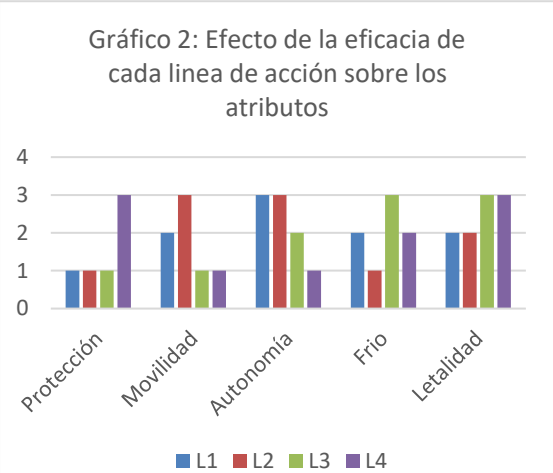
Autonomía: Usar este tipo de medios puede aumentar la durabilidad de las operaciones, ya que, al reducir el gasto metabólico y la fatiga, las jornadas de esfuerzo durante una operación se podrían prolongar. Sin embargo, el volumen de los exoesqueletos puede dificultar la progresión por terrenos difíciles, por lo tanto, se ha considerado que este atributo ni mejora ni empeora su eficacia.

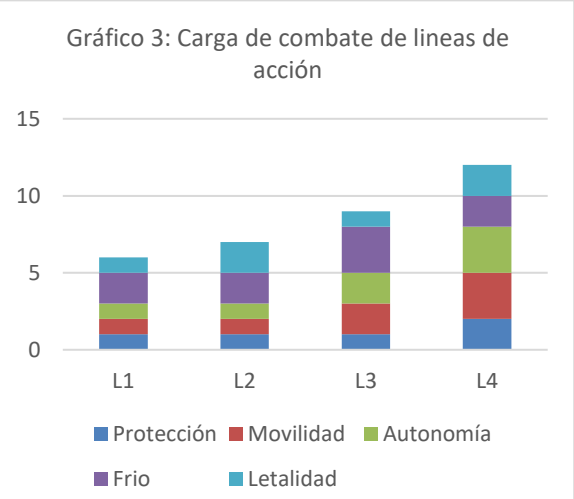
Ver Anexo 6 para ver el efecto de todas las líneas de acción en el Pentágono de Hielo.

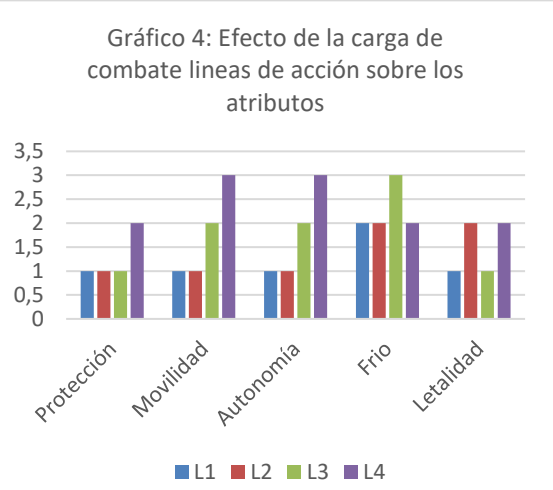
4.2 VIABILIDAD DE APLICACIÓN Y ADQUISICIÓN DE LAS LÍNEAS DE ACCIÓN EN EL EJÉRCITO DE TIERRA

En este subcapítulo se va a realizar la interpretación de los resultados obtenidos de las cuatro líneas de acción desarrolladas anteriormente. El primer paso será decidir cuál es la más viable en cuanto a adquisición y aplicación a las tropas de montaña del Ejército de Tierra. Para ello, se ha realizado una recopilación de los resultados finales obtenidos en el Pentágono de Hielo para cada una de las líneas de acción (reflejados en el anexo 3). Para ello, se han elaborado una serie de gráficos que han permitido el análisis de resultados:









Si nos centramos en la eficacia de cada línea de acción, resulta fascinante como al final el sumatorio de todas las eficacias da exactamente lo mismo en cada una de ellas (ver gráfico 1). Por lo tanto, los beneficios que otorga cada línea de acción quedan equilibrados, además esto nos permite confirmar la hipótesis que se había planteado inicialmente: “Actualmente existen medios, armamento, equipo y vestuario que permiten mejorar el rendimiento de las unidades de montaña”. Esto significa que la decisión de la elección de la mejor línea de acción la tenemos que derivar al siguiente factor: la carga de combate.

Para la carga de combate (ver gráfico 3), lo que más beneficia al combatiente es la línea de acción que tiene menos valor. Se puede observar que, en este caso, la mejora opción es la L1 porque es la que menos carga de combate ofrece al combatiente. No obstante, la L2 tampoco hay que descartarla ya que únicamente se diferencia de L1 en 1 punto.

Sin embargo, si observamos el gráfico 2 se puede observar que atributos como la protección, la movilidad o el frio solo se pueden optimizar al máximo únicamente a través determinadas líneas de acción. Por lo tanto, también cabe la posibilidad de que la elección de la mejor línea de acción se tomara en función del interés del sujeto. Aun así, en este trabajo la decisión se ha orientado al equilibrio global de los atributos, ya que se ha considerado que todos tienen la misma importancia.

Otro factor importante para tener en cuenta a la hora de decidir es el estado actual de desarrollo en I+D en la que se encuentra la solución propuesta, además del presupuesto de inversión que podría suponer su adquisición. Obtener el precio de mercado exacto de los prototipos mencionados a lo largo del trabajo es un procedimiento complicado, ya que la mayoría de ellos todavía está en un proceso experimental y no están a la venta. Sin embargo, para poder hacerse una idea de los precios se han seleccionado modelos de uso civil similares, aun así, es importante destacar que para el uso militar probablemente el precio sería superior. No obstante, de esta manera podremos comparar la viabilidad de adquisición para cada una de las líneas de acción.

A continuación, se muestran cada una de las fuentes de donde se han obtenido los precios de cada una de las soluciones encontradas a lo largo de las líneas de acción:

- Drones de reabastecimiento: Precio de dron RAVEN - 12 Best Military Drones Used By The US Military in 2021 (operationmilitarykids.org)

- Parapente: Precio de parapente profesional de uso civil - V-King la vela monocapa más versátil (ecwid.com)

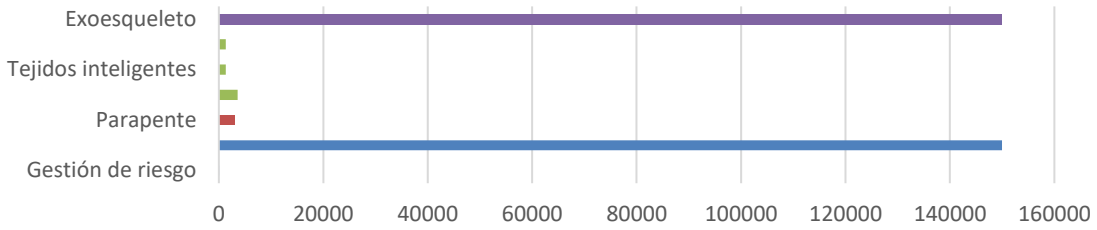
- Armamento LSAT: Precio de coste del armamento LSAT en EEUU - LSAT light machine gun - Wikipedia

- Tejidos inteligentes: Precio de prendas de confort térmico para uso civil - Shop — Thermalution Store

- Esquís plegables: Precio de empresa eslovena que ha sacado este modelos de esquís al uso civil. ELAN lanza los primeros esquís plegables de uso urbano y civil (nevasport.com)

- Exoesqueleto: Precio de exoesqueletos de uso terapéutico - Un exoesqueleto español y barato para volver a andar y dejar la silla de ruedas (elespanol.com)

Gráfico 5: Precios de mercado para la adquisición de soluciones (Precio por unidad €)



	Gestión de riesgo	Drones de reabastecimiento	Parapente	Armamento LSAT	Tejidos inteligentes	Esquis plegables	Exoesqueleto
L1	5	150000	0	0	0	0	0
L2	0	0	3000	0	0	0	0
L3	0	0	0	3600	1329	1300	0
L4	0	0	0	0	0	0	150000

L1 L2 L3 L4

Si tenemos en cuenta el coste de adquisición de cada una de las líneas de acción (ver gráfico 5), la de menor coste es la L2, esto refuerza los beneficios de esta alternativa, ya que anteriormente también ha salido como una de las mejores en cuanto a reducción de carga. Por otro lado, las líneas de acción 1 y 4 quedan muy alejadas del resto, ya que su coste unitario es superior a 140.000€. Por lo tanto, a pesar de que la L1 que había sido seleccionada como la mejor en el criterio de reducción de carga, la tenemos que descartarla por la dificultad en cuanto a su adquisición.

En consecuencia, a todo este análisis realizado, la línea de acción mayor eficacia ofrece al mismo tiempo que reduce su carga de combate. Además, es una opción económicamente viable, ya que se puede comprar en el mercado a un precio asequible y accesible. Asimismo, en comparación a otras alternativas como los exoesqueletos, es un medio que ya está desarrollado y, por lo tanto, no requiere de una inversión previa en investigación de I+D para perfeccionar su diseño. Es decir, si se aceptara la propuesta podría ser de aplicación inmediata a nuestras unidades de montaña.

Para finalizar y reforzar la propuesta de aplicación de la línea de acción 2, se han expuesto las principales ventajas que supondrían integrar una unidad especializada en el empleo del parapente en operaciones de montaña.

Actualmente, existe una unidad especializada en esquí y escalada denominada compañía de esquiadores escaladores. Pues bien, la creación de una sección de parapente dentro de esta compañía otorgaría unas capacidades tácticas buenísimas, ya que dispondrían de una unidad capaz de alcanzar cualquier sitio en la montaña sin apenas tiempo y esfuerzo. Además, se

necesita poco más de un mes[39] para instruir a un soldado para que sea capaz de volar a un nivel exigente. A continuación, se muestran algunas de las posibilidades que podría ofrecer una unidad de este tipo:

- Reconocimiento de zonas desde puntos inaccesibles.
- Evacuación de bajas y reabastecimiento de unidades en zonas de difícil acceso.
- Infiltraciones de más de 200km para obtención de información.
- Unidad de respuesta rápida para reforzar otras unidades bajo combate.
- Localización y rescate de víctimas provocados por los peligros naturales de la montaña.
- Instalación de relés en distintos picos para no perder el enlace de transmisiones entre unidades.

Figura 30: Empleo de parapente en montaña. Fotografías de un video en el que dos individuos que bajan el Montblanc (4810m) en 6 minutos. Fuente: https://www.youtube.com/watch?v=o7n7vNjAG5k

En resumen, la línea de acción que ha sido seleccionada como la más óptima es la segunda. Para ello se han tenido en cuenta los requisitos de eficacia, carga de combate, adquisición y aplicación en las unidades de montaña, El parapente ha sido la opción que ofrece la mejor solución al problema principal del trabajo: la sobrecarga del soldado. De esta manera, el exceso de acarreo del soldado en montaña ya no supondrá un problema de gravedad y, por lo tanto, podrá centrarse de manera exclusiva en el combate. La disminución de la fatiga, la ganancia de movilidad y velocidad suponen un aumento del rendimiento en operaciones de montaña, por lo que se da por cumplido el objetivo general de la investigación de “Nuevas tendencias en armamento y material para el combate en montaña”

[39] Dato obtenido de la entrevista al técnico de vuelo Daniel Aramendi reflejada en el Anexo 7

5 CONCLUSIONES

Este trabajo ha aportado distintitas perspectivas de cómo solucionar el principal problema de la sobrecarga del soldado en montaña, con la finalidad de cumplir el objetivo general de la investigación: incrementar el rendimiento de combate en montaña. Para ello, el esfuerzo de la búsqueda de soluciones se ha desarrollado a través de cuatro líneas de acción que han permitido lograr una serie de objetivos específicos relacionados con la investigación de nuevas tendencias en armamento, material y equipo en operaciones de montaña.

No obstante, antes de iniciar la investigación, se ha visto la necesidad de obtener una herramienta que permitiera analizar y clasificar los beneficios e inconvenientes de cada línea de acción en el entorno de montaña, con la finalidad de medir su eficacia, sin dejar de lado el efecto de la sobrecarga. Para ello, se ha realizado un análisis de cuáles son las necesidades, capacidades y limitaciones del combatiente en montaña, relacionándolos con los antecedentes de lecciones aprendidas en operaciones militares en montaña. También ha sido de gran utilidad los seminarios y artículos publicados por el Centro de Excelencia de combate en montaña de la OTAN, porque la información que ha proporcionado está muy bien contrastada por expertos en esta temática. Esto ha permitido identificar el principal problema de los soldados de montaña y qué factores influyen directamente sobre ellos.

Asimismo, se ha llegado a la conclusión de que el frio, la protección, la movilidad, la letalidad y la autonomía son los responsables de las limitaciones que supone la reducción de la carga, y se les ha denominado como “atributos”. Para poder cuantificar estas limitaciones se ha creado el “Pentágono de Hielo” y para estudiar la relación entre atributos se ha desarrollado una matriz que ha permitido analizar su interacción, y además integrar el efecto de los atributos sobre las líneas de acción formadas y los objetivos específicos.

En cuanto al Pentágono de Hielo, se ha llegado a la conclusión de que la clasificación de requisitos para cuantificar los niveles de eficacia es difícil de definir si las soluciones que se proponen son tan diferentes entre ellas. Por poner un ejemplo, si nos centramos en el atributo de movilidad que está definido por agilidad y velocidad, es difícil determinar si un solado con un exoesqueleto puede ir a una velocidad de 3km/h o 5km/h. Por este motivo, cuando se ha analizado los efectos de los atributos en cada línea de acción ha habido una cierta tendencia a simplificar estos niveles. De tal modo, que alcanzar el nivel 3 significa mejorar, el nivel 2 quedarse igual y el nivel 1 empeorar. Esto ha facilitado la clasificación y ha permitido comparar elementos como el parapente y el exoesqueleto, ya que guardan poca relación técnica entre ellos. Esto ha pasado porque es muy difícil acaparar y cuantificar todas las posibles mejoras que pueden ofrecer las soluciones, ya que entre ellas son de características muy distintas.

