



**Universidad
Zaragoza**

Trabajo Fin de Grado

Aplicación, adaptación y mejoras del fusil de asalto en
unidades mecanizadas

Autor

DAC. D^a. Isabel Esteban Lima

Directores

Director académico: D^a. María Sonia Chopo Murillo
Director militar: Cap. D. Álvaro Fernández González

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar 2020

Página impresa voluntariamente en blanco

Agradecimientos

El desarrollo de este Trabajo de Fin de Grado ha sido complicado para mí, no por la dificultad del trabajo en sí, sino por los obstáculos que he ido encontrando a lo largo de estos años tanto en la carrera universitaria como en la militar. Mi paso por la academia ha sido largo, sufrido y todavía no ha tocado su fin, pero ahora puedo ver con algo más de perspectiva, que a pesar de todo ha sido un camino de aprendizaje.

En este proyecto confluyen los esfuerzos de todas las personas que a lo largo de mi vida han hecho posible que con mucho trabajo haya podido llegar al último escalón de mi vida de cadete. Por ello, el apartado de agradecimientos cobra especial importancia en este proyecto porque a cada paso que he dado he necesitado ayuda y siempre ha habido alguien en el momento preciso para tenderme la mano.

Quisiera agradecer a mis directores civil y militar, D^a. María Sonia Chopo Murillo y Cap. D. Álvaro Fernández González su labor como tutores, por orientarme en el rumbo que debía tomar el proyecto. También a todo el personal del RI "Arapiles" 62 y en especial a la 3^o Cía dónde he realizado mis prácticas de mando, por su entrega, acogida y constante disponibilidad para solventar mis peticiones. En especial querría destacar al Cabo D. Carlos Hill Padilla en las oficinas de S4 y a la plana de la 3^o Cía en concreto al Brigada D. José Antonio García Carrascosa y a los Soldados D^a. Laura Villegas Casado y D^a. Touria Meziani Meziani, a todos ellos por su interés y efectividad a la hora de facilitarme la información que necesitaba. Al Sdo D. Javier Temprano Peláez por dedicar su tiempo a enseñarme los aspectos más técnicos del Pizarro; a los Cabos D. Miguel Martínez García, D. Geancarlo Domenico Reategui Floriano y al Cabo Primero D. Francisco Pérez Gómez por explicarme tanto el funcionamiento como las necesidades de las unidades mecanizadas. Por último, a todos los soldados que se han implicado en ayudarme haciendo fotos y facilitándome información. A todos ellos, gracias.

Por otro lado, querría agradecer especialmente al Teniente D. Sergio Galán Herrero su preocupación y ayuda directa con mi TFG, gracias a los documentos, ejemplos y consejos pude comenzar con la redacción del trabajo. Ha sido también un referente importante para mí durante este periodo de prácticas. Por servirme de ejemplo y mostrarme que el mejor estilo de mando es ser uno mismo, le doy las gracias.

Quiero dar las gracias también a mi Teniente Coronel D. Alfonso Dieste Gonzalvo porque sin su ayuda probablemente hoy no estaría aquí. A mi Teniente Coronel D. Julián Gutiérrez Gutiérrez por enseñarme el valor del esfuerzo, sacrificio y disciplina en el ámbito deportivo y mostrarme que estos mismos valores son aplicables al resto de aspectos de mi vida. A ambos, por creer siempre en mí, muchas gracias.

No puedo concluir el apartado de agradecimientos sin incluir a mis familiares y amigos más cercanos sin quienes no habría conseguido llegar si quiera a las puertas de la Academia General Militar. A mis padres por ser los pilares que me sostienen, por ayudarme una y mil veces y estar siempre cuando más lo necesito. A mi abuela por mostrarme el valor de la educación, de formarse no solo en los estudios sino como persona y tenerme siempre presente en sus oraciones. A mi hermano por ser mi ejemplo y referente en la vida, por demostrarme que con esfuerzo se alcanzan las metas y siempre se puede seguir mejorando. A todos mis tíos y familiares por formar un equipo unido y sólido que me acompaña en todas las etapas de mi vida. Por último, al CAC D. Jorge Soriano García por ser mi mayor apoyo, por su ayuda desinteresada y por estar siempre presente en los peores momentos. A todos ellos les doy las gracias.

Página impresa voluntariamente en blanco

Resumen

El Ejército de Tierra en la actualidad, dispone del fusil de asalto HK G36E como fusil común para todas sus unidades, independientemente del tipo de unidad, funciones que desempeñe, misiones en las que participe y medios de los que disponga para ello. Es decir, el tipo y modelo de fusil empleado es el mismo independientemente de si una unidad es de infantería ligera, infantería ligero-protegida, infantería mecanizada o infantería acorazada. Sin embargo, en España, esta unificación del tipo y modelo de fusil en todas sus unidades no parece ser lo más efectivo, concretamente en las unidades de infantería mecanizada se pone en duda que el fusil actual sea realmente el más idóneo.

Mediante el presente Trabajo de Fin de Grado se pretende precisamente estudiar dicha idoneidad. El objetivo no es otro que plantear la disyuntiva entre modificar el fusil actual o adquirir otros modelos de fusiles para las unidades mecanizadas, siempre buscando conseguir la opción que resulte más efectiva y ventajosa para el Ejército de Tierra.

Con este objetivo, se ha llevado a cabo una consulta con un grupo de expertos para obtener tanto la información como para conocer las necesidades y requerimientos de estas unidades.

Mediante encuestas reiteradas, se ha obtenido una idea consensuada del tipo y características que debe cumplir el fusil. De estas consultas también se ha podido extraer información para escoger los modelos concretos de fusiles ya existentes que puedan resultar alternativas adecuadas para el presente proyecto.

Tras la recopilación de la información y consulta con los expertos en la materia, se ha procedido a su análisis. Esto ha permitido plantear mejoras al fusil HK G36E que permiten que éste sea más apto para las unidades mecanizadas. Del mismo modo, se ha procedido al estudio de fusiles alternativos que cubran todas las necesidades de funcionalidad requeridas. Para ello, además de analizar el actual HK G36E, se han estudiado los siguientes fusiles alternativos: HK G36KV; HK G36C; UMP9.

Igualmente, de este análisis y consulta con el grupo de expertos, se han extraído los criterios y subcriterios que permiten conseguir la mejor alternativa.

Para cada uno de los fusiles planteados se han recogido unas características propias respecto a cada uno de los subcriterios definidos, algunas de éstas son medibles cuantitativamente y otras sin embargo al ser de carácter cualitativo se expresan en función de la percepción de los expertos.

Una vez realizado el análisis y mediante el empleo de dos análisis AHP (El primero para determinar que fusil es el más adecuado y el segundo para determinar en qué momento es mejor adquirir el fusil del primer AHP o realizar mejoras sobre el fusil actual) se ha tomado una decisión escogiendo la mejor de las alternativas planteadas, concretamente se ha obtenido como resultado para el primer AHP que el fusil idóneo es el HK G36KV. Como resultado del segundo AHP se obtiene el momento adecuado de sustitución en función de la vida útil del fusil.

Tras este análisis se ha procedido a la gestión de la implementación, apartado en el cual se plantea y organiza cómo y de qué manera se va a introducir la alternativa seleccionada.

Por último, se han extraído unas conclusiones con las que se pretenden mostrar los resultados de este trabajo, su implicación y si el desarrollo de éste realmente ha sido de utilidad para solucionar la problemática actual. Por otro lado, se pretende dejar abierta una vía o camino de actuación para seguir avanzando en realizar mejoras que permitan a las unidades de infantería mecanizada ser más efectivas.

Abstract

Currently The Spanish Army has the HK G36E assault rifle as a common rifle for all its units, regardless of the type of unit, functions it performs, missions in which it participates and means available for it. The type and model of rifle used is the same in light infantry, light-protected infantry, mechanized infantry, or armored infantry. However, in Spain, this unification of the type and model of rifle in all its units does not seem to be the most effective, specifically in mechanized infantry units, it is questionable if the current rifle is really the most suitable.

The present End of Degree Project aims is to study such suitability. The objective is to raise the disjunctive between modifying the current rifle or acquiring other models of rifles for mechanized units, always seeking to achieve the most effective and advantageous option for the Army.

With this objective, a consultation with a group of experts has been carried out to obtain information and to know the needs and requirements of these units. Through repeated surveys, a consensual idea has been obtained of the type and characteristics that the rifle should have. From these consultations it has also been possible to extract information to choose specific models of existing rifles that may be suitable alternatives to mechanized infantry units.

After the compilation of the information and consulting with experts, the analysis has been carried out. This has allowed for improvements to the HK G36E rifle, which would make its use more functional for mechanized units. In the same way, we have proceeded to study alternative rifles, which could replace the current one, and which would cover all the functionality needs that these mechanized units of the ET are needing. For this, in addition to analyzing the current HK G36E, the following alternatives have been studied: HK G36KV; HK G36C; UMP9, as well as extracting a series of criteria and sub-criteria to select the best alternative.

For each one of the rifles proposed, some characteristics have been collected with respect to each one of the defined sub-criteria, some of these are quantitatively measurable and others, however, being of a qualitative nature, are expressed in terms of the experts' perception.

Once the analysis was done two AHP analyses were carried out (the first one to determine which rifle is the most suitable and the second one to determine when is the best moment to purchase the rifle of the first AHP or make improvements on the current rifle) a decision has been made choosing the best of the alternatives proposed, specifically the result has been obtained for the first AHP that the ideal rifle is the HK G36KV. As a result of the second AHP, the appropriate time of replacement is obtained according to the useful life of the rifle.

After this analysis, we proceeded to implementation management, a section in which we plan and organize how and in what way the selected alternative is going to be introduced.

Finally, some conclusions have been drawn in order to show the results of this work, its implication and if its development has really been useful to solve the current problems. On the other hand, it is intended to leave open a way or path of action to continue making improvements that allow the mechanized infantry units to be more effective.

Lista de Figuras

Figura 1: Ubicación Espacial del Regimiento.....	9
Figura 2: Fusil HK G36E	14
Figura 3: Vistas Fusil HK G36E	15
Figura 4: Vistas Fusil HK G36E y Piezas.....	16
Figura 5: Pregunta nº 5 del cuestionario de la 1ª Ronda	18
Figura 6: Culatín Fusil HK G36	20
Figura 7: Aivetoba Cinturón Táctico.....	21
Figura 8: Cinturón Táctico Bombero	21
Figura 9: Fusil HK G36KV	24
Figura 10: Fusil HK G36C	24
Figura 11: Sub fusil UMP9	24
Figura 12: Diagrama de jerarquización método AHP.....	20

Lista de Tablas

Tabla 1: Lista de expertos	17
Tabla 2: Valoración Costes.....	22
Tabla 3: Características de cada modelo de fusil.....	26
Tabla 4: Escala de Valoración (SAATY).....	27
Tabla 5: Matriz de comparación por pares: Criterios.....	28
Tabla 6: Matriz comparación por pares de subcriterios del criterio de Maniobrabilidad ...	28
Tabla 7: Matriz de comparación por pares del subcriterio del criterio capacidad de Tiro...	28
Tabla 8: Matriz comparación de alternativas según subcriterio Longitud	28
Tabla 9: Matriz Decisión.....	29
Tabla 10: Matriz Decisión para $t=0,5$	32
Tabla 11: Recomendación en función Vida útil del fusil.....	32

Lista de Abreviaturas

AHP	Analityc Hierarchy Process
ET	Ejército de Tierra
IA	Índice aleatorio
IC	Índice de consistencia
IM	Infanteria Mecanizada
PEXT	Prácticas externas
RC	Ratio de consistencia
RI	Regimiento de Infantería.
SIGLE	Sistema Informático de Gestión Logístico
TFG	Trabajo de Fin de Grado

Índice

Lista de Figuras	IV
Lista de Tablas	V
Lista de Abreviaturas	VI
1. INTRODUCCIÓN	8
1.1. Motivación	9
1.2. Antecedentes	9
1.3. Estudio del Estado del Arte	10
1.3.1. La Seguridad y Defensa de la Nación: relevancia de las oportunidades de mejora en armamento.....	10
1.3.2. Innovación Militar: importancia e implicaciones.....	11
1.3.3. Historia del Fusil de Combate.....	11
1.4 Problemática Actual.....	12
1.5 Objetivos y alcance	12
1.6 Metodología.....	13
2. ANÁLISIS Y MEJORA DEL FÚSIL HK G36E	13
2.1. Características del fusil HK G36E.....	13
2.2. Aplicación de la técnica Delphi para el análisis de idoneidad e identificación mejoras ..	15
2.3. Evaluación de Costes.....	21
3. SUSTITUCIÓN DEL FUSIL EN DOTACIÓN POR UN NUEVO MODELO.....	22
3.1. Introducción.....	22
3.2. Selección del fusil idoneo a través de la metodología AHP.....	22
4. SUSTITUCIÓN O MEJORA DEL FUSIL HK G36E	30
4.1. Introducción.....	30
4.2. Planteamiento y alternativas	31
4.3. Decisiones	31
5. GESTIÓN DE ADQUISICIÓN.....	33
6. GESTIÓN DE IMPLEMENTACIÓN	33
7. CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN	33
8. BIBLIOGRAFÍA.....	35
ANEXOS	38

1. INTRODUCCIÓN

El Regimiento de Infantería (RI) “Arapiles” 62, se encuentra integrado en la actualidad en la Brigada “Aragón” I que a su vez se encuentra dentro de la División Castillejos, con su cuartel general en Zaragoza, organizándose en una Unidad ubicada en San Clemente Sasebas (Gerona). Se encuentra en la tranquila localidad del alto Ampurdán, cercano al paso fronterizo de la Junquera, a 15 km de Figueras y a unos 55 km de Gerona. La zona alterna localidades agrícolas y montaÑeras con zonas costeras más turísticas.

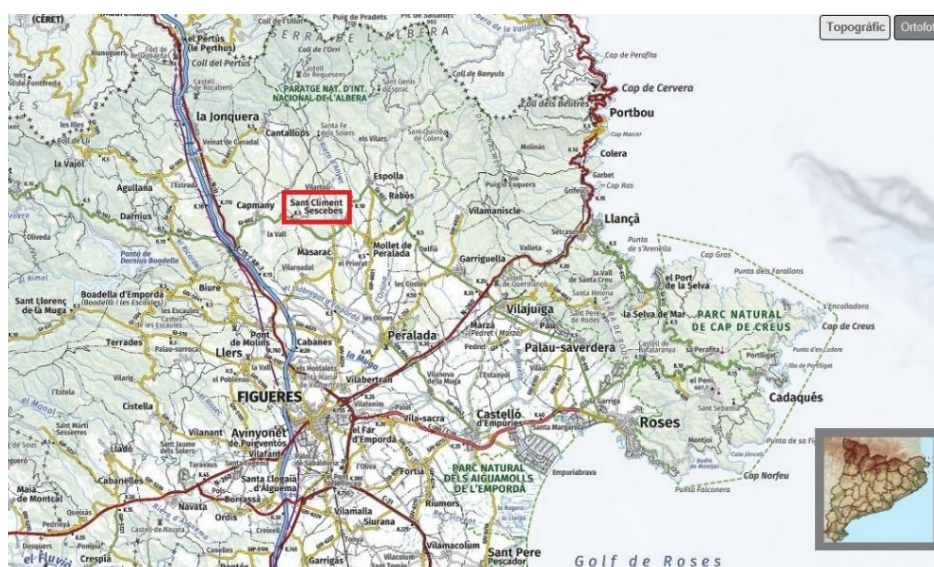


Figura 1. Ubicación Espacial del Regimiento

Este Regimiento ha sufrido numerosos cambios a lo largo de su historia. En 1701 tomó el nombre de Tercio de Salamanca participando en la Guerra de Sucesión Española y más adelante en la de Independencia Española. Entre 1848 y 1849, tomó el nombre de Batallón de Cazadores “Arapiles” nº11 y participó en la 2ª Guerra Carlista en Zamora y Cataluña. Cabe destacar también su participación entre 1859 y 1860 en la Guerra de África y en la Guerra del Rif.

Seguidamente fue renombrado como Batallón de Montaña “Arapiles” nº7 y más tarde el Regimiento toma el nombre de Cazadores de Montaña “Arapiles” nº62. En 1996 y a consecuencia del Plan Norte del Ejército de Tierra, el Arapiles deja de estar especializado en montaña renombrándose como actualmente se conoce, Regimiento de Infantería “Arapiles” 62.

En su historial cuenta con numerosas misiones a lo largo de los años, en territorios como España, Portugal, Cuba, Marruecos, Bosnia-Herzegovina, Mali, Afganistán, Irak y la más destacada en la actualidad, Letonia.

Con la llegada del vehículo de combate de infantería (VCI Pizarro) en 2017, se dota al Regimiento de las capacidades mecanizadas que ahora mismo le caracterizan,

proporcionándole una gran potencia de fuego, mayor protección y movilidad y haciéndolo especialmente apropiado para las acciones ofensivas rápidas, violentas y dinámicas.

Estas capacidades del Arapiles han sido puestas al servicio de la OTAN. Esto se materializa con el despliegue desde el 2019 en Letonia, enmarcado dentro de la misión Enhanced Forward Presence (eFP-IV) cuyo objetivo es disuadir frente a cualquier agresión a nuestros Aliados Bálticos, defendiendo en todo momento los intereses de España.

1.1 Motivación

Este trabajo nace con el propósito de dar solución al actual problema que supone el tener un fusil poco adaptado a las unidades de Infantería mecanizadas. Actualmente el fusil HK G36E no cubre de forma exitosa las necesidades y requerimientos de las unidades mecanizadas españolas, pues muestra una serie de desventajas o inconvenientes que dificultan el desempeño del trabajo, tales como sus grandes dimensiones o su difícil portabilidad y manejo dentro del vehículo. Por ello el desarrollo de este trabajo se hace necesario e incluso fundamental, para facilitar el trabajo de las unidades mecanizadas y conseguir que éstas sean más efectivas.

1.2 Antecedentes

La búsqueda de nuevas formas o mejoras para el armamento de guerra constituye en general parte de la Seguridad y Defensa de las naciones, por lo tanto, la publicación de proyectos o trabajos orientados en ese tema no representan un área de gran acceso público. Sin embargo, se encuentran algunas propuestas interesantes a continuación que pueden dar un soporte importante a la presente investigación:

López Rodríguez, G. (2019) presentó un estudio para la Universidad de Zaragoza titulado: "Innovación militar en el Ejército español durante la guerra de Marruecos (1921-1927)". En esta investigación se lleva a cabo un análisis sobre la actuación del Ejército Español en el periodo de la guerra de Marruecos. Lo más destacable es la descripción de los cambios en las teorías académicas de los israelíes y países anglosajones en relación con la innovación militar, en especial cómo la incorporación de nueva tecnología influye en la manera como se desarrolla dicha guerra. Otro aporte interesante de esta tesis es la importancia que toman los estudios cualitativos en el área de innovación militar cubriendo una especie de vacío literario desde la perspectiva de la ciencia política sobre el cambio del ejército en España.

Desde otra perspectiva, Lozano Sánchez, J. (2015) presentó para la Universidad Pontificia de Comillas (Madrid) una investigación titulada: "Estudio y Modelado de la Unidad de Potencia de un Rifle de PCP". El estudio consiste en implementar y valorar el funcionamiento del Airforce Condor (equipo militar) en sus diferentes etapas indicando parámetros que intervienen durante dicho proceso proponiendo formas de optimizarlos para mejorar su rendimiento. Entre las partes del proyecto se estudian tres etapas del disparo de un rifle tipo PCP: "depósito de aire comprimido, transmisión de energía y trayectorias balísticas". La importancia de esta tesis es la

intervención en cuanto al análisis de un arma utilizada por el ejército español y la búsqueda de alternativas para su mejora, tal como se proyecta en la investigación propuesta para el fusil HK G36E.