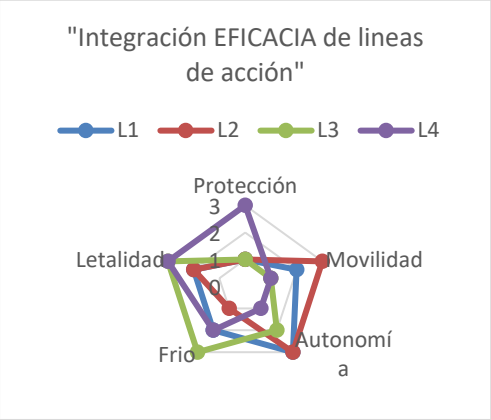
En cuanto a los objetivos específicos, el de la primera línea de acción consistía en realizar un análisis exhaustivo del equipo necesario para sobrevivir en la montaña y cómo podía ser reforzada por la capacidad de suministro. Para poder cumplir este objetivo, el esfuerzo se ha centrado en cómo gestionar el riesgo para otorgar al jefe la capacidad de decidir de manera adecuada el equipo a llevar, teniendo en cuenta que medios como los drones pueden reabastecer todo aquel equipo que al principio se ha decidido no llevar. Los resultados obtenidos han sido del todo satisfactorios porque se ha visto que esos medios ya existen y, por lo tanto, si se dispone del presupuesto adecuado se pueden implementar. No obstante, es importante destacar que esta es la línea de acción que más riesgo tiene, porque en montaña si aparece peligro de forma inesperada y no se lleva el equipo adecuado falla las consecuencias pueden ser catastróficas. Además, depender de un dron para el cumplimiento de la misión también puede

acarrear problemas durante la ejecución de la operación.

La segunda línea de acción tenía como prioridad analizar la viabilidad de transportes y medios que facilitaran el transporte de la carga pesada en montaña. Para ello, se ha realizado una investigación de las tendencias internacionales para identificar aquellos medios que ofrecen un mayor potencial a la movilidad y autonomía del combatiente. El resultado obtenido ha sido que el quad y el parapente son medios que otorgan unas capacidades únicas que permiten aumentar el rendimiento operativo en la ejecución de operaciones en entorno de montaña. Sin embargo, el quad se ha terminado descartando por su incompatibilidad de progresión por los terrenos difíciles de alta montaña. Por lo tanto, el parapente ha sido seleccionado como el mejor medio para mover la carga del soldado de un lado a otro. Además, la solución propuesta de esta línea de acción ha sido la óptima de todas después de realizar un análisis comparativo de eficacia, carga y viabilidad de adquisición y aplicación. Por este motivo, el balance final de esta línea de acción ha sido de éxito absoluto, ya que actualmente nuestras tropas de montaña no se han planteado utilizar este tipo de medio, pero si lo hacen y siguen las recomendaciones de este trabajo, se puede crear de manera inmediata un proyecto que otorgue todos los beneficios que se han expuesto.

Por otro lado, el éxito de la tercera línea de acción dependía de identificar qué armamento, vestuario y material es el más adecuado para el combate en montaña, teniendo en cuenta las limitaciones de la carga de peso. Para ello, se ha desarrollado la línea de acción de hacer que todo ese armamento, vestuario y material sea lo más ligero posible. El esfuerzo de esta investigación ha sido identificar qué proyectos están desarrollando estas necesidades, tanto en España, como a nivel internacional. El resultado obtenido ha sido que todavía están en una fase muy inicial ya que las soluciones propuestas han sido el uso de munición telescópica a través de armamento LSAT (concepto de máxima ligereza), tejidos inteligentes capaces de otorgar al combatiente confort térmico y equipo técnico de montaña modulable. A pesar de que los resultados obtenidos han sido buenos, estos medios no están siendo empleados por ninguna unidad de montaña, porque todavía son prototipos. Por lo tanto, esta línea de acción sería aplicable a largo plazo en nuestras unidades de montaña, pero es importante que se empiece a estudiar la viabilidad de aplicación de estas propuestas para poder estar adaptados al combate del futuro.

La cuarta línea de acción tenía como objetivo identificar las limitaciones físicas del combatiente para comprobar si el incremento de las capacidades físicas puede suponer una solución a la sobrecarga del soldado. Sin embargo, se ha visto que el esfuerzo que supone obtener esta ganancia no ofrece mejoras significativas. Por lo tanto, se ha optado por reforzar el esfuerzo físico con biomecánica a través del empleo de exoesqueletos. Para ello, se han encontrado numerosos prototipos desarrollados por varios países, pero se ha llegado a la conclusión que los más efectivos para el entorno de montaña son los de tipo pasivo debido a su ligereza y funcionamiento sin baterías. En esta línea de acción pasa lo mismo que en la anterior, ya que la solución propuesta también se encuentra en una fase inicial de desarrollo. No obstante, esta es la propuesta que mejor ataca el problema principal, ya que un exoesqueleto permite de manera directa solucionar el problema de la sobrecarga, puesto que su principal función es soportar el peso del equipo del soldado. Por este motivo, es importante que se desarrolle a largo plazo un exoesqueleto adaptado al entorno de montaña.



Por último, se han comparado todos los resultados obtenidos de las distintas líneas de acción para determinar la solución más rentable y eficaz. Sin embargo, sería de gran interés iniciar un estudio de integración de todas las líneas de acción en un resultado único, es decir, encontrar el modo de integrar todas las propuestas al mismo tiempo. El ejemplo sería crear un exoesqueleto formado por tejidos inteligentes capaces de interactuar con el entorno de montaña y, que además sea capaz de moverse tanto en parapente como en esquís plegables acoplando armamento ligero de munición telescópica reabastecidos por drones. De esta manera se lograría alcanzar la máxima eficacia en el Pentágono de Hielo (ver figura), ya que todos los atributos estarían en el nivel 3 de un modo u otro. No obstante, todavía no se dispone de la tecnología suficiente para desarrollar un prototipo de estas características, pero es importante que se tenga en cuenta para iniciar la investigación cuando llegue el momento adecuado.

6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1 - Revista: “Global Clasification of Mountains***” The LAND POWER magazine (2016),*** Volumen 2, pág. 25 y 26.

2 - Manual: ***AAP-6, Edición 2016*** (Glosario de Términos y Definiciones de la OTAN) integrado en el manual de ATrain P-6 del Centro de excelencia de combate en montaña (MW COE).

3 - Seminario: “Battle in the Himalayas”, archivo disponible en NATO Mountain Warfare Centre of Excellence - MWCOE

4 - Página web: “Efectos en función de la altitud”, ***Efectos de la altitud en los humanos***, archivo disponible en: Wikipedia, la enciclopedia libre

5 - Manual de adiestramiento MA4-117: “Capitulo 1: Generalidades, capacidades “, ***Sección de cazadores de montaña*****,** pág 1-4, archivo del MADOC

6 - Seminario: “Combat functions in mountains seminar for planners” de 2017, disponible en: NATO Mountain Warfare Centre of Excellence - MWCOE

7- Artículo: “High-altitude influence on military activities and latest development in the field of mountain warfare (MW)”, disponible en NATO Mountain Warfare Centre of Excellence - MWCOE

8 – Página web: “Vuelo sobre áreas montañosas con Helicópteros”, disponible en: ASOC. PASIÓN POR VOLAR (pasionporvolar.com)

9 - Estudio: Demetri Economos (2003), Marine Corps Combat Development Command, ***USN Combat Load Report***, Pág 6.

10 – Estudio: E. P. Gathcart, D. T. Richardson y W. Campbell, **M.C army hygiene advisory committee report** No. 3., M.C. Royal Army Medical Corps, disponible en 435.full.pdf (bmj.com)

11- Estudio: Zheng and Walsh, “Materials, Manufacturing, and Enablers for Future Soldier Protection,” 23; and Marshall, ***The Soldier’s Load and the Mobility of a Nation***, 5, 25, disponible en The Soldier’s Heavy Load | Center for a New American Security (en-US) (cnas.org)

12 - Revista: ***The British Army Review,*** número 150, disponible en British Army Review | The British Army (mod.uk)

13 - Artículo: “Britain's 'donkey' soldiers are losing the war in Afghanistan”, ***Daily Telegraph***, disponible en The Telegraph - Telegraph Online, Daily Telegraph, Sunday Telegraph - Telegraph

14 - Página web: “Operación Anaconda” (2018), disponible en Operation Anaconda - Wikipedia

15 - Artículo: Roth, E., (2018). “Operation Anaconda, Real-life-experience”, ***1st NATO Mountain Warfare Congress, NATO MWCOE, SVN,*** disponible en NATO Mountain Warfare Centre of Excellence - MWCOE

16 – Revista: Hyeg Joo Choi, K. Blake Mitchell, Todd Garlie, Jay McNamara, Edward Hennessy, and Jeremy Carson, “Effects of Body Armor Fit on Marksmanship Performance,” ***Advances in Physical Ergonomics and Human Factors, Advances in Intelligent Systems and Computing***, Vol. 489 (2016), 352

17 - Estudio: Lauren Fish (Investigadora asociada del Programa de Defensa y la Iniciativa Futuro de la Guerra en el Centro para una Nueva Seguridad Estadounidense (CNAS)) and Paul Scharre (vicepresidente y director de estudios del Center for a New American Security). ***The Soldier’s Heavy,*** disponible en The Soldier’s Heavy Load | Center for a New American Security (en-US) (cnas.org)

18 – Manual: Colonel Lester W. Grau, U.S. Army, Retired, and Lieutenant Colonel Hernán Vázquez, ***Argentine Army Ground Combat at High Altitude,*** disponible en NATO Mountain Warfare Centre of Excellence - MWCOE

19 – Manual: ***Handbook Mountain Warfare U.S Asymetric Warfare Group,*** disponible en NATO Mountain Warfare Centre of Excellence - MWCOE

20 – Artículo: ***DCC Load Carriege*** – Project Payne British Army, disponible en (Uk combat load (slideshare.net))

21 - Arículo: RAND Corporation, ***Lightening Body Armor***, disponible en Lightening Body Armor | RAND

22 - Manual: DIDOM (dirección de investigación, doctrina, orgánica y materiales del E.T), ***Tendencias en montaña 2016***, Volumen 2, disponible en biblioteca virtual del MADOC

23 - Artículo: ***Miltary Quad Bikes***, disponible en Think Defence

24 – Revista: “Nuevas doctrinas, comando francés” ***Revista tropas de montaña edición 2019,*** pág *37,* Órgano de Comunicación Pública del Regimiento de Infantería “Galicia” 64 de Cazadores de Montaña.

25 - Página web: ***Países por el gasto en investigación y desarrollo I+D***, disponible en Wikipedia, la enciclopedia libre

26 – Página web: ***Munición telescópica***, disponible en Wikipedia, la enciclopedia libre

27 – Página web: ***Textron's Cased Telescoped (CT) Ammunition for Next Generation Infantry Weapons*** disponible en Chanakya Forum

28 - Página web: ***5.56×45mm NATO*** disponible en - Wikipedia

29 – Artículo: ***Infantry Weapons Update*** disponible en Think Defence

30 – Página web: ***COINCIDENTE*** , disponible en (defensa.gob.es)

31 - Página web: ***ACCLImatization TEXtile SYStem*** disponible en ACCLITEXSYS (aitex.es)

32 – Artículo: ***Elan inventa unos esquís plegables,*** disponible en Noticias - Nevasport.com

33 – Estudio: Susan K. Grimston, ***Respuestas al estrés relacionadas con los huesos***

34 - Artículo: ***British soldiers suffer injuries from too-heavy weights,*** disponible en UK | News | Express.co.uk

35 - Publicación: Ejército de Tierra, ***Convocatoria de proyectos de investigación military PIN 9/18 (2018)***, disponible en Iniciativa de I+T (defensa.gob.es)

36 - MADOC, ***Exoesqueletos de uso militar (2019),*** disponible en biblioteca virtual del MADOC

37 - Página web: ***12 Best Military Drones Used By The US Military in 2021***, disponible en (operationmilitarykids.org)

38 - Página web: ***V-King la vela monocapa más versátil,*** disponible (ecwid.com)

39 - Página web: ***LSAT light machine gun***, disponible en Wikipedia

40 – Página web: Precio prenda confort térmico inteligente, disponible en Thermalution Store

41 – Artículo: "Un exoesqueleto español y barato para volver a andar y dejar la silla de ruedas"***, El español*** disponible en (elespanol.com)

42 – Artículo: "El Pentágono pone en marcha un plan para 'robotizar' a las tropas" ***SOLDADOS ROBOT Proyecto Onyx*** , disponible en (lainformacion.com)

43 – Página web: ***Guardian® XO® Full-body Powered Exoskeleton*** disponible en Sarcos Robotics

44 – Página web: ***Exoskeleton Technologies,*** disponible en Industrial | Lockheed Martin

45 - Artículo: Ingenieros del TsNIITochMash (Instituto Científico Central para la Construcción de Maquinas de Precisión, ***EL PROGRAMA RATNIK (Ратник) RUSO*** disponible en REFERENCIA - MilitariaGeneral

46 – Página web: El Ejército francés pone a prueba el exoesqueleto pasivo - Noticias Defensa Vídeos

46 - Página web: Instituto de Mecánica y Controles de Precisión de Pekín “China estaría probando un nuevo exoesqueleto militar”, disponible en (zona-militar.com)

47 - Artículo: La UGR (Universidad de Granada) “El Ejército español dotará a sus soldados del futuro con exoesqueletos”, disponible en (infodefensa.com)

7 ANEXOS

7.1 ANEXO 1: DIARIO DE CAMPO MANIOBRAS MARTIAL SUMMIT

A continuación, se expone el diario de campo elaborado durante el periodo de maniobras Martial Summit 2021 con el Regimiento América 66. Todas las imágenes utilizadas son de elaboración propia. La finalidad de este diario de campo ha sido identificar las dificultades a las que tienen que hacer frente este tipo de unidades.

<table>
<tr>
<td>Fecha: 27-09-2021
Lugar: Duruelo de la Sierra, Soria
Nombre: Alejandro Bonnin Fernández
Objetivo de instrucción: Despliegues de combate en terreno montañoso.

 </td>
<td>Zona de acción

Altitud: 1200m
Coordenadas:
30 T 504194.31 m E 4644538.89 m N

 </td>
</tr>
<tr>
<td>Desarrollo:
Durante el día de hoy se han realizado despliegues de combate. La ejecución se ha desarrollado de la siguiente manera:

Despliegues a nivel escuadra.
Despliegues a nivel pelotón.
Despliegues a nivel sección.

Posteriormente, se ha realizado reacciones ante el contacto con el enemigo aplicando los procedimientos anteriores:

Reacción ante emboscada enemiga.
Roturas de contacto.
Búsqueda para el contacto.
Emboscada al enemigo.

Finalmente, se ha llevado a cabo un ejercicio de instrucción individual para perfeccionar las posiciones de tiro.</td>
<td>Lecciones identificadas:
1. La complejidad del terreno y la densidad de vegetación hace que la velocidad de progresión del despliegue sea muy lenta.

2. La temperatura no ha supuesto ningún problema a lo largo del día. El traje técnico de montaña seca rápido el sudor y favorece la ventilación.

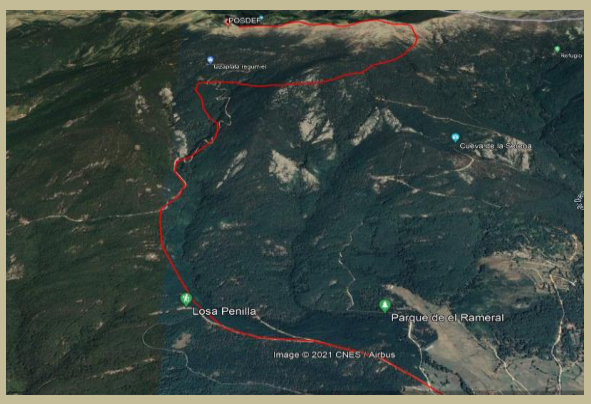
3. Los chalecos anti fragmentos no se adaptan bien a la mochila ALTUS. Se ha optado por llevar chaleco ligero sin protección balística. Reduce la protección, pero favorece la movilidad.

4. El elevado peso del equipo disminuye el tiempo de reacción ante el contacto con el enemigo. Quitarse la mochila es una opción, pero si no se puede recuperar supone una pérdida de autonomía significativa.

5. Las posiciones de tiro son difíciles de realizar debido a la elevada carga del equipo.</td>
</tr>
</table>

Fecha: 28-09-2021
Lugar: Duruelo de la Sierra, Soria
Nombre: Alejandro Bonnin Fernández
Objetivo de instrucción: Ofensiva

Zona de acción
Altitud: 1200m
Coordenadas:
30 T 503915.31 m E 4651829.91 m N



Desarrollo:
Hoy se ha realizado una operación de ofensiva en montaña a nivel subgrupo táctico. La misión ha sido atacar una posición defensiva de entidad sección antes de las 18:30h.

Se ha realizado una aproximación de 13km con un desnivel de 854 metros. El movimiento ha tenido una duración total de 6 horas.

La ejecución del ataque se ha realizado en desnivel negativo y el asalto ha sido de 500 metros aproximadamente.

Una vez tomada la posición defensiva se ha realizado el repliegue hacia el la base de operaciones avanzada.

Lecciones identificadas:

1. El peso total del equipo para esta operación ha sido de 30kg. Si se lleva peso del equipo elevado se realizan más altos durante la infiltración, ralentizando la maniobra. En montaña se tiende a evitar el arco nocturno porque los peligros en montaña aumentan al reducir la visibilidad.

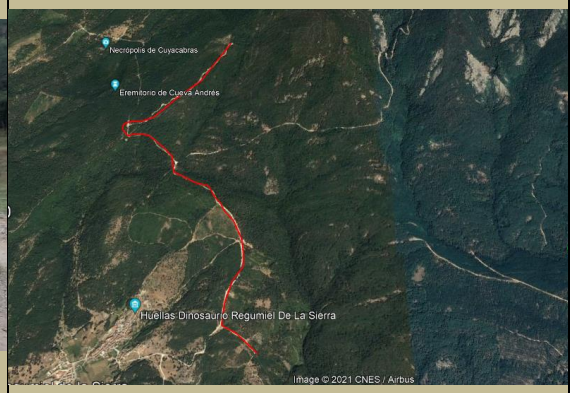
2. Cuando se han alcanzado los 2000 las temperaturas han bajado. Tener abrigo en la mochila es totalmente necesario. Se dispone de material y vestuario adecuado para trabajar en esta altitud.

3. Durante el asalto se ha tenido que soltar la mochila a 1km de la posición defensiva para optimizar la movilidad.

4. El rendimiento de los combatientes durante la operación ha sido buena. No ha habido ningún problema físico.

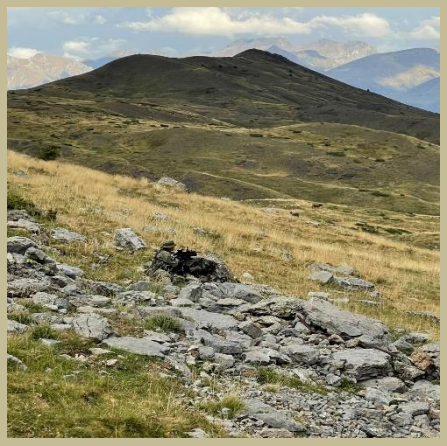
5. El agua no ha supuesto ningún problema, nos hemos cruzado con dos ríos en el itinerario.

Perfil de elevación del itinerario recorrido:

Nombre: Alejandro Bonnin Fernández **Objetivo de instrucción:** Control de zona 	**Altitud**: 1300m **Coordenadas**: 30 T 501548.77 m E 4646779.73 m N 
Desarrollo: Se ha realizado una operación de control de zona en montaña a nivel subgrupo táctico. La misión de hoy ha sido realizar un reconocimiento del itinerario marcado para garantizar la libertada de movimiento de la zona de acción. El reconocimiento se ha realizado mediante el empleo de vehículos VAMTAC equipados con Browning M2 (12,70mm).	**Lecciones identificadas:** 1. Los VAMTAC tienen buena movilidad en terreno montañoso. Sin embargo, ha habido tramos en los que el personal ha tenido que desembarcar por culpa del terreno. 2. Poder ir en vehículo aumenta las capacidades de la unidad porque se pueden transportar más suministros, munición y equipo. El empleo de transporte facilita la maniobra. 3. Dentro del vehículo no es necesario abrigarse. 4. Los caminos transitables con VAMTAC han sido escasos. El éxito de la misión no puede depender de los medios de transporte. 5. La visibilidad en terreno boscoso es muy limitada.

Perfil de elevación del recorrido:

<table>
<tr>
<td>Fecha: 30-09-2021
Lugar: Duruelo de la Sierra, Soria
Nombre: Alejandro Bonnin Fernández
Objetivo de instrucción: Defensiva

  </td>
<td>Zona de acción

Altitud: 1980m
Coordenadas:
30 T 504760.56 m E 4652030.96 m N

</td>
</tr>
<tr>
<td>Desarrollo:

Se ha realizado una operación defensiva a nivel subgrupo táctico. La misión de hoy ha sido defender la ubicación marcada durante 12 horas para frenar el avance del enemigo.

La aproximación a la posición defensiva se ha realizado a pie. Los pozos de tirador se han establecido por binomios. A las 6 horas de establecer la posición defensiva se ha tenido que realizar un reabastecimiento logístico para reponer comida.</td>
<td>Lecciones identificadas:

1. La línea de alturas es el terreno clave para situar las posiciones defensiva.

2. La óptica es fundamental para garantizar la vigilancia de la zona.

3. El reabastecimiento logístico en montaña es muy lento por culpa del terreno. Además, los soldados que lo realizan quedan expuestos al enemigo.

4. Es fundamental disponer de ropa de abrigo para aguantar el frio a los 2000 metros.

5. En defensiva el peso del equipo no supone ningún problema porque la mayoría del tiempo se está parado.</td>
</tr>
</table>

<table>
<tr>
<td>Fecha: 01-10-2021
Lugar: Duruelo de la Sierra, Soria
Nombre: Alejandro Bonnin Fernández
Objetivo de instrucción: Mantenimiento

 </td>
<td>Zona de acción

Altitud: 1250m
Coordenadas:
30 T 504778.70 m E 4644855.56 m N
</td>
</tr>
<tr>
<td>Desarrollo:

El día de hoy se ha dedicado a mantener los vehículos, el armamento y el material del subgrupo táctico. Además, se han repuesto todos los suministros logísticos de la base de operaciones avanzada.</td>
<td>Lecciones identificadas:

1. Las bajas temperaturas puede afectar al rendimiento del motor de los vehículos. Es importante revisarlo continuamente.

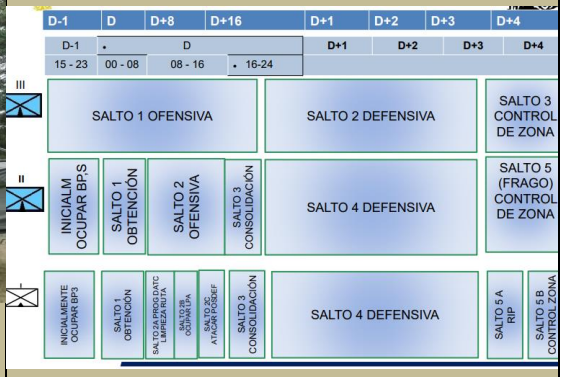
2. El armamento y material no presenta ninguna anomalía. Trabajar a 2000 metros de altura no supone ningún problema para el equipo de dotación de las tropas de montaña.</td>
</tr>
</table>

Fecha: 02-10-2021
Lugar: Duruelo de la Sierra, Soria
Nombre: Alejandro Bonnin Fernández
Objetivo de instrucción: Planeamiento

Zona de acción

Altitud: 1250m
Coordenadas:

30 T 504778.70 m E 4644855.56 m N



Desarrollo:

En los próximos 4 días se realizará una operación a nivel grupo táctico. Hoy se ha realizado el planeamiento de la ejecución de los cometidos del subgrupo táctico.

Lecciones identificadas:

1. El estudio del terreno es muy importante en montaña. No hacerlo correctamente puede suponer el fracaso de la misión.

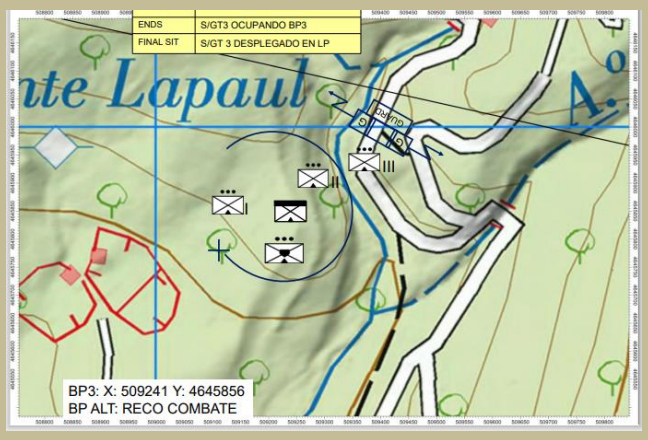
2. Es importante tener en cuenta la autonomía de cada una de las secciones porque nunca se sabe cuándo una unidad puede quedar aislada por el mal tiempo.

3. La elección del equipo a llevar para una operación de 4 días determina las capacidades del subgrupo táctico. Cada soldado lleva suministros para aguantar 24 horas, si no se logra realizar un reabastecimiento logístico la misión estará el peligro.

Fecha: 03-10-2021
Lugar: Duruelo de la Sierra, Soria
Nombre: Alejandro Bonnin Fernández
Objetivo de instrucción: Infiltración en la zona de acción

Zona de acción

Altitud: 1350m



Desarrollo:

El itinerario de infiltración ha sido de 15km hasta establecerse en una base de patrullas para realizar la preparación del combate para la ofensiva del día siguiente.

Parte de la aproximación se ha realizado con vehículo VAMTAC.

Lecciones identificadas:

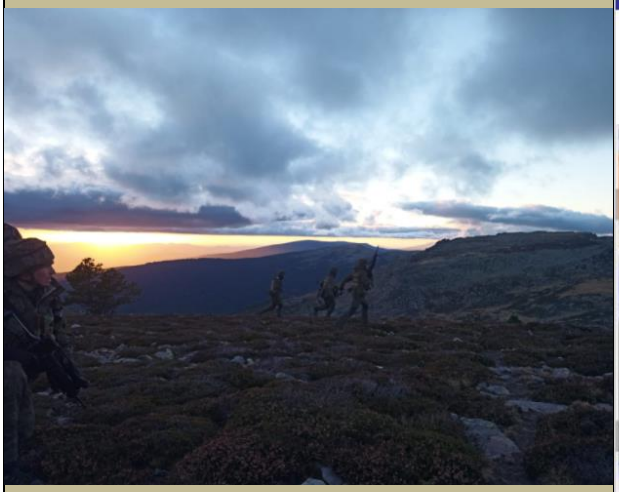
1. El peso de la mochila y el equipo es de 30kg.