1.3 Estudio del Estado del Arte

1.3.1. La Seguridad y Defensa de la Nación: relevancia de las oportunidades de mejora en armamento.

La provisión de la defensa de una Nación conlleva generalmente el suministro público de bienes y servicios. Normalmente el Estado va a intervenir, tanto por motivos estratégicos, dirigidos a garantizar una cierta independencia tecnológica, como por las condiciones de competencia imperfecta que caracterizan a ciertos mercados de armamento.

Algunos de los acontecimientos acaecidos en los últimos años, como el atentado del 11 de septiembre en Estados Unidos, llevó a la comunidad internacional a replantearse sus políticas de seguridad y a reformar sus sistemas de seguridad y defensa, convirtiendo el significado de ambos términos en algo controvertido (Ministerio de Defensa, 2003: 41-43).

Como consecuencia de estos sucesos Europa se convierte en una zona con un alto nivel de actividad industrial militar, presentándose propuestas con un impacto financiero elevado, llegando a estimarse el 23% del gasto mundial en defensa (SIPRI, 2014). Además, en el ranking de países exportadores de armamento del año 2014 seis de los diez primeros países, así como tres de las diez grandes empresas productoras de este tipo de bienes, se encuentran allí en Europa (SIPRI, 2014). En este contexto, el caso español es muy ilustrativo, por la promulgación de una ley orgánica para el sector militar y por ocupar, durante el año 2013, la séptima posición en el ranking de los países exportadores de armamento (SIPRI, 2014). Por otro lado, durante ese año destinó el 0,9% del PIB al área (SIPRI, 2015).

Hoy en día la defensa se percibe como una más de las dimensiones de actuación para hacer frente tanto a las amenazas tradicionales como nuevas, otorgando esa visión integral al concepto de seguridad nacional. En esta línea, las Estrategias de Defensa Nacional surgen como un marco de referencia para la política de Seguridad Nacional, adoptando esta concepción amplia de la seguridad. En España, es oportuno entonces configurar el planeamiento estratégico considerando la identificación de las capacidades militares necesarias (estructura de fuerza); el planeamiento militar, encargado de ayudar a conseguirlas; y el planeamiento operativo, estructurado para indicar cómo emplearlas una vez alcanzadas (Arteaga y Fojón, 2007: 44).

1.3.2. Innovación Militar: importancia e implicaciones.

La innovación militar persigue un incremento de la efectividad modificando la doctrina, orgánica, materiales y adiestramiento de la fuerza militar (Grissom, 2006; Angevine, 2005). Entonces, cualquier aporte realizado en el área armamentística se constituye en un cambio de gran importancia, porque implica la exposición de personal humano en situaciones de guerra, donde cada detalle es esencial para garantizar no solo el éxito de esta, sino también que se sufre el menor porcentaje de bajas entre las fuerzas propias. Además, si la transformación en el modo de operar de los militares asociado al proceso evolutivo resulta satisfactoria, dicho proceso se convierte en un potenciador de la ventaja estratégica sobre el adversario (Mahnken, 2011). En este sentido, según Martin Van Creveld (1991), es la innovación militar, a diferencia de la simple innovación tecnológica, la que permitirá realmente alcanzar una ventaja estratégica. Igualmente Rosen (2010) destaca que la superioridad tecnológica, mediante el uso de capacidades de mayor sofisticación, no es suficiente para adquirir superioridad militar.

Por lo tanto, cualquier mejora propuesta en algún aspecto relacionado con la defensa militar, es decisiva para obtener ventajas competitivas, este es el caso, del estudio sobre los cambios propuestos en el fusil HKG 36E.

1.3.3. Historia del Fusil de Combate.

El armamento constituye un área importante para garantizar la seguridad y defensa de la nación, porque según estudios de Diribane y Morales (2016:p.22) son “herramientas que aumentan exponencialmente el poder de ataque y/o protección de un hombre. Con solo el movimiento leve de un dedo, libera grandes cantidades de energía suficientes como para perforar un cráneo u otros elementos de considerable dureza.” Dada su alta capacidad efectiva, las armas de fuego representan un elemento importante al momento de invertir en material militar especialmente en armamento diseñado y fabricado específicamente para la guerra como es el fusil de asalto.

Resumiendo algo de su historia, desde la perspectiva de Gamarra (2016:p.44) “se puede ubicar el fusil de asalto durante la Primera Guerra Mundial (1914-1918), donde las unidades de combate utilizaban en su gran mayoría fusiles de cerrojo”, por lo tanto, fue un arma “icónica” del ejército durante su ejecución en tierra. Sin embargo, necesitaba algunas mejoras importantes, por ejemplo, cita Gamarra (2016:p.44) que a pesar de su excelente fabricación eran costosas y “pesadas para la movilidad del infante (4,3kg), requerían ajustes y eran poco adecuadas para el combate de trincheras”, el avance en materia de innovación militar logra que se construyan mejores fusiles y uno de los mejores intentos fue el fusil MP-18 (en varios calibres: 7,63 x 25mm; 7,65 x 22mm parabellum); fabricado en Alemania y que dio buenos resultados, aunque aún tenía algunas limitaciones.

Mucho tiempo ha transcurrido desde esa época y el fusil de asalto ha evolucionado considerando aspectos dimensionales, funcionales y de capacidad destructiva, disponiendo ahora de una gran variedad producida por diferentes países a nivel mundial y particularmente

en el continente europeo. El rifle de asalto Heckler & Koch G36-E se incorporó a las Fuerzas Armadas españolas en 1999, sustituyendo al histórico CETME.

1.4 Problemática Actual

A pesar de todos estos avances que permiten el uso de los fusiles al 100% en tierra, en la actualidad, el uso del fusil presenta limitaciones al portarlo en vehículos de infantería mecanizada. Concretamente en el Pizarro representa una problemática porque generalmente no es posible sacarlo y guardarlo de manera ágil y automatizada. Además, cuando el combatiente lo utiliza de manera portátil, y necesita desembarcar del vehículo, es difícil de maniobrar. Por todo ello, se ha revisado la documentación técnica asociada a estos equipos para determinar si es posible la optimización del fúsil para hacerlo más funcional, maniobrable y efectivo.

Además se ha abierto incluso la posibilidad de considerar la sustitución de este fusil por otro más adecuado para el uso de estas unidades.

1.5 Objetivos y alcance

Objetivo General:

El presente Trabajo Final de Grado tiene como objetivo principal, proponer mejoras al fusil de asalto para optimizar su operatividad, funcionabilidad en tierra y en unidades mecanizadas. Para ello se consideran abiertas dos posibilidades, tanto la adaptación y mejora del fusil HK G36E en dotación, como la posibilidad de su sustitución mediante la adquisición de un nuevo modelo que permita a estas unidades, realizar satisfactoriamente las misiones asignadas.

Para la consecución de este objetivo central, se plantean una serie de objetivos secundarios, como son:

Objetivos secundarios:

- Identificar los componentes de los fusiles que admitan algún tipo de modificación para la mejora en la estructura y/o funcionalidad de estos para su uso en el vehículo Pizarro.
- Diseñar o seleccionar, los accesorios necesarios para mejorar la maniobrabilidad del fusil.
- Proyectar un esquema gráfico de las mejoras realizadas al fusil de combate.
- Identificar aquellos otros modelos de fusil de asalto, alternativos al actual HK G36E, que sean idóneos para el uso en unidades mecanizadas.

En cuanto al ámbito de aplicación de la investigación, la propuesta de mejoras del fusil de combate se diseña en función de garantizar que el soldado pueda maniobrarlo con mayor facilidad desde un vehículo Pizarro, pero que, a su vez no limite la acción en tierra.

Con relación al alcance, se realizará la propuesta soportada en la evidencia documental y las aportaciones, recomendaciones y experiencia de los expertos consultados. No se llevarán a cabo simulaciones o construcciones de prototipos experimentales. Los cambios propuestos en esta investigación están sustentados por la optimización de un arma.

Desde el punto de vista operativo y técnico, se busca una propuesta factible, útil y rentable económicamente.

1.6 Metodología

El desarrollo de los objetivos se llevará a cabo probando que los cambios en los equipos son efectivos y permiten mejorar aspectos como la funcionalidad y maniobrabilidad. Desde esta perspectiva se llevará a cabo una investigación aplicada bajo un diseño descriptivo, soportándose en revisión documental y apoyo de expertos en el área, para introducir cambios sobre el fusil en dotación, así como, para la identificación de otros modelos que pudieran sustituir al actual. Para ello se aplica la técnica Delphi, al ser una técnica idónea para llegar a una opinión de consenso entre los expertos consultados. Gracias al procedimiento de consultas reiteradas y al feedback que se va proporcionando a los expertos se consigue llegar a una convergencia de opiniones.

Para la selección del fusil más idóneo en caso de sustitución del actual, así como para la determinación del momento de su sustitución, se ha considerado la utilización de un método de decisión multicriterio riguroso, que combina criterios técnicos y económicos, y que ha sido ampliamente utilizado en el ámbito académico y profesional. Se trata del Método de Jerarquización Analítica (AHP).

2 ANÁLISIS Y MEJORA DEL FÚSIL HK G36E

Como punto de partida de este estudio, y que condicionará el desarrollo posterior del mismo, se hace necesario determinar si realmente el fusil HK G36E que está siendo utilizado actualmente por las unidades mecanizadas del ET resulta idóneo para uso de estas unidades, permitiéndoles el adecuado cumplimiento de sus misiones. En caso negativo, se procederá a identificar la estrategia a seguir, considerando abiertas dos posibilidades: el mantenimiento del fusil actual, adoptando las mejoras necesarias, o bien su sustitución por aquél modelo de fusil que mejor se adapte a las necesidades de estas unidades.

Se muestra a continuación una breve descripción del fusil actual de dotación y los elementos que lo componen.

2.1. Características y componentes del fusil HK G36E



Figura 2: Fusil HK 36E
<http://forodeculturadedefensa.blogspot.com>

Este fusil se distingue por abarcar un alcance en términos de alcance eficaz¹, entre 200-800m. En cuanto a sus dimensiones, tiene una longitud de 1002 mm incluyendo el culatín desplegado, con un calibre de 5,56mm. Dispone de un cañón de 480 mm que permite el acople del dispositivo lanzagranadas (AG36 de 40mm) en el guardamano. Es un arma ligera, 3,6 Kg sin cargador, y 4,1 kg con cargador.