2. Cada soldado lleva mínimo 3 litros de agua. Es tener estudiados los puntos para reponer agua.

3. El vestuario de abrigo de dotación está preparado para pasar la noche a 1350 metros.

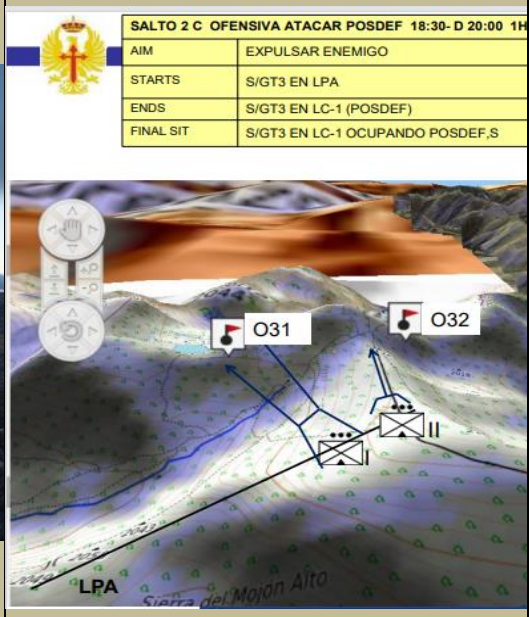
4. Los VAMTAC son fáciles de detectar por el enemigo.

Fecha: 04-10-2021
Lugar: Pico de Urbión, Soria
Nombre: Alejandro Bonnin Fernández
Objetivo de instrucción: Ofensiva



Zona de acción

Altitud: 2100m



Desarrollo:

Se ha realizado una marcha de aproximación des de la base de patrullas hasta la línea de partida para iniciar el asalto. Cada subgrupo táctico ha ejecutado la ofensiva de manera simultánea. La duración del asalto ha sido de 20 minutos.

Después de limpiar las posiciones defensivas enemigas, se ha procedido a consolidar la posición para defenderla durante las próximas 32 horas.

Lecciones identificadas:

1. Si el asalto se realiza con mochila se pierde mucha movilidad.

2. La velocidad de movimiento incrementa las probabilidades de supervivencia bajo el fuego enemigo.

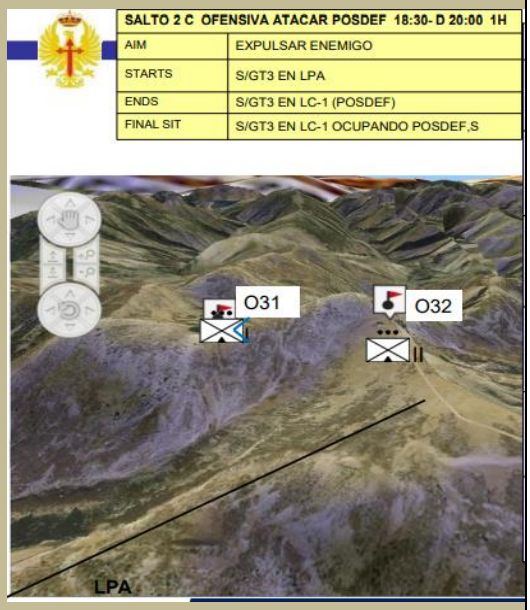
3. Es importante encontrar el equilibrio entre ir abrigado y ligero, porque el exceso de abrigo puede provocar una disminución del rendimiento físico durante los saltos de combate. No obstante, si se dispone de poca protección contra el frio a 2000 metros, las consecuencias pueden ser muy negativas.

4. Los vehículos VAMTAC no han podido llegar hasta la línea de partida. No obstante, han sido claves para reducir la carga física de los soldados.

Fecha: 05-10-2021
Lugar: Pico de Urbión, Soria
Nombre: Alejandro Bonnin Fernández
Objetivo de instrucción: Defensiva

Zona de acción

Altitud: 2300m



Desarrollo:

Se ha establecido la posición defensiva del subgrupo táctico. La misión es defender la posición durante 32 horas a 2200 metros de altura.

Para poder aguantar todo este tiempo se ha tenido que realizar un reabastecimiento logístico a través de 10 soldados con mochila ALTUS. Esta maniobra se ha realizado a pie y ha tenido una duración de 5 horas.

Además, se ha tenido que establecer un punto de contacto con el subgrupo táctico situado al oeste de la posición defensiva.

Lecciones identificadas:

1. A 2300 metros de altura el subgrupo táctico se vuelve vulnerable a los cambios de temperatura.

2. Cada soldado es capaz de secar el vestuario mojado dentro del saco antes del anochecer. Es muy importante aislarse del suelo para mantener el calor corporal.

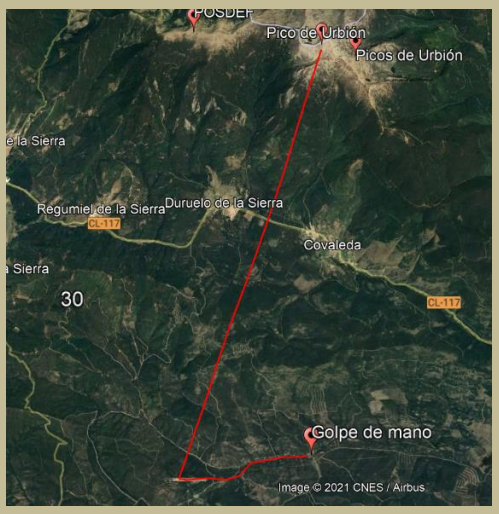
3. La capacidad de combate se ve afectada por la escasez de visibilidad.

4. La comida y agua es el factor que limita el tiempo que la unidad es capaz de aguantar en la posición defensiva.

5. El reabastecimiento logístico es lento y exigente físicamente.

<table>
<tr>
<td>Fecha: 06-10-2021
Lugar: Duruelo de la Sierra, Soria
Nombre: Alejandro Bonnin Fernández
Objetivo de instrucción: Golpe de mano (Ataque sorpresivo a punto de interés táctico)

 </td>
<td>Zona de acción

Altitud: 1115m
Coordenadas:
30 T 508451.55 m E 4635139.71 m N
 
</td>
</tr>
<tr>
<td>Desarrollo:

Se ha realizado un HLZ para extraer al subgrupo táctico y desplazarlo hasta el aeródromo más cercano donde se ha iniciado la aproximación hacia el golpe de mano.

La infiltración hacia la zona de acción se ha realizado a través del bosque.

Durante la ejecución del golpe de se han ejecutado acciones de combate urbano.</td>
<td>Lecciones identificadas:

1. El empleo de helicópteros reduce mucho tiempo de marcha. El movimiento por el aire es la mejor opción. No obstante, queda limitado por la meteorología.

2. Las unidades de montaña son capaces de helitransportarse sin complicaciones.

3. Es importante estar preparado para cualquier situación, porque el escenario puede cambiar rápidamente. De 2000 metros de altura a zona de combate urbano.
.</td>
</tr>
</table>

7.2 ANEXO 2: ESTUDIO DE LIMITACIONES OPERATIVAS DEL COMBATIENTE

El MW COE NATO con apoyo de la universidad de Ljubuljana (Eslovenia), en septiembre de 2016 impartió el 8º seminario europeo titulado "*High altitude and isobaric hypoxia influence on human performance: science and practice".* Posteriormente, publicó un estudio[40] en el que determinó que tipo de efecto tiene la altitud sobre el combatiente en montaña. En función de la altura en la que se encuentra afecta de manera distinta. La tabla que aparece es la siguiente.

	DEFINITION	ALTITUDE	RELIEF	CLIMATE	EFFECTS ON MOVEMENT AND SURVIVABILITY	SPECIALIZATION
CLASS 1	LOW MOUNTAINS	0 - 2500 m (0 - 8 000 ft)	opened highland, easy slopes up to 30° elevation	no extreme events	moderate effect of altitude harder movement and transportation harder to survive harder to supply	infantry units and subunits with basic military training and equipment
CLASS 2			mountains up to 600 m relative height, deep valleys and gorges, slopes up to 50°	some snow and glaciers, tough winter season with low temperatures, poor vegetation	moderate effect of altitude harder movement and transportation harder to survive harder to supply	specialized units and subunits with special training in mountain movement and mountain warfare
CLASS 3	HIGH MOUNTAINS	0 - 5500 (0 - 18 000 ft)	mountains up to 600 m relative height, deep valleys and gorges, slopes up to 50°	dry, rocky terrain, snow and glaciers on higher altitudes, poor or no vegetation	signifficant effect of altitude movement with special tehnicques very limited transportation very hard to survive and to supply	
CLASS 4			mountains of more than 600 m relative height, deep valleys and gorges, slopes steeper than 50°	steep rocky terrain, permanent snow, lots of glaciers, low temperatures, no vegetation	signifficant effect of altitude movement with special tehnicques very limited transportation very hard to survive and to supply	mt infantry RECCE, special forces
CLASS 5	EXTREMELY HIGH MOUNTAINS	< 5500 (< 18 000 ft)	mountains of more than 600 m relative height, deep valleys and gorges, slopes steeper than 50°	steep rocky terrain, permanent snow, lots of glaciers, low temperatures, no vegetation	extreme effect of altitude (takes lots of time to acclimatize, very limited time of staying) extremely demanding movement extremely hard to survive and supply	

Low effects | high effects | exreme effects

Tabla 1: Tabla de efectos sobre el combatiente en función de la altura. Fuente: "High-altitude influence on military activities and latest development in the field of mountain warfare", MW COE NATO

Se puede observar que los principales factores limitantes son la altitud, el relieve y el clima. Estos factores condicionan la capacidad operativa de tres maneras distintas: en el movimiento y transporte, en el empleo del armamento, y en el reabastecimiento logístico.

Para poder analizar cada una de estas capacidades limitadas se ha elaborado una tabla para estudiar cómo afecta al combatiente en montaña. El objetivo es detectar el origen de cada problema para poder deducir las implicaciones que conllevan.

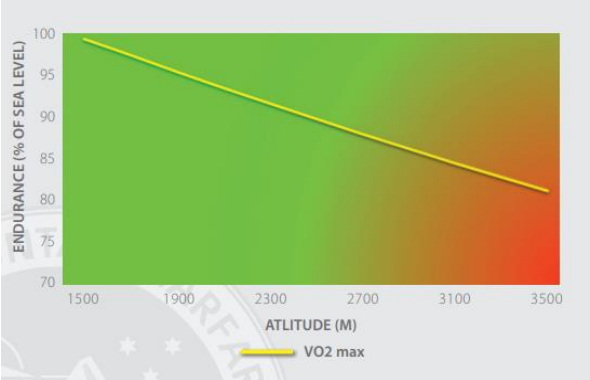
[40] "*High-altitude influence on military activities and latest development in the field of mountain warfare (MW)*", publicado por MW COE NATO

Tabla 2: Limitaciones del combatiente en montaña. Fuente: Elaboración propia

Limitación	Motivo	Consecuencia táctica	Efecto sobre el combatiente
Movimiento a pie	Las condiciones del terreno y clima son muy exigentes. Requieren un gran esfuerzo.	En la mochila tienen que llevar todo el equipo para superar cualquier adversidad.	Todo el vestuario y material específico supone una carga de peso significativa para el combatiente.
Transporte terrestre	Los desniveles, la irregularidad de la superficie del terreno y las bajas temperaturas reducen el número de caminos transitables.	El movimiento tiene que realizarse a pie. La maniobra se ralentiza.	El combatiente debe cargar con todo durante toda la marcha.
Transporte aéreo	La meteorología adversa, la altitud y las turbulencias imposibilitan el vuelo	El movimiento tiene que realizarse a pie. La maniobra se ralentiza.	El combatiente debe cargar con todo durante toda la marcha.
Empleo de armamento	La existencia de grandes zonas ocultas y bosques limita el uso del armamento.	Es necesario situarse en posiciones de altura para tener campo de visión.	Elevado esfuerzo físico para poder alcanzar esas posiciones.
Reabastecimiento logístico	Los vehículos en muchas ocasiones no pueden llegar hasta la ubicación de las tropas por la complejidad del entorno.	os suministros que llevan en la mochila determinan la duración de las operaciones.	Si la duración se quiere alargar, el gran número de suministros en el equipo eleva la carga de peso.

Si nos fijamos en los efectos sobre el combatiente, se puede observar que todos tienen el mismo problema: el rendimiento se ve reducido a causa del sobreesfuerzo físico que deben realizar. El origen de este sobreesfuerzo viene ocasionado por el aumento de carga de peso de las tropas de montaña. Por lo tanto, para lograr el objetivo de aumentar el rendimiento de las tropas de montaña en combate, es necesario afrontar ese problema. Si somos capaces de encontrar una solución a la carga de peso, las unidades de montaña no se verán tan perjudicadas por las limitaciones del entorno. A continuación, se justifica el origen de cada uno de los motivos expuestos anteriormente en la tabla.

Movimiento a pie: Un estudio llevado a cabo bajo la dirección científica de la universidad de Innsbruck (Austria) determinó las estrategias para prevenir los efectos provocados por la altitud sobre el cuerpo humano. El objetivo del estudio fue proporcionar a las Fuerzas Armadas austriacas una manera de reconocer cómo afecta al rendimiento físico.



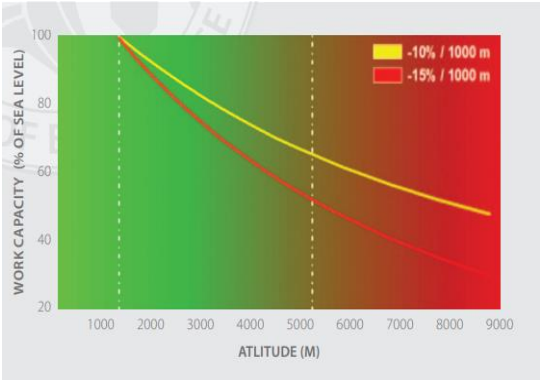


Figura 31 y 32 Gráfico capacidad de trabajo en función de la altitud. Fuente: 8th EUROPEAN HYPOXIA SYMPOSIUM: "HIGH ALTITUDE AND ISOBARIC HYPOXIA INFLUENCE ON HUMAN PERFORMANCE: SCIENCE AND PRACTICE"

La reducción de la capacidad de resistencia (VO2max) se ve afectada de la siguiente manera. A partir de los 1500 metros se pierde un 1% de capacidad por cada 100 metros de altitud (Gráfico de la izquierda). Además, otro factor importante es el de la capacidad de trabajo (gráfico de la derecha). Con el aumento de la altitud, la carga de trabajo máxima disminuye entre un 10% y un 15% por cada 1000 metros de altitud (a partir de 1.500 m sobre el nivel del mar).

Transporte terrestre: Los conductores de los vehículos terrestres deben dominar las técnicas de conducción sobre barro y nieve, la aplicación de procedimientos a emplear para tramos especialmente difíciles, estrechos o de fuerte pendiente, la colocación y retirada de cadenas, así como las operaciones básicas de mantenimiento en condiciones atmosféricas adversas.

De todos modos, las unidades de montaña tienen un vehículo específico para ellos. El TOM (ver figura 33 y ver MT6-606: Manual técnico de transporte oruga de montaña) es un vehículo diseñado específicamente para moverse por terreno nevado. No obstante, tiene algunas limitaciones, como son la superación de pendientes heladas en las que no agarra la cadena, la combinación de nieve muy profunda con fuerte pendiente y la posibilidad de dañar las cadenas si se circula por zonas de piedras. Sin embargo, el terreno no es el único factor limitante. Se produce una pérdida de potencia si se aumenta la altitud, ya que requiere de oxígeno para la combustión (ver figura 33). Por lo tanto, se puede observar que, mediante la disminución de la ratio de densidad con la altura, la disminución de la potencia de un motor a medida que aumenta la altitud influye considerablemente en el empleo de vehículos en terreno montañoso

Figura 33: 'Variación del ratio de densidad en función de la altitud" (Izquierda). Vehiculo especializado en entrono montañoso "TOM" (centro). Vuelo de helicóptero en montaña (derecha). Fuente: web infodefensa

Transporte aéreo: Las normas y especificaciones respecto al helitransporte figuran en el M-0-4-34 manual para el helitransporte. No obstante, según la conferencia para seguridad realizada por Eurocopter[41] en Chile, los principales problemas son la baja presión atmosférica, bajas temperaturas y humedad, puesto que son la causada de la una disminución en la densidad del aire. Esto afecta a la sustentación del rotor. Por lo tanto, es más inestable y menos eficaz maniobrando en el aire. Mecánicamente se traduce en una respuesta lenta del rotor con un rotor de cola menos eficiente y radios de giros más amplios (ver figura 33).

Por lo tanto, el planeamiento de las operaciones de montaña no puede depender única y exclusivamente del transporte en helicópteros, porque es muy frecuente que las condiciones adversas a las que tienen que hacer frente impidan o dificulten su vuelo. Disponer de su empleo aporta una gran eficacia, pero hay que tener siempre un plan alternativo.

Reabastecimiento logístico: El MWCOE en el “Manual Infantry Company Field Manual” 2018 determinó las siguientes limitaciones logísticas en montaña:

- La escasez de red de carreteras provoca que en muchas ocasiones se conviertan en puntos de paso obligado fácilmente identificables y, por tanto, susceptibles de ser atacados por el enemigo.

- La disponibilidad limitada de zonas aptas para el despliegue de los cuerpos logísticos. Esto provoca que tengan que ubicarse en zonas fácilmente identificables por el enemigo.

- Las condiciones atmosféricas extremas y cambiantes que requieren el uso de equipos y medios específicos. Es decir, las unidades de apoyo logístico convencionales en muchas ocasiones no pueden reabastecer.

- Los vehículos empleados requieren un mantenimiento exhaustivo y constante.

Estas dificultades provocan que los reabastecimientos en montaña sean escasos, provocando

[41] Fuente: Vuelo sobre áreas montañosas con Helicópteros - ASOC. PASIÓN POR VOLAR (pasionporvolar.com)

así un peso mayor sobre el combatiente (más ropa de abrigo, de repuesto, combustible para hornillos, agua, comida, etc.), lo que, unido a la inconsistencia de la nieve o la necesidad de abrir una huella, puede hacer agotadores los desplazamientos.

7.3 ANEXO 3: ESTUDIO NECESIDADES OPERATIVAS DE LAS UNIDADES DE MONTAÑA DEL E.T.

El centro de excelencia de Guerra en Montaña de la OTAN (MW COE) llevó a cabo un seminario en Croacia sobre las funciones del combate en montaña en 2017. La participación fue de un total de 9 países (Alemania, Croacia, Bélgica, Austria, Estados Unidos, Noruega, Polonia, Eslovenia y España) y tuvo una duración de 5 días. En el seminario se expuso una serie de aspectos fundamentales para el planeamiento de operaciones en montaña. Poniendo especial atención al impacto que provoca el terreno de montaña sobre las funciones del combate[42]. La finalidad del seminario fue detectar qué procedimientos son los más adecuados para trabajar en este tipo de entorno.

A continuación, se analizan cada una de las conclusiones[43] desarrolladas por el seminario. El objetivo es identificar la situación actual de nuestras Fuerzas Armadas enmarcado en el contexto OTAN. Para ello, se analizan las directrices establecidas en cada una de las funciones de combate marcadas por el MW COE y se relacionan con los medios y capacidades de nuestras tropas de montaña. De esta manera se pretende determinar las carencias e identificar las necesidades operativas que necesita este tipo de unidades en el E.T.

Inteligencia: *"El reconocimiento aéreo es a menudo el único método para recoger inteligencia desde la profundidad del sector en terreno montañoso."*

Actualmente, hay un proyecto en marcha para proporcionar drones a las compañías de montaña del Regimiento Galicia 64 (Jaca) y el América 66 (Pamplona). Los principales sistemas ligeros, que por el momento, está probando o adoptando nuestro ejército para las pequeñas unidades son de clase 1 (menos de 150 Kg) y existen dos tipos (ver figura 34):

- Micro UA: con un radio de misión hasta 2 Km (Black Hornet y Huginn X-1).
- Mini UA: con un radio de misión de hasta 10 Km (Raven RQ-11 y Fulmar).

Figura 34: Tipos de drones. Izquierda Micro UA Haggie X-1. Centro Micro UA Black Hornet. Derecha UA Raven RQ-11. Fuente: "Tendencias de Montaña VOL II 2018 (MADOC)"

[42] Las funciones del combate se dividen en: Mando, inteligencia, maniobra, fuegos y apoyo logístico. Son el conjunto de actividades que se realizan en beneficio de la acción táctica mencionada.

[43] Conclusiones recopiladas de "*COMBAT FUNCTIONS IN MOUNTAINS SEMINAR FOR PLANNERS" MW COE 2017*

Por lo tanto, se puede decir que esta necesidad operativa ya está identificada por el E.T y con un plan de desarrollo puesto en marcha.

Mando y control: "*Debido al terreno accidentado, el mando y control en terreno montañoso suele ser problemático: el enlace de transmisiones se interrumpe. Las operaciones se realizan mediante dispositivos móviles, a grandes distancias. En consecuencia, las unidades deben operar de forma independiente y en grupos más pequeños. La ejecución debe estar coordinados a la perfección.*"

Aplicaciones como el ATAK permiten garantizar el control de estas unidades que actúan de manera independiente. Es una herramienta que actualmente no está en dotación en el E.T. Sin embargo, unidades como el Mando de Operaciones Especiales ya la están empleando para monitorizar a los miembros del equipo. El ATAK es una aplicación para el teléfono móvil que permite geolocalizar la ubicación y compartirla al resto de miembros de la unidad en tiempo real. Además, también se puede transmitir información y coordenadas.

Asimismo, las unidades de montaña también tienen medios de dotación eficaces para poder enlazar con su escalón. El medio empleado son las radios de tipo Harris (ver figura 36). Este dispositivo proporciona cifrado de voz segura, banda ancha de alta velocidad y datos de banda estrecha. Además, sus comunicaciones terrestres son interoperables con plataformas aerotransportadas con capacidad de enlazar a largo alcance, proporcionando enlace continuo con la potencia de una sola batería.

Esta función táctica de mando y control está en constante desarrollo. El E.T la considera como una necesidad fundamental para la ejecución de las operaciones en montaña. No obstante, el mando y control solo depende de los mandos de la unidad. Por lo tanto, esta área de investigación queda fuera del alcance porque se desvía del objetivo del trabajo.

Figura 35 y 36: Aplicación ATAK (Izquierda) y radio Harris (Derecha). Fuente: Productos Harris - RFE

Fuegos: *"Las condiciones del terreno montañoso a menudo limitan el apoyo de fuegos cercano para las unidades de vanguardia. No obstante, los miembros del servicio calificados como Controladores de Ataque Terminal Conjunto (JTAC) dirigen la acción de los aviones de combate y helicópteros de ataque que participan en el apoyo aéreo cercano o en la utilización de otros medios para el apoyo de fuego."*

Actualmente, las unidades de montaña del E.T no disponen de JTACs (Joint Terminal Attack Control) encuadrados orgánicamente en ellas. Sin embargo, esta necesidad operativa no afecta a las tropas de montaña, porque los JTACs son mandos del Ejército del aire o de Artillería. Por lo tanto, también quedan fuera del alcance de la investigación de este trabajo.

Maniobra: "*La disponibilidad y el uso de helicópteros de observación, reconocimiento, ataque*

protección y transporte mejora significativamente la capacidad de las unidades para desarrollar operaciones militares en zonas montañosas."

La última modificación orgánica que se realizó en la Fuerza Terrestre fue integrar al Mando de Helicópteros del E.T (FAMET) y al Mando de tropas de montaña en la División San Marcial. De esta manera, se busca mejorar la interoperabilidad entre este tipo de unidades ya que su colaboración es fundamental para garantizar el éxito de la misión.

Por lo tanto, se puede ver que esta necesidad ya ha sido detectada por el E.T. Los periodos de instrucción como el Martial Summit 21 o el Infierno Blanco (ver figura 37) ya han puesto en marcha el proceso de adiestramiento conjunto de esta nueva División. Esta función táctica es de vital importancia, por lo que es otra de las que también se ha seleccionado como área de investigación para la búsqueda de soluciones a las carencias que existen actualmente. Es decir, las nuevas tendencias que se han estudiado guardan estrecha relación con la maniobra.

Figura 37: Maniobra Infierno Blanco 2021.
Fuente: Revista tropas de montaña 2019

Apoyo logístico y protección: *"El reabastecimiento de suministros y la evacuación de bajas a menudo sólo son posibles a través de helicóptero o incluso animales de carga. El apoyo logístico en terreno montañoso requiere un reconocimiento exhaustivo de las rutas y zonas de apoyo. El desarrollo y el uso de pequeños vehículos todoterreno ligeros semiautónomos/autónomos."*

La única unidad logística con capacidades para moverse en montaña son las compañías de servicio que están encuadradas en los batallones de las unidades de montaña. Sin embargo, no disponen de ningún vehículo específico para poder adentrarse de manera rápida en las zonas montañosas de difícil acceso.

Por lo tanto, también es necesario prestar especial atención en mejorar esta capacidad operativa. De esta manera, se podrá alargar la duración de la maniobra, facilitando así, la confrontación contra cualquier tipo de contingencia. Por ahora, la única solución que hay es cargar a los combatientes con los máximos suministros posibles para maximizar su autonomía en la zona de acción de la operación.

En conclusión, actualmente nuestras tropas de montaña están siguiendo las pautas marcadas por la OTAN. Aun así, todavía se encuentran en una fase poco desarrollada en comparación con países como Francia o Noruega. Sin embargo, la mayoría de las necesidades operativas ya han sido identificadas con soluciones puestas en desarrollo. No obstante, dentro de estas funciones de combate es importante determinar cuáles afectan directamente a los combatientes. Esto ha permitido centrar el área de estudio de este trabajo. Después de este análisis, las funciones de combate que se han seleccionado son la de apoyo logístico y la de la maniobra.

7.4 ANEXO 4: CREACIÓN DE LA HERRAMIENTA PENTÁGONO DE HIELO

Protección: Determina el grado de resistencia balística frente al fuego enemigo. Este atributo está relacionado con el chaleco anti fragmentos y el casco. Existen 7 niveles de blindaje, cada uno de ellos está destinado a parar un calibre de munición. Actualmente, el empleado por el Ejército de Tierra es de Nivel 5.

Nivel	Delito	Tipo de Arma
Blindaje Nivel 3	Robo del automóvil en presencia de sus pasajeros. Asalto a los pasajeros	Todas las armas convencionales de calibre .22, .38, .45, 9 mm, 357 Mágnum y Mágnum. 44 y subametralladoras de los mismos calibres.
Blindaje Nivel 3-B33 Multi-hit	Robo del automóvil en presencia de sus pasajeros. Asalto a los pasajeros	Incorpora cristales blindados B33 Multi-hit de 22mm de espesor, que resisten hasta 4 impactos AK47 y un impacto AR15.
Blindaje Nivel 4	Secuestro	Rifles militares AK-47 o de calibres 7.62 x .39 FMJ/PB/FE e inferiores, AR-15 y M-16.
Blindaje Nivel 5	Secuestro, atentado	Rifles militares de calibres 7.62 x .51 FMJ/SC/AP e inferiores, M80 Galil, 5.56 NATO, etc.
Blindaje Nivel 5-B33 Multi-hit	Secuestro, atentado	Incorpora cristales blindados B33 Multi-hit de 43 mm de espesor, que proporcionan el triple de resistencia y 20% menor peso. Resisten multi impactos de armas largas con una distancia de 7 centímetros entre disparos.
Blindaje Nivel 6	Secuestro, atentado	Soporta fusiles de asalto hasta 762 x 63 AP.
Blindaje Nivel 7	Protección al más alto nivel	Resiste impactos de municiones tan potentes como la .50", usada por francotiradores desde una gran distancia o para perforar motores de vehículos y helicópteros en movimiento

Figura 38: Niveles de protección balística basada en la normativa European standard EN 1063. Fuente: Niveles de Blindaje (hesecurity.es)

Movilidad: Determina la velocidad de marcha, la agilidad de los movimientos que puede realizar el combatiente y la distancia que es capaz de recorrer en un día. Está relacionado con la mochila, los medios de transporte y todo aquello que permita acarrear material y equipo. Este atributo es de vital importancia porque es el que está directamente relacionado con el problema de la sobrecarga del equipo, por lo tanto, es en el que hay que prestar mayor atención.