Figura 3: Vista y partes del fusil HK G36E

¹ Es una distancia de estimación realista dentro de la cual puede impactarse en un blanco haciendo uso de un arma de proyectil

VISTA DEL ARMA DESMONTADA EN SUBCONJUNTOS Y DEL CIERRE EN DETALLE

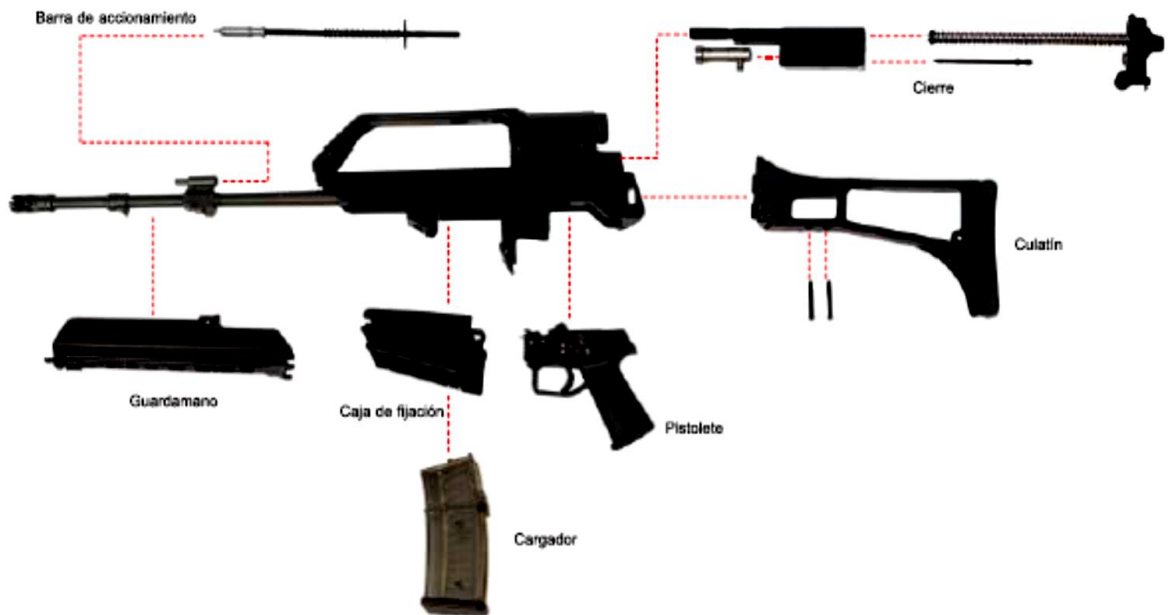


Figura 4: Vistas del HKG36 y sus piezas

Fuente: Manual Fusil de Asalto HK G36E DIEN-FM-012

2.2. Aplicación de la técnica Delphi para el análisis de idoneidad e identificación de mejoras.

Gracias a la realización de las prácticas externas (PEXT) en el Regimiento de infantería RI 62 "Arapiles" (Del 2 de septiembre al 17 de octubre 2020) se ha podido contactar con personal militar encuadrado en unidades mecanizadas y con experiencia en el uso del fusil objeto de estudio, de modo que resultaba interesante poder aplicar una técnica rigurosa que permitiese explotar los conocimientos y experiencia de dicho personal y llegar a una opinión consensuada del grupo.

En consonancia con lo expuesto anteriormente, y de cara a determinar cuáles son las principales deficiencias del fusil actual HK G36E que impiden que las unidades mecanizadas consigan el cumplimiento eficaz de sus misiones, así como las propuestas concretas de mejora que permitan afrontarlas, se ha propuesto la utilización de una técnica cualitativa como es la técnica Delphi.

Como indican Reguant y Torrado (2016), la técnica Delphi va a permitir obtener la opinión consensuada del grupo de expertos mediante su consulta reiterada. Gracias a la aplicación de

varios cuestionarios, que se intercalan con retroalimentación de lo expresado por el grupo en la consulta previa, se consigue llegar finalmente a una opinión representativa del grupo.

Se detallan a continuación los pasos seguidos con el método Delphi:

Definición del objetivo:

El objetivo de esta parte del trabajo, como ya se ha indicado, es buscar aquellos materiales, accesorios, y complementos que posibiliten alcanzar las mejoras en la funcionalidad del fusil HK G36E de dotación, para su mejor adaptación a las necesidades del RI Mecanizada.

Selección de expertos:

Teniendo en cuenta las características del problema y las limitaciones existentes en cuanto a acceso, disponibilidad y recursos, el personal finalmente seleccionado para formar parte del grupo de expertos fueron aquellos miembros del Regimiento de infantería RI 62 “Arapiles”, con experiencia contrastada en cuanto a servicio en unidades mecanizadas y uso del fusil objeto de estudio. Dichos expertos se encuentran recogidos en la tabla 1.

	TIPO DE EXPERTO	NOMBRE	DESTINO
1	Teniente Jefe de Sección	Sergio Galán Herrero	RI 62 “Arapiles”,
2	Sargento Jefe de Pelotón	Pedro Caparros Haro	RI 62 “Arapiles”,
3	Cabo 1ª Tirador	Francisco Pérez Gómez	RI 62 “Arapiles”,
4	Soldado (Fusilero)	Manuel Magdaleno Díaz	RI 62 “Arapiles”,
5	Soldado (Fusilero)	Raúl Cobo Martín	RI 62 “Arapiles”,
6	Soldado (Fusilero)	Carlos Cabello Puche	RI 62 “Arapiles”,

Tabla 1: Tabla de expertos que formaron parte del estudio Delphi

Herramienta de recogida de datos:

El estudio se ha realizado en base a cuestionarios como forma de recogida de datos. En concreto, se realizaron dos rondas de consultas. Las preguntas incluidas en cada ronda se recogen en el Anexo A. Dichas preguntas han sido diseñadas con un doble objetivo. En primer lugar, captar toda la información relevante para los objetivos del trabajo². En segundo lugar, conseguir la convergencia de opinión de los expertos en las cuestiones planteadas. En concreto, en lo que respecta a este apartado, determinar la alternativa más viable sobre la base del consenso de estos expertos, en relación con las posibles mejoras o modificaciones que podrían realizarse sobre el Fusil de Asalto HK G36E. Para ello, se priorizaron preguntas más abiertas en la primera ronda, donde los expertos pudieron plasmar su opinión. Analizados los resultados de este primer cuestionario se volvió a emitir un segundo cuestionario con preguntas más cerradas y cuyo análisis generó la suficiente convergencia de opiniones, lo que hizo innecesaria una tercera ronda. La figura 05 muestra un extracto del Anexo A.

² Así se incluyeron preguntas sobre características relevantes para la selección del fusil de asalto en unidades mecanizadas, idoneidad del fusil actual, deficiencias encontradas y propuestas concretas para su mejora e incluso fusiles alternativos para su sustitución. Téngase en cuenta que el objetivo del trabajo va más allá de identificar posibles mejoras para el fusil actual, cuestión en la que centra este apartado del estudio, permitiendo incluso la sustitución del mismo por un nuevo fusil, aspecto que será tratado más adelante.

5. En caso de que en la pregunta 3) haya contestado que la modificación o mejora del actual fusil HK G36E podría mejorar el cumplimiento de las misiones por parte de las unidades mecanizadas señale, según su experiencia y conocimiento, qué aspectos o características de dicho fusil deberían ser mejorados de manera prioritaria, y qué complementos o medidas concretas podrían adoptarse para ello. Igualmente, indique a continuación qué problemas o riesgos considera que podría generar la adaptación de ese complemento al fusil actual (por ejemplo: posible afectación a la ejecución del tiro en cuanto a precisión, desviación, etc; riesgo de adaptación del personal que lo ha de utilizar; posibles fallos técnicos del complemento, etc).

- 1^{er} aspecto para mejorar:

Complementos/accesorios existentes en el mercado o actuaciones factibles para llevar a cabo dicha mejora:

- 1)
- 2)
- 3)

Posibles riesgos asociados a dicha mejora:

- 1)
- 2)

- 2^o aspecto para mejorar:

Complementos/accesorios existentes en el mercado o actuaciones factibles para llevar a cabo dicha mejora:

- 1)
- 2)

Posibles riesgos asociados a dicha mejora:

- 1)
- 2)

Figura 5: Pregunta nº 5 del cuestionario de la 1ª Ronda

Explotación de los resultados

Respecto a la idoneidad del fusil actual para uso en unidades mecanizadas, el análisis de las respuestas emitidas por los expertos permite extraer una conclusión clara y consensuada. El fusil actual HK G36E no presenta todas las características necesarias para un adecuado cumplimiento de las misiones y requiere tomar medidas al respecto. Así, sólo el 16,6% de los expertos indicó en la primera ronda de preguntas (pregunta 2) que el fusil HK G36E permitía totalmente un adecuado cumplimiento de las misiones, frente al 83,3% que indicaron un cumplimiento parcial. Sin embargo, tras recibir retroalimentación y permitir que los expertos reconsiderasen su decisión en la segunda ronda (pregunta 2), todos ellos indicaron un cumplimiento parcial.

Para la resolución del problema anterior se preguntó a los expertos (pregunta 3) sobre posibles medidas a adoptar, como la modificación del fusil actual o su sustitución por otro modelo. En ambas rondas de consulta el 100% de los expertos que contestaron a dicha pregunta opinaban que ambas estrategias podían ayudar a resolver el problema.

A continuación se centró la atención del grupo de expertos en la estrategia de adaptación o modificación, preguntándoles sobre qué aspectos o elementos del fusil de asalto actual consideraban necesario modificar para garantizar un nivel adecuado en el cumplimiento de las misiones de las unidades mecanizadas (pregunta 5).