Figura 39: Velocidades y tiempos de movimiento en montaña en función de la altitud, la inclinación y la presencia enemiga. FUENTE: Ground Combat at High Altitude by Lieutenant Colonel Lester W. Grau, U.S. Army, Retired, and Lieutenant Colonel Hernán Vázquez, Argentine Army

Letalidad: Determina la potencia y la eficacia en una situación de combate. Está relacionado con el armamento y equipo que permite detectar, neutralizar o evadir al enemigo. La reacción ante el enemigo consta de un ciclo formado por distintas fases: Identificación de objetivo, adquisición de información, interacción con el armamento, disciplina de fuego y reajuste. La 3ª fase conocida como "Target Engagment" (Interacción con el armamento) es la que marca el rendimiento del soldado en una situación de combate. Esta fase consiste en ser capaz apuntar, respirar y evaluar la situación para abrir fuego. Si el soldado tiene un rendimiento elevado tiene que ser capaz de neutralizar el objetivo en el primer ciclo sin tener necesidad de reajustar. La velocidad de ejecución del ciclo entero también es otro factor que tener en cuenta, puesto que la finalidad en un combate es eliminar la amenaza en el menor tiempo posible.

Figura 40: Ciclo de reacción ante en contacto con el enemigo. Fuente: Handbook Mountain Warfare U.S Asymetric Warfare Group

Frio: Determina el grado de resistencia al frio que un soldado es capaz de aguantar. Está relacionado con el vestuario y todo aquel material que permite resistir bajas temperaturas. Se ha diferenciado las temperaturas de montañas de baja altura (0-2500m), de alta altura (2500-5500m) y de altura extrema (más de 5500m).

Figura 41: Clasificación de los efectos de la altitud sobre el combatiente. Fuente: NATO STANDARD ATrainP-6 MOUNTAIN WARFARE EDUCATION AND TRAINING

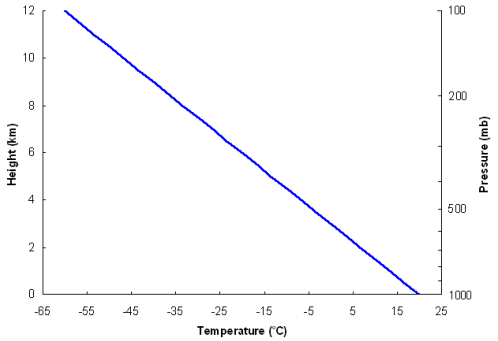


Figura 42: Variación de la temperatura en función de la altura. Fuente: NC State University (www.nc-climate.ncsu.edu)

Autonomía: Determina la capacidad que tiene la unidad para aguantar de manera aislada con sus propios suministros y el grado de eficacia para superar obstáculos naturales. Está relacionado con los suministros de agua y comida (ver figura 44), el reabastecimiento logístico y el equipo técnico de montaña. Los procedimientos técnicos de montaña se han dividido en 3

grupos marcados por la dificultad del terreno (ver figura 43).

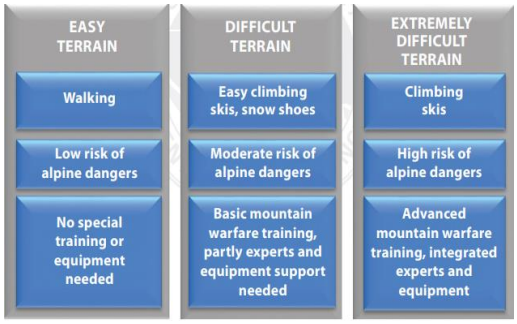
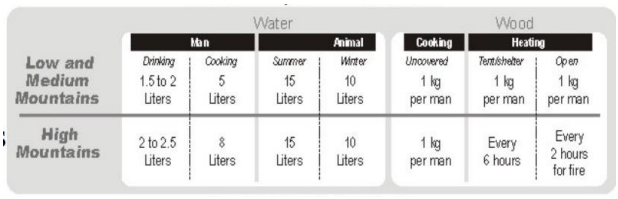


Figura 43: Clasificación del terreno en función de las técncias de movimieto en montaña. Fuente: 1st MOUNTAIN WARFARE TERMINOLOGY WORKSHOP MW COE



	Water				Wood		
	Man		Animal		Cooking	Heating	
	Drinking	Cooking	Summer	Winter	Uncovered	Tent/shelter	Open
Low and Medium Mountains	1.5 to 2 Liters	5 Liters	15 Liters	10 Liters	1 kg per man	1 kg per man	1 kg per man
High Mountains	2 to 2.5 Liters	8 Liters	15 Liters	10 Liters	1 kg per man	Every 6 hours	Every 2 hours for fire

Figura 44: Consumo de suministros logísticos por combatiente en un día. Fuente: Ground Combat at High Altitude

El material, armamento, equipo, medios y vestuario seleccionado tendrán una relación directa con cada uno de estos atributos al mismo tiempo. Es crucial determinar el equilibrio perfecto que permita aumentar el rendimiento en combate reduciendo al mínimo la pérdida de capacidades. Cada uno de estos atributos se ha clasificado en 3 niveles distintos que van de menor a mayor grado de eficacia. Para poder establecer estos grupos se han diferenciado las condiciones que implican un cambio en el planeamiento de una operación de combate, es decir, cada nivel está determinado por una serie de características que otorgan una capacidad superior al combatiente respecto el anterior nivel. A continuación, se expone la clasificación basada en las fuentes anteriores de manera detallada. Para poder pertenecer a un nivel es necesario cumplir todos los requisitos.

Tabla 3: Clasificación y definición de niveles. Fuente: Elaboración propia

Atributo	Nivel	Requisitos tácticos
Protección	1	La protección balística de nivel 3 protege de proyectiles disparados por armas corto alcance. Los revólveres, y los subfusiles pertenecen a este grupo de armamento. Resiste cartuchos de 9mm.
	2	Los niveles protección balística altos (nivel 4, nivel 5 y nivel 6) resisten prácticamente todas las armas de mano, incluyendo las largas. Los rifles, rifles de asalto y algunas escopetas. Resiste frente cartuchos de 5,56mm y 7,62mm.
	3	La protección balística de nivel 7 es el más resistente, y puede detener proyectiles de largo alcance y gran potencia, así como todas las armas de los niveles anteriores. Es capaz de resistir proyectiles de 12,70 mm.

Movilidad	1	Velocidad de marcha menos de 4km/h con agilidad baja.
	2	Velocidad de marcha entre 4km/h y 7km/h con agilidad media.
	3	Más de 7km/h con agilidad alta.
Letalidad	1	3 reajustes o más necesarios para la neutralización del enemigo con velocidad de reacción baja (entre 7 y 10 segundos).
	2	2 reajustes para la neutralización del enemigo con velocidad de reacción media (entre 3 y 7 segundos).
	3	No es necesario realizar ningún reajuste para neutralizar al enemigo con velocidad de reacción elevado (menos de 3 segundos).
Frio	1	0-2500 metros de altura (entre 15ºC y 25ºC)
	2	2500- 5000 metros de altura (entre 15ºC y -15 ºC)
	3	5000-7500 metros de altura (menos de -15 ºC)
Autonomía	1	24 horas de suministros y capaz de progresar en terreno fácil
	2	48 horas de suministros y capaz progresar en terreno difícil
	3	72 horas de suministros o más y capaz de progresar por terreno muy difícil

La relación entre cada uno de estos atributos también es importante tenerla en cuenta para poder desarrollar las líneas de acción de manera acertada. La matriz de relaciones del “Pentágono de Hielo” permite identificar todos aquellos atributos que afectan directamente a la sobrecarga del soldado y como se relacionan entre ellos. Se ha diferenciado dos tipos de relación:

- Relación directamente proporcional (+): El incremento de grado del atributo afecta

positivamente al otro.

- Relación inversamente proporcional (-): El incremento de grado del atributo afecta negativamente al otro.

En la diagonal de la matriz se exponen los objetivos de investigación en cada uno de los atributos. En la parte superior derecha de la diagonal se explica la relación entre cada uno de los atributos. En la parte inferior izquierda de la diagonal se muestra en qué línea de acción los atributos interactuarán entre ellos.

Tabla 4: Matriz de relación de atributos. Fuente: Elaboración propia

	Protección	Movilidad	Letalidad	Frio	Autonomía
Protección	Evaluar si es posible una reducción de la protección a través de la gestión de riesgo	- Aumentar el nivel de blindaje disminuye la velocidad de movimiento	- Aumentar el nivel de blindaje disminuye la velocidad de reacción	+ Aumentar el nivel del blindaje aísla del frio	- Aumentar el nivel del blindaje dificulta los movimientos técnicos de montaña
Movilidad	Hacer las cosas más ligeras (L3) / Hacer que las cosas sean más fáciles de llevar (L2)	Llevar a cabo una evaluación de uso de nuevos transportes y medios que faciliten el movimiento	+ Aumentar la agilidad de movimiento reduce el tiempo de reacción	+ Aumentar la velocidad de movimiento expone menso al frio	+ Aumentar la velocidad de movimiento reduce el tiempo de la operación, disminuyendo así la cantidad de suministros necesaria
Letalidad	Hacer las cosas más ligeras (L3) /Llevar menos cosas (L1)	Hacer que las cosas sean más fáciles de llevar / Incrementar la capacidad física (L4)	Conocer con detalle el efecto nocivo de la sobrecarga en combate y buscar nuevas tendencias en armamento	+ No tener frio en una situación de combate aumenta el rendimiento con la interacción del arma	+ Tener la capacidad de progresar por terreno muy difícil otorga ventaja táctica frente al enemigo
Frio	Hacer las cosas más ligeras (L3)	Hacer las cosas más fáciles de llevar (L2)	Incrementar la capacidad física (L4)	Detectar nuevas tendencias en vestuario	+ El terreno de difícil progresión suele estar relacionado con bajas temperaturas.
Autonomía	Hacer las cosas más ligeras (L3) / Llevar menos cosas (L1)	Hacer que las cosas sean más fáciles de llevar (L2) / Llevar menos cosas (L1)	Incrementar la capacidad física (L4) / Llevar menos cosas (L1)	Llevar menos cosas (L1)	Realizar una evaluación exhaustiva de cuáles son los suministros indispensables para garantizar la

					supervivencia del soldado y relacionarlo con la capacidad de reabastecimiento

Si nos fijamos en la tabla, se puede observar que la mayoría de los atributos guardan una relación directamente proporcional, es decir, si logramos optimizar una de ellas, mejoraremos directamente sobre el resto. Por ese motivo, en el desarrollo de cada una de las líneas de acción se estudiará la progresión de cada de ellos.

Después de experimentar las maniobras de Martial Summit 21 y realizar varios debates de discusión en el Regimiento América nº66 se ha permitido identificar el estado actual del "Pentágono de Hielo" de nuestras unidades de montaña. Durante el estudio se ha diferenciado la eficacia de los atributos frente a la carga de combate. La relación ideal entre estos dos factores es que el nivel de la carga sea inferior al nivel de la eficacia. Respecto a la carga de combate también se han diferenciado 3 niveles:

- Nivel 1: El atributo reduce la carga del combatiente.
- Nivel 2: El atributo no afecta a la carga del combatiente.
- Nivel 3: El atributo aumenta la carga del combatiente.

La obtención del estado de partido se ha elaborado a partir del diario de campo que se ha elaborado durante la estancia en las prácticas en la unidad de montaña. El diario de campo aparece reflejado en el Anexo 1. El proceso que se ha realizado para asignar el nivel ha sido el siguiente:

1. Identificación del nivel teórico con la tabla de requisitos tácticos.

2. Asignación de nivel inicial de eficacia.

3. Relación de los requisitos tácticos con las lecciones aprendidas en el diario de campo, para identificar si presenta alguna característica táctica que aumente o disminuya la eficacia reducir el rendimiento del combatiente. Si existen carencias si reduce un nivel, si hay algún beneficio se aumenta el nivel.

4. Asignación de nivel final eficacia.

5. Estudio de relación de la característica táctica con la carga de combate.

A continuación, se muestra la conclusión de la recopilación de lecciones aprendidas del Anexo 1 en cada atributo. Posteriormente, en la tabla se expone el proceso de asignación de nivel mencionado anteriormente:

Protección: El chaleco anti fragmentos del E.T tiene protección frente a calibre de munición de 5,56 y 7,62. Sin embargo, presenta una falta de adaptación a las condiciones fisiológicas del usuario con el equipo de montaña. Por ello, se le ha reducido un nivel, ya que sale más rentable tácticamente moverse con arnés porta bolsillos de sujeción molle. La velocidad del movimiento puede incrementar la capacidad de supervivencia en una situación de combate.

Movilidad: Durante las operaciones de combate en montaña la velocidad media de marcha ha sido de 4km/h debido al elevado peso y el desnivel del terreno. Con vehículos de transporte VAMTAC la velocidad se ha podido aumentar hasta los 15km/h, sin embargo, la falta de caminos transitables limita mucho la distancia recorrida durante el desarrollo**.**

Letalidad: La elevada carga de los combatientes dificulta mucho el tiempo de respuesta frente al contacto con enemigo. Durante las reacciones al contacto de emboscada se pierde unos segundos en ajustar el equipo antes de interactuar con el armamento. Aún así, el fusil empleado HK-36 permite un apuntado rápido al objetivo, por lo que el balance de rendimiento en este atributo es aceptable.

Frio: En la defensiva de Martial Summit, el subgrupo táctico no ha presentado ninguna dificultad para sobrevivir en un entorno de 2300 metros de altura. El traje técnico de montaña, el traje de tormenta goretex, el forro polar carynthia y el saco de dormir de montaña permiten trabajar a temperaturas bajas de manera aceptable.

Autonomía: La capacidad de transporte de la mochila Altus es limitada, a pesar de ser de 50 litros, es difícil llevar recursos para sobrevivir más de 48 horas. Además, el reabastecimiento logístico es muy limitado porque los medios de transporte utilizados no permiten alcanzar la ubicación del personal desplegado en la operación.

Tabla 5: Asignación inicial de niveles tropas de montaña del E.T.

Atributo	Requisito táctico	Nivel de eficacia inicial	Característica táctica	Nivel de eficacia final	Relación con la carga de combate	Nivel de carga de combate
Protección	Protección Balística 5,56mm y 7,62mm	2	Mala adaptación al usuario con equipo de montaña. Uso de chaleco alternativo sin protección balística.	1	El arnés molle pesa mucho menos que el chaleco. Reduce el peso de la carga	1
Movilidad	Velocidad media de movimiento de 4km/h con baja agilidad	1	Utilización de transporte VAMTAC, pero con transitabilidad limitada. Aumenta la movilidad, pero solo durante un breve periodo de tiempo.	1	El VAMTAC permite transportar parte de la carga de combate, pero no durante todo el recorrido. No afecta a la carga de combate de manera significativa.	2

Letalidad	Reacción al contacto enemigo más de 7 segundos	1	Armamento HK 36 muy manejable	2	El peso del HK 36 es estándar en relación con otros fusiles de asalto	2
Frio	Resistencia al frio a 2300 metros de altura	1	Vestuario preparado para trabajar a más de 2500 metros de altura	2	El peso del vestuario de abrigo no supone un exceso de peso en la carga de combate. Peso estándar.	2
Autonomía	48 horas de recursos y capacidad para progresar por terreno difícil	2	Medios de transporte limitados para llegar y reabastecer las unidades desplegadas en terreno montañoso	1	No tener medios de transporte eficaces para el reabastecimiento logístico hace que los combatientes tengan que llevar más recursos en el equipo	3

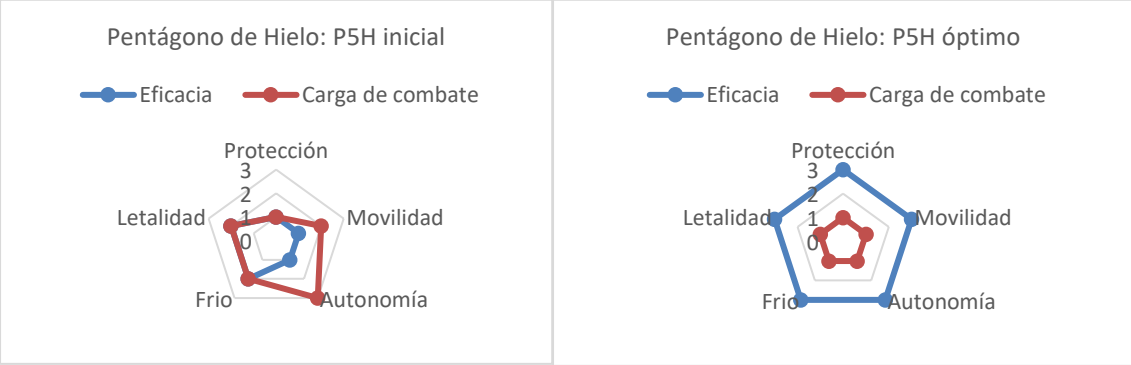


Figura 45: Estado actual del Pentágono de Hielo de las tropas de montaña del E.T (izquierda) y el más óptimo posible (derecha). Fuente: Elaboración propia.

El pentágono de hielo (ver figura 45) de las tropas de montaña de E.T presenta carencias significativas respecto al P5H más optimizado posible. No obstante, es muy difícil llegar a la optimización máxima, ya que todavía no existe la tecnología necesaria que permite obtener el máximo nivel de eficacia de todos los atributos al mismo tiempo que se reduce la carga del combate al mínimo. Además, si se tiene en cuenta la matriz de relación de atributos, se puede observar que aumentar la eficacia de determinados atributos reduce el nivel de otros. Pese a todo, el gráfico obtenido nos permite ser conscientes de la situación de partida para centrar el esfuerzo de investigación y enfocar de manera correcta las líneas de acción.

La relación ideal entre la carga de combate y la eficacia del combatiente es que el nivel de

la carga sea inferior al nivel de la eficacia. Por lo tanto, se puede observar que en la investigación de nuevas tendencias hay que prestar especial atención a las que están relacionadas con la movilidad y la autonomía. En estos dos atributos se tiene que lograr aumentar la eficacia al mismo tiempo que se reduce la carga de combate. En cambio, los atributos de letalidad y frio, a pesar de que no tienen su máxima eficacia presentan un buen nivel y una buena relación con la carga de combate. Por lo tanto, en este aspecto nuestras tropas de montaña presentan un rendimiento aceptable. Por último, el atributo de protección tiene una muy buena relación con la carga de combate, pero el nivel de eficacia es demasiado bajo. Por este motivo, es necesario encontrar una solución que nos permita mejorar esa carencia sin sacrificar el mejor nivel de la carga de combate.

En conclusión, es importante tener en cuenta la carga de combate en todo momento, porque todas aquellas mejoras de eficacia que produzcan un aumento del nivel de carga no son rentables para los combatientes. Para poder encontrar el equilibrio óptimo se han puesto las siguientes restricciones a tener en cuenta en la búsqueda de soluciones:

- Ningún atributo puede tener un nivel de carga superior a la eficacia.
- El nivel mínimo requerido para la eficacia es el 2.
- El nivel de carga no puede ser 3

7.5 ANEXO 5: ESTUDIO DE PESOS DE TODO EL MATERIAL Y EQUIPO DEL SOLDADO EN MONTAÑA

Tabla 6: Estrategia de reducción de linea de acción 1. Fuente: Elaboración propia

CLASIFICACIÓN PESO	PORCENTAJE	ATRIBUTO AFECTADO	OBJETIVO REDUCCIÓN	ESTRATEGIA DE REDUCCIÓN
Armamento	16%	Letalidad	-	No se puede reducir, siempre se tiene que llevar
Munición	17%	Letalidad	10%	Mejorar la capacidad de reabastecimiento
Suministros	26%	Autonomía	10%	Mejorar la capacidad de reabastecimiento
Protección Balística	30%	Protección	15%	Mejorar la velocidad de movimiento disminuye la exposición al fuego enemigo.
Vestuario	11%	Frio	-	No se puede prescindir de las prendas de protección del frio porque la hipotermia sería inevitable.

Tabla 7: Pesos del equipo individual asignado a un soldado de tropas de montaña. Fuente: Elaboración propia

MATERIAL Y EQUIPO	PESO (KG)	CATEGORÍA	SELECCIÓN (KG)
Casco MARTE	1,42	Protección	1,42
Chaleco y placas balísticas	7,25	Protección	3,61 (Reducir su peso a la mitad)
Gafas de protección balística	0,05	Protección	0,05
Tapones de tiro	0,1	Protección	0,1
Guantes de combate	0,08	Protección	0,08
Rodilleras	0,3	Protección	0
Armamento HK 36	3,63	Letalidad	3,63
Laser	0,21	Letalidad	0
4 cargadores de 5,56	2,43	Letalidad	2,43
Granada	0,84	Letalidad	0
Machete	0,3	Letalidad	0
Kit de limpieza de armamento	0,15	Letalidad	0,15

Visor Nocturno GVN	0,44	Letalidad	0,44
3 sacos terreros	0,43	Letalidad	0
Traje tormenta	1,1	Frio	1,1
Pantalones térmicos	1,2	Frio	1,2
Forro polar	0,72	Frio	0,72
Gorro de frio extremo	0,1	Frio	0,1
Guantes de frio	0,3	Frio	0,3
Saco de dormir	3,5	Frio	3,5
Techo vivac	0,68	Frio	0
Esterilla aislante	0,73	Frio	0
6 Pulpos	0,98	Frio	0
2 Raciones de comida 24h	4,21	Autonomía	4,21
Agua	3	Autonomía	2
Par raquetas de nieve	1,5	Autonomía	1,5
Par palos de travesía	0,5	Autonomía	0,5
Recambios de ropa	1,5	Autonomía	0
Kit de higiene	0,45	Autonomía	0
GPS	0,32	Autonomía	0,32
Mapa	0,17	Autonomía	0,17
Radio Walkie	0,3	Autonomía	0,3
Crampones	0,8	Autonomía	0,8
TOTAL Protección	9,2		5,26
TOTAL Letalidad	8,43		6,65
TOTAL Frio	9,31		6,92
TOTAL Autonomía	12,75		9,8
SUMATORIO TOTAL	39,69		28,63

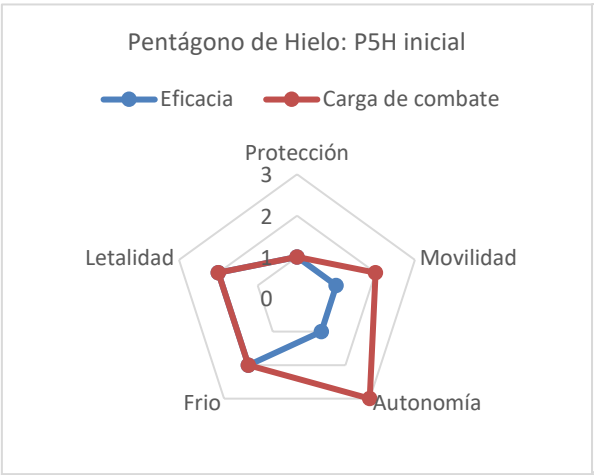
En conclusión, se pueden reducir hasta 11kg si se asume ciertos riesgos que permitan el cumplimiento de la misión, es decir, aplicando la filosofía de “Do more with less equipment” establecida por el MW COE es posible obtener una reducción del 28%.

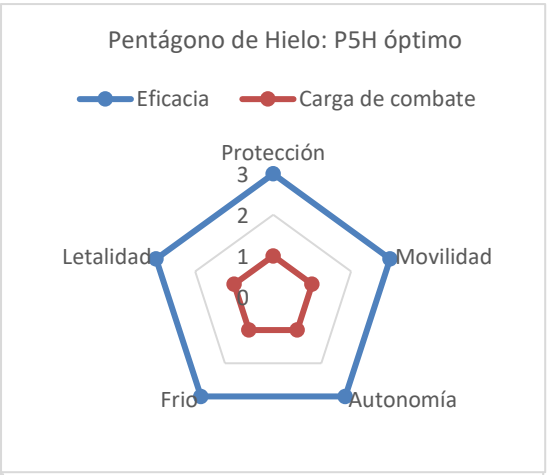
7.6 ANEXO 6: EFECTO DEL PENTÁGONO DEL HIELO EN LAS DISTINTAS LINEAS DE ACCIÓN

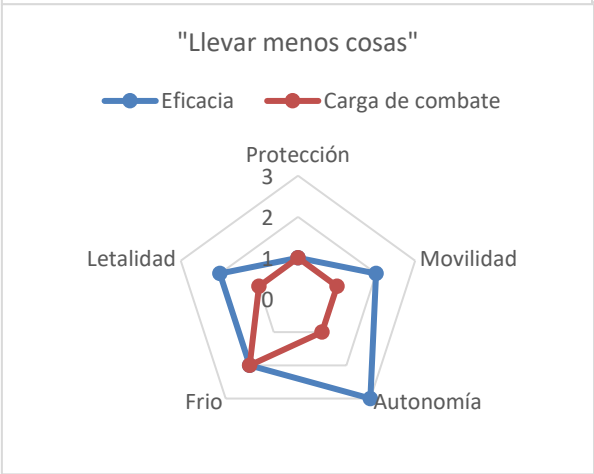
En esta tabla únicamente se han puesto los atributos que se han visto afectados en cada línea de acción. Se les ha asignado un nuevo nivel y se ha marcado con color verde como favorable y color rojo como desfavorable. Además, incluye la integración de las líneas de acción de la conclusión:

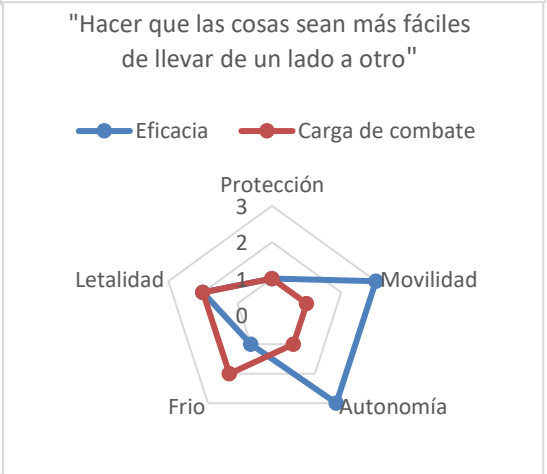
Tabla 8: Efecto de las lineas de acción en el Pentágono de Hielo. Fuente: Elaboración Propia

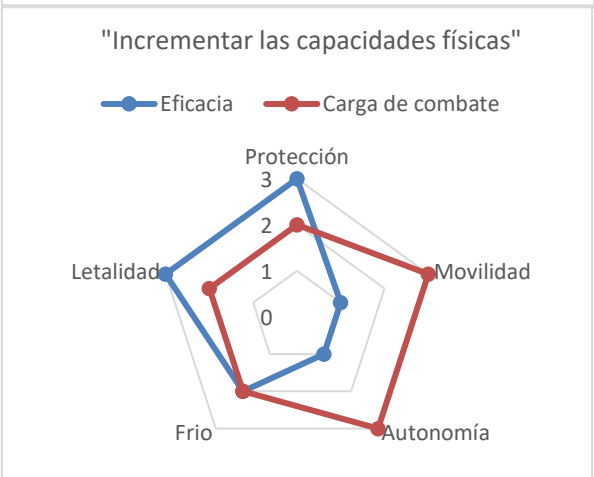
Línea de Acción	Eficacia		Carga de combate	
L1: Llevar menos cosas	Letalidad 2 Movilidad 2 Autonomía 3	Protección 1	Letalidad 1 Movilidad 1 Autonomía 1 Protección 1	
L2: Hacer que las cosas sean más fáciles de llevar de un lado a otro	Movilidad 3 Autonomía 3	Frio 1	Movilidad 1 Autonomía 1	Frio 2
L3: Hacer las cosas más ligeras	Letalidad 3 Frio 3 Autonomía 2		Letalidad 1 Autonomía 2	Frio 3
L4: Incrementar las capacidades físicas	Letalidad 3 Protección 3	Movilidad 1	Letalidad 2 Protección 2	Movilidad 3
Conclusión: Integración de lineas de acción	Movilidad 3 (L2) Autonomía 3 (L1) Frio 3 (L3) Protección 3 (L4) Letalidad 3 (L3)		Movilidad 1 (L2) Autonomía 1 (L1) Protección 2 (L4) Letalidad 1 (L3)	Frio 3 (L3)