Ya en la primera ronda el 100% de los expertos comentó la necesidad de mejorar algún aspecto relacionado con la maniobrabilidad del fusil. En concreto, todos ellos aconsejaron en ambas rondas reducir su longitud para facilitar la movilidad y maniobrabilidad en los vehículos y el combate en población. Además, el 50% en primera ronda y el 66,6% en segunda ronda, hizo mención a aumentar la rapidez y ajuste de la correa de fijación. El porcentaje de expertos que nombró la necesidad de reducir el peso del fusil se mantuvo estable, pero ascendió únicamente al 33,3% de los encuestados.

Otros aspectos mencionados inicialmente por alguno de los expertos, como la disponibilidad de un visor de mayor aumento (16,6%) o un cargador de munición más amplio y duradero (16,6%), no generó tampoco en la segunda ronda mayores opiniones a favor.

En resumen, tras el análisis de todos estos resultados, la recomendación consensuada por el grupo consistió en mejorar la maniobrabilidad del fusil HK G36E reduciendo su longitud y aumentando la rapidez de apertura y ajuste de la correa.

Respecto a propuestas concretas para hacer frente a tales mejoras, el grupo mencionó la posibilidad de utilizar un culatín retráctil que reduzca la longitud y facilite su uso y maniobrabilidad en espacios pequeños, como es el caso del vehículo Pizarro en las unidades mecanizadas, y que permitiría una mayor adaptación del fusil a la longitud del brazo del tirador, aumentando el confort, y por tanto la precisión de tiro. Además, como puede observarse en la figura 3, y figura 4 el culatín y la correa de fijación son elementos que pueden desmontarse con facilidad sin afectar el mecanismo interno del fusil. Por todo ello se propone como medida de mejora del fusil de asalto actualmente en dotación.

De la totalidad de oferta de culatines aptos para HK G36 que ofrece el mercado los expertos mencionaron el culatín retráctil para el HK G36 y el culatín retráctil cóncavo (Figura 4). La ventaja de ambos modelos está soportada porque están diseñados para la serie de fusiles HK G36, por lo tanto, su adaptación requeriría una menor inversión. Además, la función retráctil ofrece dos ventajas frente al estándar: una mejor maniobrabilidad cuando el soldado debe salir del vehículo Pizarro y la posibilidad de mejorar su funcionalidad al colocarse sobre alguna base del vehículo de combate.



Fuente: <http://forodeculturadedefensa.blogspot.com>

Figura 6: Culatín del HKG36

Estos dos modelos guardan mucha semejanza ya que ambos disponen de: tres posiciones de longitud, dos posiciones de elevación de la carrillera, tienen una longitud de culatín de 245mm y pesos equivalentes, y por último están catalogados ambos como cómodos y versátiles.

En cuanto a las diferencias, la principal se encuentra en el precio, el retráctil KV con un precio de 215€ y el Cóncavo con un precio superior, 325€. Existe otra diferencia importante, pues el culatín Cóncavo permitiría disparar el fusil con el culatín plegado mientras que el modelo retráctil KV no ofrecería esa posibilidad. Sin embargo, esta posible ventaja que ofrece el modelo cóncavo es irrelevante para el proyecto puesto que no se pretende realizar puntería con el fusil en esta posición.

Aunque el 100% de los expertos consideró aceptables ambos modelos, finalmente, y tras detallar sus características concretas y precio, el 66,6% de los expertos han acordado que el culatín más idóneo para nuestro caso de estudio es el retráctil HK G36 KV.

En cuanto a la correa, la propuesta que señalaron los expertos fue la necesidad de incorporar un dispositivo que permita retirar la correa de fijación con mayor rapidez, sugiriendo una hebilla de liberación rápida ya que de esta manera el soldado puede separarla del cuerpo con mayor facilidad y maniobrar con más facilidad el armamento. Entre las opciones propuestas por los expertos se halla el modelo Aiva Toba de la figura 7, cuyas características y ventajas se citan a continuación.



Figura 7: AivaToba Cinturón Táctico para Hombres Cinturón de Seguridad Cobra Militar

Resistencia: Está diseñada en Nylon y aunque es recomendada para el Trabajo Policial, su uso también es aplicable para las prácticas del Ejército al aire Libre.

Longitud: Logra estirarse hasta 125 cm y su ancho de 8 cm (5") permite una sujeción adecuada del fusil. La hebilla de la correa tiene suficiente tamaño y posibilidades para su estiramiento, por lo que no se precisa la compra de correas de diferentes tamaños, además de ser apto para su uso tanto por el personal femenino como por el masculino.

Maniobrabilidad: Es cómodo para el uso en combate y prácticas, no genera rozaduras por presión, ni cortes cuando debe estirarse sobre el cuerpo o manipularse con las manos.

Calidad: El cinturón táctico está hecho de nylon ecológico 1000D, viene con hebilla metálica de liberación rápida, ambos materiales de excelente calidad. Las hebillas de servicio pesado son las hebillas mejor hechas y de mayor rendimiento del mercado.



Figura 8: Cinturón Táctico para bomberos, también utilizable para ejército.

En la figura 8, puede visualizarse la otra propuesta para cinturón, en este caso solo está diseñado para personal masculino. El material es nylon de alta resistencia, en la figura se muestra el modelo Negro-1.9.

Multifunción: Es adecuado para todos los adultos y jóvenes.

Desbloqueo rápido: Diseño de hebilla inteligente, se puede desbloquear el cinturón al instante.

Materiales de alta calidad: La Hebilla es de aleación de zinc, resistente y no deformable, la tela tejida de nylon se puede doblar repetidamente, no se romperá.

Tamaño-Ancho: 9" / 7" / 5 "pulgadas, Longitud total: 49.3 pulgadas (se puede ajustar libremente), Peso: 0.6 Lb

Respecto a la correa el 100% de los encuestados consideraron aceptables ambas, si bien finalmente se consideró la correa Táctica Aiva Toba, como más adecuada por calidad de los materiales, y su adaptabilidad a hombres y mujeres.

2.3. Evaluación de Costes

La valoración de costes de los cambios propuestos se evidencia en la tabla a continuación:

Número de Alternativa	Denominación del Equipo	Coste Unitario (€)
1	<i>Culatín Retráctil HK G36KV</i>	215,00 €
2	<i>Culatín retráctil cóncavo HK G36</i>	325,00 €
3	<i>Correa Táctica Aiva Toba</i>	14,99€
4	<i>Correa Táctica de Bombero Uso Militar</i>	15,99€

Tabla 2: Valoración de Costes Fuente:<http://www.rksplus.com/HK-SL8/G36/Culatas-y-Kits-Conversion>

En relación con las alternativas presentadas, la número 1 es un Culatín de menor coste, retráctil y es diseñado específicamente para el fusil HK G36, además, el ahorro en comparación con el coste de la Alternativa 2 sería del 33,8%.

En cuanto a las alternativas de correa táctica, aunque en coste unitario no existe una gran diferencia entre ambas opciones, la Alternativa 3 es adecuada para personal femenino y masculino, además de contar con una hebilla de mejor calidad que la de la Alternativa 4.

En resumen, los resultados obtenidos mediante la técnica Delphi en relación con las propuestas para la adaptación del fusil HK G36E a las unidades de infantería mecanizada, consisten en sustituir la culata del fusil por el culatín retráctil del fusil HK G36KV y la actual correa de sujeción por la correa Táctica Aiva Toba. La inversión total asciende a **229,99€ por unidad**.

3. SUSTITUCIÓN DEL FUSIL EN DOTACIÓN POR UN NUEVO MODELO

3.1. Introducción.

Si bien la estrategia de adaptación y mejora del fusil HK G36E, analizada en el punto 2 de este trabajo, permitiría aumentar las capacidades de las unidades mecanizadas en materia de armamento y potenciaría el éxito en sus misiones respecto a la situación actual, existe la alternativa, siempre que las restricciones presupuestarias lo permitan, de que dichas unidades sustituyan sus fusiles HK G36E en dotación por otro modelo más adecuados a sus necesidades. En este sentido, el 100% de los expertos consultados mediante la técnica Delphi mencionada previamente (pregunta 2) coincidían en resaltar dicha estrategia como efectiva. Este apartado del trabajo pretende identificar el modelo idóneo para llevar a cabo dicha sustitución.

3.2. Selección del fusil idóneo a través de la metodología AHP

El proceso para seleccionar el fusil de asalto más idóneo para su uso por parte de las unidades mecanizadas del ET es un proceso complejo que requiere tomar en consideración aspectos o criterios tanto técnicos como económicos, a menudo en conflicto. Los modelos de decisión multicriterio, y en concreto el Método de Jerarquización Analítica (AHP), se erige en este contexto como el método ideal, al tratarse de una metodología rigurosa que permite la jerarquización u ordenación de una serie de alternativas en base a la consecución de un objetivo prefijado.

En nuestro caso concreto, la metodología AHP nos permitirá establecer un ranking o una ordenación de una serie de fusiles de asalto, que inicialmente fueron considerados por los expertos consultados mediante técnica Delphi como potencialmente adecuados para dichas unidades, según el grado de adecuación a sus necesidades.

Se detallan a continuación las etapas seguidas para la aplicación del método AHP en este trabajo:

Presentación del problema

Actualmente el fusil HK G36E no cubre de forma exitosa todas las necesidades y requerimientos de las unidades mecanizadas españolas, pues muestra una serie de desventajas o inconvenientes que dificultan el desempeño del trabajo, tales como sus grandes dimensiones o su difícil portabilidad y manejo dentro del vehículo. El objetivo del análisis a realizar es dar solución al actual problema que supone el tener un fusil poco adaptado a las unidades de Infantería mecanizadas mediante su sustitución por el modelo más adecuado.

Las modelos de fusil de asalto que constituirán el campo de elección, y por tanto las alternativas en el proceso de decisión, lo conforman todos aquellos modelos que los expertos consideraron como dentro de los tres modelos más idóneos durante el proceso de consulta reiterada mediante técnica Delphi (pregunta 4). En concreto, los modelos de fusil de asalto seleccionados fueron: HK G36 KV, HK G36 C y UMP 9. Dichos modelos se describen a continuación:

Fusil HK G36KV: Este modelo es utilizado actualmente en determinadas unidades del ET, como la sección de cazadores de montaña o determinados cuerpos de operaciones especiales. La diferencia más importante con relación a la versión E, es que monta un cañón que tiene una longitud menor (318mm frente a los 480 mm actuales).



Fuente: <http://forodeculturadedefensa.blogspot.com>

Figura 9. Fusil HK G36 KV.

Fusil HK G36C: Esta versión es igualmente utilizada en determinadas unidades de las Fuerzas, armadas españolas. Es una versión compacta, con un cañón y guardamanos más cortos, con cañón de 228mm. Con la culata plegada tiene una longitud total de 500mm. Su tamaño hace que sea especialmente apropiada para operaciones en espacios reducidos o cualquier otra situación de espacios limitados, pero sin renunciar en exceso a la potencia de fuego.



Fuente: <http://forodeculturadedefensa.blogspot.com/2013/12/nuestro-rifle-de-asalto-g-36.html>

Figura 10: Fusil HK G36C

Subfusil UMP9: Es un subfusil de dimensiones muy ajustadas, 690mm, con un alcance efectivo de 100m y utiliza un calibre 9mm Parabellum. En España es utilizado por la policía y otros cuerpos especiales.



Fuente: <https://hk-usa.com/hk-models/ump45/>

Figura 11: Subfusil UMP9

Para el establecimiento de los criterios y subcriterios que deberían incorporarse al análisis, por resultar especialmente relevantes para la selección del fusil idóneo, se estimó conveniente incorporar en el proceso Delphi de consulta reiterada una pregunta (pregunta 1 de ambas rondas) expresamente destinada a conocer la opinión de los expertos sobre esta cuestión. Tras el análisis de las respuestas emitidas por el grupo en la segunda ronda, se consideró como opinión consensuada de los expertos la consideración de cuatro criterios importantes: la maniobrabilidad, la capacidad de tiro, la versatilidad y el coste. Se explican a continuación cada uno ellos y su influencia en la valoración y consecución del objetivo.

Maniobrabilidad: Se puede definir la maniobrabilidad como la facilidad de manejo del fusil en manos de un fusilero como consecuencia directa de los aspectos físicos del fusil o los accesorios incorporados al mismo. En el caso concreto que nos compete se han tenido en cuenta el peso y la longitud que tendrán gran influencia en la facilidad o dificultad de movimiento dentro y fuera del vehículo, así como en la velocidad de empleo del fusil.

Longitud: Es la magnitud que permite conocer la medida del fusil desde el culatín hasta la bocacha. La longitud es un criterio de especial relevancia en el presente trabajo ya que el tamaño del fusil influirá en gran medida en la facilidad y agilidad para desenvolverse dentro del vehículo Pizarro.

Peso: Es una magnitud de importancia para el trabajo ya que afectará de forma directa a la facilidad del fusilero para portar el arma así como la generación de fatiga.

Capacidad de tiro: Abarca el conjunto de aspectos técnicos del fusil que posibilitan la ejecución del tiro. Se han destacado concretamente el alcance, el calibre, la cadencia y la velocidad en boca del fusil. La capacidad de tiro tiene gran relevancia ya que cuanto mayor sea más efectivas serán las unidades de infantería mecanizada.

Alcance: Podemos definir el alcance como la capacidad de un arma para cubrir una distancia. Sin embargo, para utilidad de este proyecto, debemos considerar el alcance eficaz ya que éste hace referencia a una distancia de estimación realista dentro de la cual un tirador entrenado puede impactar de forma efectiva sobre un blanco. Este valor tiene gran relevancia como criterio para elección de un fusil frente a otro ya que determinará la capacidad de combate que pueda tener un fusilero al desembarcar del vehículo.

Calibre: El calibre es el diámetro interior del cañón del fusil o el diámetro del propio proyectil. Es un dato a tener en cuenta ya que el calibre del fusil seleccionado determinará el tipo de proyectil a emplear. En el caso de estudio presentamos dos proyectiles de diferente calibre, el 5,56x45mm OTAN (munición estándar de las fuerzas armadas de la OTAN) y el 9mm.

Cadencia: Cuando se habla de cadencia de un fusil, se hace referencia al volumen de fuego o cantidad de proyectiles disparados por un arma por unidad de tiempo. A mayor cadencia mayor capacidad de tiro y por lo tanto más efectivas serán las unidades mecanizadas en el combate.

Velocidad del Proyectil en boca: Es la velocidad a la que un proyectil abandona la boca del cañón. Este dato es relevante ya que en función de su valor permite una ejecución de tiro eficaz.

Versatilidad/accesorios: Se considera que un fusil es versátil si éste permite el acople y adaptación de accesorios extra que permitan mejorar sus capacidades. Mediante este aspecto se pretende valorar el grado en el que cada fusil aporta esta posibilidad favoreciendo y facilitando el empleo del mismo.

Coste: El precio forma parte de una decisión, para la obtención de un mayor beneficio para el ejército, o de una adaptación a los presupuestos.

La tabla 03 recoge de manera sintética las características asociadas a estos criterios para los distintos modelos de fusil alternativos incluidos en el análisis.

	Coste (€)	Maniobrabilidad		Capacidad tiro				Accesorios
		Peso (kg)	Longitud	Alcance	Calibre	Cadencia	Velocidad boca	
HKG36 E (a nuevo)	795,58	3,4	1002mm	200-800	5,56	750 dpm	Alta (920 m/s)	Mira + rail
HKG36 KV a nuevo	795,99	3,04	860mm	200-800	5,56	750 dpm	media/alta (850 m/s)	Mira + rail
HKG36C a nuevo	1061,99	2,82	720mm	200-800	5,56	750 dpm	media/alta	mira + rail (ya incorporado)
UMP9 a nuevo	1766,39	2,1	690mm	100	9	600 dpm	media	rail picat

Tabla 3: Características de cada modelo de fusil

La figura 12 muestra los diferentes componentes, y su jerarquización, en el problema de decisión al que nos enfrentamos mediante un diagrama de árbol.

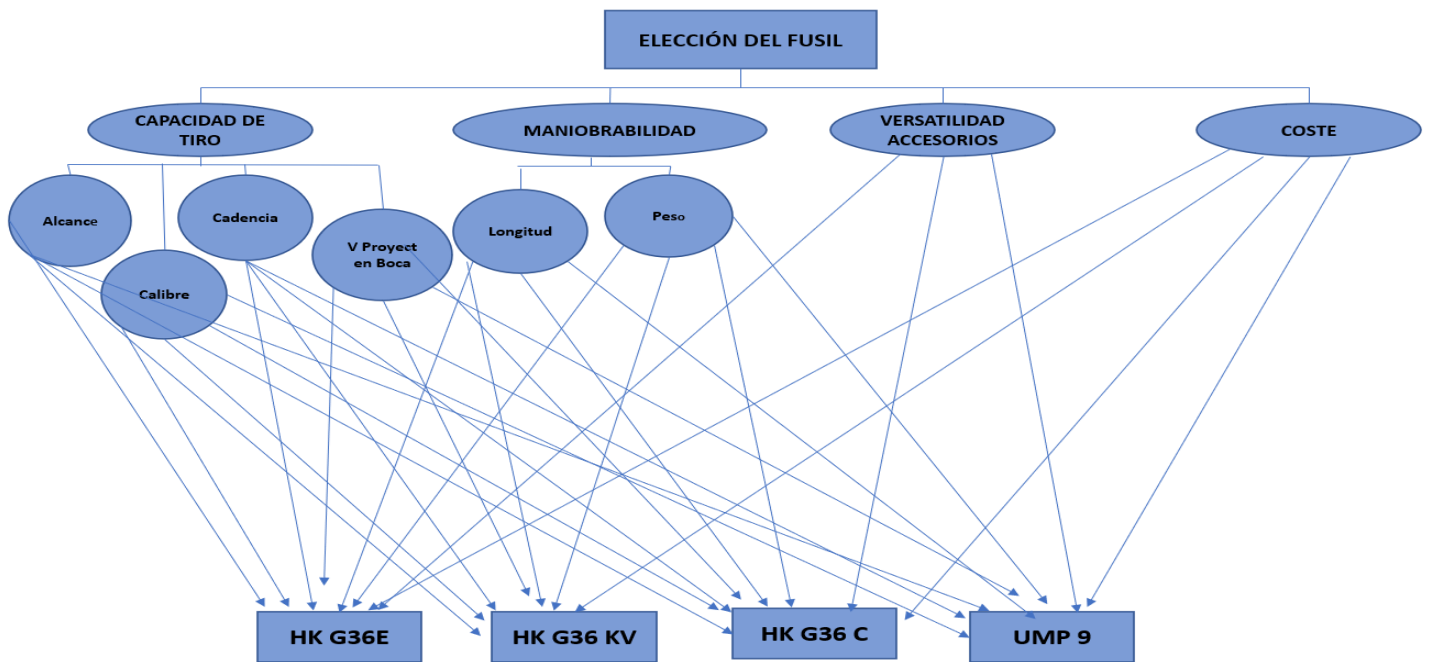


Figura 12: Diagrama de jerarquización Método AHP

Evaluación de criterios

A través de la evaluación de los criterios lo que se pretende es conocer la importancia relativa de cada criterio (maniobrabilidad, capacidad de tiro, versatilidad y coste) frente a cada uno de los demás criterios³ Por ejemplo, podría ser que la maniobrabilidad del fusil se considerase más, igual o menos importante que la capacidad de tiro en la consecución del objetivo final. Igualmente, cada subcriterio podría tener un peso diferente frente a cada uno de los demás dentro de una determinada categoría de criterio.

Para poder realizar estas valoraciones, y la siguiente de valoración de alternativas, se ha contado con la colaboración del mismo grupo de expertos que participó en el proceso Delphi y que se halla recogido en la (tabla 01).

Se pidió a los expertos que fueran realizando una comparación de criterios⁴ por pares, de modo que asignasen un valor de preferencia o grado de importancia, a_{ji} , de cada criterio "j" frente a cada criterio "i", de acuerdo a la escala de la tabla 04 propuesta por Saaty (1980).