Pentágono de Hielo: P5H inicial
Eficacia
Carga de combate
Protección
Movilidad
Autonomía
Frio
Letalidad
0
1
2
3

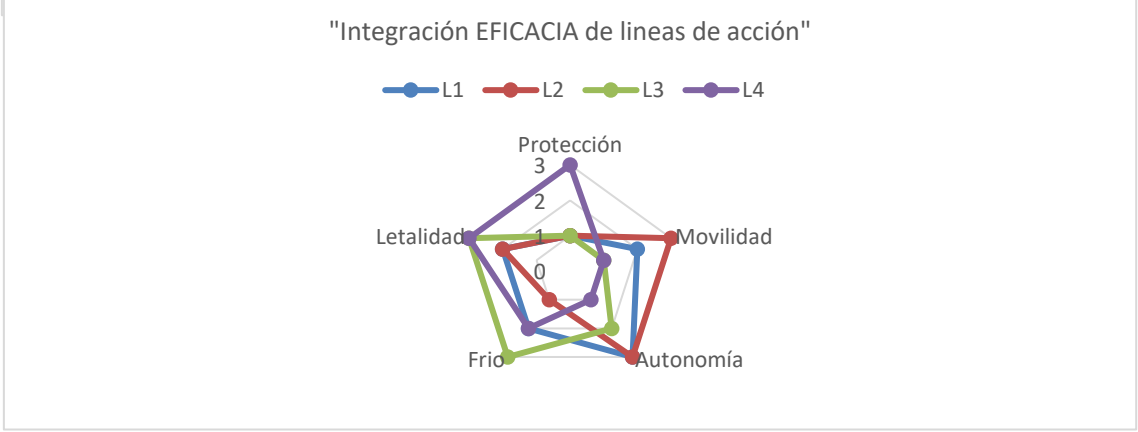

Pentágono de Hielo: P5H óptimo
Eficacia
Carga de combate
Protección
Movilidad
Autonomía
Frio
Letalidad
0
1
2
3


"Llevar menos cosas"
Eficacia
Carga de combate
Protección
Movilidad
Autonomía
Frio
Letalidad
0
1
2
3


"Hacer que las cosas sean más fáciles de llevar de un lado a otro"
Eficacia
Carga de combate
Protección
Movilidad
Autonomía
Frio
Letalidad
0
1
2
3


"Incrementar las capacidades físicas"
Eficacia
Carga de combate
Protección
Movilidad
Autonomía
Frio
Letalidad
0
1
2
3

"Hacer las cosas más ligeras"
Eficacia
Carga de combate
Protección
Movilidad
Autonomía
Frio
Letalidad
0
1
2
3


"Integración EFICACIA de lineas de acción"
L1
L2
L3
L4
Protección
Movilidad
Autonomía
Frio
Letalidad
0
1
2
3

7.7 ANEXO 7: TENDENCIAS INTERNACIONALES LINEA DE ACCIÓN 2 Y ENTREVISTA

Tabla 9: Estudio de tendencias internacionales de transportes. Fuente: Elaboración propia a partir de Revista de tropas de montaña 2019 y "Nuevas tendnciasen combate en montaña Vol2", MADOC

PAIS	TENDENCIA	IMAGEN
Francia	Las unidades de operaciones especiales en montaña encuadradas en la 27e BIM (una sección de comandos en cada uno de los batallones de cazadores alpinos) emplean el quad "Sportsman" de Polaris.	
Francia	Los denominados comandos de montaña realizan acciones especiales por parapente, un medio que ofrece una habilidad única en el ejército para infiltrarse o exfiltrase desde las alturas.	
Alemania	Las fuerzas de Operaciones especiales de la Marina alemana quad ATV (all-terrain vehicle). El Yamaha "Grizzly" 450 aumenta la movilidad táctica en terreno de difícil acceso, tipo alpino, incluso por zonas fuertemente nevadas. Esto le permite una mayor rapidez de intervención y ser más eficaz, por ejemplo, en labores de rescate. Su empleo como vehículo de transporte permite, también, aligerar el peso de la dotación del personal.	

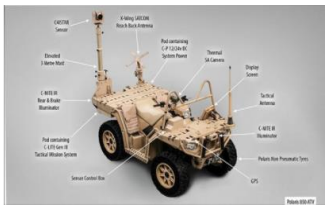
Reino Unido	La empresa británica C2UK comercializa el C-QUAD , un sistema C4ISR [44] integrado en un quad. Los Royal Marines han conservado una gran cantidad de quads y los últimos modelos tienen control de doble acelerador y un remolque capaz de transportar dos camillas.	
Noruega	Las tropas de montaña Noruega utilizaron motos de nieve en el ejercicio de maniobras OTAN“Cold Response” 2016 en Noruega. El modelo empleado fue el Hagglunds BV206.	
Estados Unidos	En Afganistán la U.S Army empleó transportes del modelo John Deree Gator para recoger los suministros lanzados por los aviones C-17 en terreno nevado.	

Tabla 10: Comparación entre quad y parapente. Fuente: Elaboración propia

Medio de transporte	**Definición**	**Capacidad táctica y empleo en operaciones**	**Capacidad de ser transportados**	**Capacidad de carga**	**Uso en montaña**
Quad	Vehículo terrestre de cuatro ruedas con gran movilidad capaz de moverse a una velocidad	En Afganistán, los quads demostraron ser enormemente útiles para realizar reabastecimientos , evacuación de heridos, traslados de tiendas desde y hacia los lugares de aterrizaje de	Se tienen que llevar en contenedores hacia el teatro de operaciones, ya que aproximadamente pesan 550 kg y las medidas son de 2 metros de largo, 1,1 metros	Se les puede acoplar remolques como los modelos SMT 171B y SMT 120B capaces de transportar aproximadamente 150 kg.	Dependen completamente del terreno, sobre todo de la inclinación lateral ya que no disponen de buena estabilidad. Los itineraries que van por

[44] Sistema de mando y control de las unidades, además de comunicaciones.

	media de 60km/h.	helicópteros y un millón de otros trabajos ocasionales.	de ancho y 1,2 metros de alto (Yamaha 450).		fuera de caminos en alta montaña son completamente intransitables para este tipo de medios.
Parapente	Planeador ultraligero y flexible cuya función principal es retrasar el descenso vertical. Es capaz de moverse a una velocidad de 35km/h.	Los comandos franceses de las tropas de montaña emplearon parapentes para infiltrarse durante la noche por un valle detrás de las líneas enemigas y poder realizar un golpe de mano (ataque sorpresivo).[45]	Pueden ser transportados dentro de la mochila del combatiente. Existen parapentes que pesan 1,6 kg y ocupan poco más que una bota.	Funciona por tallas, a mayor cantidad de metros cuadrados, mayor peso puede cargar. Existen parapentes capaces de cargar 250 kg.	Los factores que más condicionan el vuelo del parapente es la Lluvia y el viento. Si el viento es superior a la velocidad de avance se puede perder el control.

Entrevista al cabo Daniel Aramendi Montero del Regimiento América 66

1.Que peso máximo es capaz de transportar

El parapente funciona por tallas, a mayor cantidad de metros cuadrados, mayor peso puede cargar. Por poner un ejemplo hay parapentes que pueden soportar más 250 kilos

2. Tiempo máximo de planeo sin parar

El tiempo de planeo es relativo. En condiciones favorables y perfectas podría estar durante días. Un ejemplo sería en el que una ladera de viento le chocase con la intensidad perfecta podría estar planeando prácticamente de manera ilimitada. De todos modos, el planeo se calcula aproximadamente por cada 1 metro de altura se pueden recorrer 11 metros

3.Tiempo necesario para instruir a una persona en condiciones de volar en un tema táctico

[45] Revista tropas de montaña edición 2019, pag 37 “Grupo de comandos de montaña del ejército francés”

Con una dedicación exclusiva y los medios necesarios. Para que un alumno pueda volar solo de manera asesorado por un instructor 1 semana y volar de manera completamente autónoma sin ayudas en 1 mes

4. Condiciones climatológicas que impiden el vuelo

La lluvia lo condiciona, pero es posible volar con ella. La tasa de colapso de parapente aumenta considerablemente si el viento supera la velocidad de planeo, ya que comenzaríamos a volar hacia atrás. Por ejemplo, si hay 40 kilómetros hora y el parapente avanza a 35 kilómetros hora retrocederíamos a 5 kilómetros hora de manera peligrosa. Los cumulonimbos y nubes de tormenta pueden succionar un parapente y desviar su trayectoria, como se reportó en el caso de una parapentista que subió a 11.000 metros.

5. Precio para un parapente aceptable para usar y comprar

Precio de un equipo completo de 2500 a 3000 euros.

6. Velocidad media de vuelo

La velocidad es relativa al viento. Cada parapente tiene una velocidad de aproximadamente 33 kilómetros hora. Pueden oscilar las velocidades desde 30 a casi 45 kilómetros los de descenso.

7. Altura máxima de vuelo real

Puede subir a 11.000 metros, ya que es lo más alto que se ha registrado, pero en ese caso se tuvo pérdida de la consciencia. Lo normal es sobrevolar los picos más altos de la zona, pero con oxigeno por si acaso. Sin oxígeno sobre los 4000 metros suele ser un buen tope.

7.8 ANEXO 8: TENDENCIAS INTERNACIONALES LINEA DE ACCIÓN 4

Se ha realizado una recopilación de los proyectos de desarrollos de exoesqueletos más importantes del mundo. Para poder identificarlos se ha realizado una búsqueda selectiva gracias a la identificación de cada uno de los proyectos en la publicación “Tejidos inteligentes” del MADOC 2021 y se ha contrastado con las fuentes que se muestran a continuación. Las fuentes de las imágenes coinciden con la de los proyectos.

Tabla 11: Estudio desarrollo de exoqesqueletos de distintos países. Fuente: Elaboración propia a partir de las fuentes mencionadas en la tabla

PAIS	PROYECTO	UTILIDAD	IMAGEN
Estados Unidos	ONYX[46]	Es capaz de transportar unos 70 kg durante 21 horas sin que el usuario sienta carga en sus hombros. La velocidad media es de 4 km/h y puede ser mantenida hasta 70 kilómetros a través de una única batería.	
Estados Unidos	GUARDIAN XO[47]	Este exoesqueleto con motor permite al soldado moverse más rápido, ser más fuerte y proporcionarle protección en el campo de batalla, todo ello sin restringir su libertad de movimientos	

[46] SOLDADOS ROBOT Proyecto Onyx: el Pentágono pone en marcha un plan para 'robotizar' a las tropas (lainformacion.com) - Dicho sistema ha sido probado por la 10ª División de Montaña de la Army

[47] Guardian® XO® Full-body Powered Exoskeleton | Sarcos Robotics

Estados Unidos	FORTIS[48]	Exoesqueleto transfiere las cargas a través de la estructura al suelo en posiciones de pie o arrodillado, permitiendo al operador usar armamento o herramientas como si no tuvieran peso	
Rusia	RATNIK[49]	Exoesqueleto pasivo, no requiere de fuentes de energía ni de servomotores ni componentes electrónicos. Aumenta sus capacidades físicas y protege sus extremidades y columna vertebral. Incluso dispone de un sistema de camuflaje inteligente. Además, se le ha integrado blindaje adicional.	
Francia	UPRISE[50]	Exoesqueleto de soldado integrado robusto pasivo ultraligero. El sistema no tiene baterías y presenta un marco de soporte de titanio que disminuye la carga de un soldado, al transferir del 50 al 80% de la carga de los hombros al suelo.	

[48] Exoskeleton Technologies: Industrial | Lockheed Martin

[49] EL PROGRAMA RATNIK (Ратник) RUSO | REFERENCIA - MilitariaGeneral - Ingenieros del TsNIITochMash (Instituto Científico Central para la Construcción de Maquinas de Precisión), han desarrollado este tipo de prototipos

[50] El Ejército francés pone a prueba el exoesqueleto pasivo - Noticias Defensa Vídeos

China	Desconocido[51]	Exoesqueleto capaz de permitir al usuario llevar hasta 50 kilos de equipo a una velocidad de 4 kilómetros por hora.	
España	EXOBOOT[52]	Mejora la eficiencia y la salud del tren inferior del combatiente. Permiten soportar el peso del equipo al transferir ese peso directamente al suelo, reduciendo considerablemente el esfuerzo del usuario, y por tanto la tensión y la probabilidad de lesiones o fatiga	
Reino Unido	FIST[53]	Abarca cuatro áreas: letalidad, 13 SISCAP, movilidad, supervivencia y C4I (mando y control).	

[51] China estaría probando un nuevo exoesqueleto militar (zona-militar.com) -El instituto de Mecánica y Controles de Precisión de Pekín, perteneciente a la Academia China de Tecnología de Lanzamiento de Cohetes está desarrollando este proyectp

[52] El Ejército español dotará a sus soldados del futuro con exoesqueletos (infodefensa.com) - La UGR (Universidad de Granada) realizó los primeros prototipos y a partir del otoño del 2018 fueron probados por el Mando de Operaciones Especiales

[53] Future Integrated Soldier Technology - Wikipedia