Escala	Definición
1	Igual importancia
3	Importancia moderada
5	Importancia grande
7	Importancia muy grande
9	Importancia extrema

Tabla 04. Escala de Valoración (SAATY)

³ Igualmente, para cada criterio deberá determinarse la importancia de cada subcriterio frente a cada uno de los demás subcriterios incluidos en dicha categoría/criterio.

⁴ Y de subcriterios dentro de cada criterio.

Con todos los valores a_{ji} se obtuvo una matriz A de comparación de criterios o subcriterios por pares, la cual sirvió para obtener el vector de pesos relativos de cada criterio/subcriterio, W, según el cálculo siguiente:

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix} \text{ donde } a_{ji} = \frac{1}{a_{ij}}, a_{ii} = 1 \text{ y } n = n^\circ \text{ de criterios.}$$

$$\begin{pmatrix} \frac{a_{11}}{\sum a_{i1}} + \frac{a_{12}}{\sum a_{i2}} + \dots + \frac{a_{1n}}{\sum a_{in}} \\ \vdots \\ \frac{a_{n1}}{\sum a_{i1}} + \frac{a_{n2}}{\sum a_{i2}} + \dots + \frac{a_{nn}}{\sum a_{in}} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} W_1 \\ \vdots \\ W_n \end{pmatrix}$$

La tabla 05 recoge la matriz de comparación de criterios, obtenida tras la consulta, así como el vector W de sus pesos relativos. Como puede observarse la maniobrabilidad y el coste se erigen como los criterios de mayor importancia, con unos pesos ambos de 0'39 , seguido de la capacidad de tiro.

Matriz comparación por pares : CRITERIOS					
	Coste	Maniobrabilidad	Capacidad tiro	Accesorios	Peso (W)
Coste	1	1	3	5	0,39
Maniobrabilidad	1	1	3	5	0,39
Capacidad tiro	0,33	0,33	1	3	0,15
Accesorios	0,2	0,2	0,33	1	0,07

Tabla 05: Matriz de comparación por pares: Criterios

RC= 0,0162518

Si nos fijamos en las tablas 06 y 07, las cuales reflejan las matrices de comparación entre los subcriterios considerados dentro del criterio maniobrabilidad y dentro del criterio capacidad de tiro, respectivamente, podemos comprobar cómo el factor tamaño es el aspecto más importante en lo que respecta a maniobrabilidad. El peso de 0,88 asignado a este subcriterio refleja una vez más cómo el tamaño del fusil va a ser una de las características más determinantes para la selección del fusil, debido a la necesidad que presentan las unidades mecanizadas de disponer de un arma que permita una adecuada movilidad y acomodo dentro del vehículo mecanizado. El subcriterio peso resulta menos relevante ($w=0'12$), ya que la mayor parte del tiempo, mientras se está embarcado, no es necesario portar el arma. Además, esta familia de fusiles está fabricado con materiales bastante ligeros.

Del mismo modo la tabla 07 refleja la importancia relativa de cada subcriterio dentro de la capacidad de tiro, destacando principalmente el alcance ($w=0'63$), aspecto especialmente importante en función del lugar de desembarco.

Matriz de comparación por pares de los SUBCRITERIOS DEL CRITERIO MANIOBRABILIDAD			
	Peso	Longitud	Pesos (W)
Peso	1	0,14	0,12
Longitud	7	1	0,88

Tabla 06: Matriz comparación pares de subcriterios del criterio Maniobrabilidad

Matriz de comparación por pares de los SUBCRITERIOS DEL CRITERIO CAPACIDAD TIRO					
	Alcance	Calibre	Cadencia	Velocidad boca	Pesos (W)
Alcance	1	5	7	5	0,63
Calibre	0,2	1	3	1	0,15
Cadencia	0,14	0,33	1	0,33	0,06
Velocidad boca	0,2	1	3,00	1	0,15

Tabla 07: Matriz comparación por pares de subcriterios del criterio capacidad de tiro

RC= 0,0273526

Evaluación de las alternativas para cada criterio/subcriterio

A continuación, y partiendo de los datos aportados por los expertos, se procede a obtener las ocho matrices de comparación entre alternativas, una para cada uno de los criterios/subcriterios incluidos en el análisis. El procedimiento de obtención es similar al utilizado para la evaluación de criterios. Se pide a los expertos que evalúen cada alternativa (modelo de fusil) frente al resto según el criterio/subcriterio seleccionado.

A modo de ejemplo, la tabla 08 recoge la matriz comparativa entre pares de fusiles en función del subcriterio longitud, incluido dentro del criterio maniobrabilidad. Para llegar a ella los expertos compararon cada fusil respecto a cada uno del resto de fusiles. En este sentido, el valor de comparación otorgando al fusil UMP9 respecto al fusil de dotación HK G36E, con respecto al subcriterio longitud es de 7, lo que indica que el fusil UMP9 es muy fuertemente preferido frente al fusil HK G36E teniendo en cuenta su menor longitud.

Subcriterio LONGITUD					
	Alternat G36E	Alternat G36KV	Alternat G36C	Aternat UMP9	Pesos (W)
Alternat G36E	1	0,33	0,2	0,14	0,06
Alternat G36KV	3	1	0,33	0,2	0,12
Alternat G36C	5	3	1	0,33	0,26
Aternat UMP9	7	5	3	1	0,56

Tabla 08: Matriz comparación de alternativas según el subcriterio longitud

RC= 0,0438762

Tras realizar el cálculo de los pesos asignados a cada fusil, según su longitud, se observa cómo los modelos UMP9 y HKG36C son los que recibirán un peso mayor en las valoraciones (0'56 y 0'26 respectivamente) atendiendo a sus reducidas dimensiones.

El resto de las matrices de comparación se pueden consultar en el Anexo B

Para comprobar que no ha habido inconsistencias en las valoraciones emitidas por los expertos se ha calculado, para cada matriz de comparación por pares, la denominada razón de consistencia (RC) como cociente entre el índice de consistencia (IC) y el índice aleatorio (IA). Todas las razones de consistencia calculadas están por debajo del valor 0,1, lo que permite validar los juicios emitidos y continuar con el análisis.⁵

Jerarquización de alternativas

Para finalizar el análisis, y poder tomar una decisión, se deben ordenar los distintos modelos de fusil en base a una valoración global, W_i , calculada para cada uno de ellos, dando prioridad al modelo que alcance una mayor valoración. Esta valoración global incorporará en su cálculo los pesos o valoraciones obtenidas para cada fusil respecto a cada criterio y el peso o ponderación dada a cada criterio. Toda esta información se contempla en la matriz de decisión recogida en la tabla 09.

MATRIZ DE DECISIÓN					
Criterios/subcriterios	Pesos (W)	Alternat G36E	Alternat G36KV	Alternat G36C	Alternat UMP9
COSTE	0,3889	0,3936	0,3936	0,1645	0,0483
MANIOBRABILIDAD	0,3889	0,0567	0,1215	0,2591	0,5627
Peso	0,1250	0,0554	0,1188	0,2292	0,5967
Longitud	0,8750	0,0569	0,1219	0,2633	0,5579
CAPACIDAD DE TIRO	0,1535	0,3540	0,3086	0,2868	0,0507
Alcance	0,6279	0,3182	0,3182	0,3182	0,0455
Calibre	0,1542	0,3182	0,3182	0,3182	0,0455
Cadencia	0,0637	0,3000	0,3000	0,3000	0,1000
Velocidad boca	0,1542	0,5579	0,2633	0,1219	0,0569
ACCESORIOS	0,0687	0,1542	0,1542	0,6279	0,0637
		0,2400	0,2583	0,2519	0,2498

Tabla 09: Matriz de decisión

A efectos ilustrativos, la valoración final del fusil actual en dotación es de 0,24, el cual se obtiene del siguiente modo:

$$W_{fusil\ HK\ G36E} = (0,394 * 0,389) + (0,057 * 0,389) + (0,354 * 0,153) + (0,154 * 0,069) = 0,24$$

A raíz de las valoraciones finales obtenidas para cada modelo de fusil podemos concluir que el modelo HK G36 KV es el modelo más adecuado y que mejor se adapta a las necesidades de las unidades mecanizadas, obteniendo una valoración final de 0,258, superior al resto de modelos.

⁵ Detalle sobre el cálculo de la razón de consistencia se puede encontrar en Aguarón y Moreno-Jiménez (2001)

Análisis de robustez

Si bien el fusil HK G36 KV ha sido el modelo de mayor valoración según el análisis AHP realizado, su valoración no difiere grandemente respecto a las valoraciones alcanzadas por los otros dos modelos analizados, lo cual nos podría plantear la duda respecto a la fuerza de la recomendación sobre su adquisición para la sustitución del modelo actual HK G36E. Por ello se ha realizado un nuevo análisis AHP que muestre el grado de sensibilidad de la recomendación de adquisición respecto a una serie de parámetros. Los cálculos realizados se recogen en el (Anexo C).

En primer lugar, se ha considerado como coste asociado a cada fusil alternativo el coste total, derivado tanto de la adquisición del fusil como del coste de uso por munición. De este modo el criterio coste recoge todos los desembolsos asociados a dicha alternativa durante el período de vida útil del fusil. Teniendo en cuenta que la vida útil de los diferentes modelos seleccionados es similar y asciende aproximadamente a 10.000 disparos, el período de referencia para la comparación es el mismo.⁶

El segundo aspecto a tener en cuenta hace referencia al impacto que puede tener una modificación en las valoraciones emitidas por los expertos. Así, alguna de las observaciones indicadas por un miembro del grupo durante el proceso Delphi de consulta reiterada, recogía la idea de que el criterio peso podría tener una influencia negativa sobre las valoraciones del fusil sólo dentro de un determinado rango de pesos. Sin embargo, por debajo de un peso umbral límite rebajar más el peso podría no tener influencia positiva en la valoración, ya que el efecto inicial positivo asociado a la generación de menor fatiga podía compensarse con un efecto negativo al reducirse la capacidad del arma para ser usada como arma defensiva de mano.

Tras incorporar estas modificaciones y replicar el análisis AHP, la decisión sobre el fusil a adquirir se mantuvo, obteniendo el modelo HK G36KV una mayor valoración sobre el resto. Ello nos permite sugerir a las unidades mecanizadas la adquisición del fusil HK G36 KV.

4. SUSTITUCIÓN O MEJORA DEL FUSIL HK G36E.

4.1. Introducción.

Los fusiles de asalto HK G36E, en dotación actualmente en las unidades mecanizadas del ET, han sido adquiridos en momentos temporales diferentes, de modo que su estado y capacidad para ser utilizados puede ser también diferente. Mientras que algunos de ellos se encuentran próximos al final de su vida útil, con otros todavía se podrían efectuar disparos de forma eficaz y segura durante un tiempo. De este modo, se plantea la disyuntiva de si realmente deberían reemplazarse los fusiles HK G36E existentes en las unidades mediante adquisición del modelo HK G36 KV, independientemente del momento de vida en que se encuentren o sería preferible mantener dichos fusiles adoptando las modificaciones recomendadas previamente.

⁶ El consumo temporal de la munición no depende del modelo de fusil utilizado. Por otro lado, la situación actual de los mercados y tipos de interés, permite suponer una tasa de descuento nula, lo que permite prescindir de la dimensión temporal y simplifica los cálculos respecto al valor actual de los costes asociados a cada fusil. Este mismo supuesto se ha tenido en cuenta en el planteamiento sobre la decisión de modificación o sustitución.

De nuevo, y mediante aplicación de la metodología AHP, se intentará dar respuesta a esta pregunta.

4.2. Planteamiento y Alternativas.

Se considera el siguiente planteamiento. Dado un fusil HK G36 E con una vida útil restante = t * vida útil, con t entre 0 y 1⁷, el agente decisor debe elegir en el momento actual entre las dos alternativas siguientes:

Alternativa 1: Continuar con el fusil actual adoptando las modificaciones propuestas.

Alternativa 2: Sustituir el fusil actual por el modelo HK G36 KV

Respecto a los criterios y subcriterios relevantes, se mantienen los mencionados en el apartado 3.2 (Selección del fusil idóneo) por ser los adecuados a juicio de los expertos consultados, si bien se debe ajustar la variable coste considerada, atendiendo a dos aspectos: el verdadero incremento en costes, asociado a la alternativa elegida⁸, y la comparabilidad de costes entre alternativas. En definitiva, se considerará, dentro del criterio coste, el incremento en coste necesario para realizar cada tiro restante.

$$\text{Coste ajustado}_{\text{alternativa } i} = \frac{\text{Coste de adquisición o coste de modificación}}{\text{tiros restantes}}$$

Suponiendo inicialmente una vida útil restante para el fusil actual del 50% ($t=0,5$) los costes ajustados asociados a cada alternativa serían:

$$\text{Coste ajustado}_{\text{HK G36 E modificado}} = \frac{229,99 \text{ €}}{0,5 * 10.000 \text{ tiros restantes}} = 0,046 \text{ €}$$

$$\text{Coste ajustado}_{\text{adquisición HK G36 KV}} = \frac{795,99 \text{ €}}{10.000 \text{ tiros restantes}} = 0,080 \text{ €}$$

El resto de características respecto a longitud, peso, cadencia, etc, serán las propias de cada alternativa. En el caso de la alternativa de mantener el fusil HK G36 E con las adaptaciones correspondientes serán las características resultantes después de la implementación de tales modificaciones (culatín y correa).

4.3. Decisión.

Llegados a este punto, se aplica de nuevo la metodología AHP, pidiendo a los expertos que procedan a realizar sus valoraciones. Calculadas las matrices de comparación se obtiene la nueva matriz de decisión, y la valoración final de cada alternativa. La tabla 10 recoge la matriz de decisión obtenida para el caso concreto de $t=0,5$.

⁷ Si $t = 0,5$ el fusil estará a mitad de su vida útil.

⁸ Los desembolsos ya realizados en el pasado, como son los costes de adquisición del fusil HK G36 E, no son relevantes para la decisión.

MATRIZ DE DECISIÓN (t=0,5)			
Criterios/subcriterios	Pesos (W)	Alternativa E	Alternativa KV
COSTE	0,38893	0,87500	0,12500
MANIOBRABILIDAD	0,38893	0,46875	0,53125
Peso	0,12500	0,25000	0,75000
Longitud	0,87500	0,50000	0,50000
CAPACIDAD DE TIRO	0,15345	0,53854	0,46146
Alcance	0,62795	0,50000	0,50000
Calibre	0,15416	0,50000	0,50000
Cadencia	0,06373	0,50000	0,50000
Velocidad boca	0,15416	0,75000	0,25000
ACCESORIOS	0,06869	0,50000	0,50000
		0,63961	0,36039

Tabla 10: Matriz decisión (t=0,5)

La conclusión a la que llegamos, tras realizar el análisis AHP, es que si el fusil analizado se encuentra a mitad de su vida útil ($t=0,5$) la recomendación consistiría en mantenerlo en activo en la unidad, pero incorporando las modificaciones propuestas (culatín retráctil y nueva correa), ya que la valoración final de esta estrategia (0,64) supera a la valoración de la estrategia de sustitución (0,36).

Cabe esperar que a medida que el fusil en dotación vaya acercándose al final de su vida útil ($t \rightarrow 0$), el valor asociado a la estrategia de modificación disminuya respecto a la estrategia de sustitución. Para la identificación de cuál es ese valor límite de "t" que revierte las valoraciones asignadas a cada estrategia, y por tanto la recomendación, se procedió a replicar el análisis AHP para diferentes valores de "t", comenzando con $t=0,5$ y reduciendo su valor progresivamente en 0,1. La tabla 11 recoge las valoraciones finales asociadas a cada estrategia para cada valor de "t". Como se puede observar, a partir de un valor de $t=0,2$, es decir cuando al fusil le quede menos del 20 % de su vida útil, se recomendará la sustitución del fusil frente a su modificación.

t	Valoraciones		Recomendación
	Modificar fusil actual (altern.1)	Sustituir fusil (altern.2)	
0,5	0,64	0,36	Mantener y modificar
0,4	0,62	0,38	Mantener y modificar
0,3	0,59	0,41	Mantener y modificar
0,2	0,36	0,64	Sustituir

Tabla 11: Recomendación en función de la vida útil del fusil

5. GESTIÓN DE ADQUISICIÓN

Las alternativas propuestas se encuentran ampliamente ofertadas en el mercado y no presentan un problema a la hora de encontrar proveedores ni éstos supondrían un factor clave en la línea de suministro al ser fácilmente sustituibles por cualquiera de sus competidores. El Ministerio de Defensa puede optar por consultar a empresas especializadas y homologadas, en el área de su preferencia.

6. GESTIÓN DE IMPLEMENTACIÓN

El fusil adaptado se puede introducir en una primera fase en el Regimiento de Infantería (RI) "Arapiles 62", el cual se encuentra integrado en la actualidad en la Brigada "Aragón I", con cuartel general en Zaragoza, previa presentación de los resultados de la investigación a las autoridades militares correspondientes.

7. CONCLUSIONES Y LINEAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN

El objetivo principal de este TFG es, como ya se ha citado anteriormente, estudiar y analizar la idoneidad del actual fusil de asalto, HK G36E para las unidades mecanizadas del ET y, en caso de estimarlo conveniente, proponer medidas concretas que permitan aumentar su adecuación.

Tras la aplicación de un procedimiento de consultas reiteradas (técnica Delphi) a expertos del Regimiento de infantería RI 62 "Arapiles" se concluye que el fusil HK G36 E, actualmente en dotación, no presenta todas las características necesarias que garanticen un adecuado cumplimiento de las misiones para este tipo de Unidades y se hace necesaria su modificación. En concreto, se plantea reducir su longitud mediante incorporación de un culatín retráctil. Ello permitirá aumentar la maniobrabilidad y movilidad en los vehículos y mejorar la adaptación a la longitud del brazo del tirador. También se propone aumentar la rapidez y ajuste de la correa de fijación mediante una hebilla de liberación rápida que permitirá maniobrar con más facilidad el armamento.

Planteada la posibilidad de sustituir el fusil actual por un nuevo modelo, se aplica un método de decisión multicriterio AHP combinando los criterios técnicos relevantes definidos por los expertos (maniobrabilidad, capacidad de tiro y versatilidad) y criterios económicos como el coste. Ello ha permitido recomendar la adquisición del fusil HK G36KV para sustitución del actual. No obstante, se propone la sustitución de los actuales fusiles HK G36E de manera progresiva, sustituyendo aquellos a los que les quede un máximo del 20% de su vida útil y modificando el resto para aumentar su funcionalidad a través de la adaptación de la culata retráctil y la nueva correa táctica de fijación.

Si bien no cabe duda de que el presente trabajo resultará de utilidad para las unidades de infantería mecanizada que tengan que tomar una decisión sobre su armamento, sería interesante ampliar el estudio abriendo la puerta a una futura línea de investigación e

incluyendo en el análisis otros modelos de fusil diferentes a los de la familia HK. Ventajas de carácter logístico y de mantenimiento, familiaridad del personal con la marca y la fiabilidad contrastada fueron argumento de peso, también debatido por los expertos, para tomar la decisión de restringir el campo de elección. Abrirse a nuevas posibilidades permitiría corroborar la optimalidad del fusil propuesto HK G36 KV.

Por otro lado, en aquellas unidades con lotes de fusil adquiridos más recientemente, y que incorporen la culata retráctil, sería una oportunidad para determinar mediante experimentación si su mejor adaptación al brazo del tirador genera de forma significativa una mejor ejecución del tiro.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Adamsky, Dima y Kjell I. Bjerga. 2010. «Introduction to the information-technology revolution in military affairs», *The Journal of Strategic Studies*, 33 (4): 463-468.
- Aguarón y Moreno-Jiménez (2001).” Proceso analítico jerarquizado” Detalle sobre el cálculo de la razón de consistencia
- Angevine, Robert G. 2005. *The railroad and the State: War, Politics and technology in Nineteenth-Century America*. Stanford: Stanford University Press.
- Brustlein, Corentin. 2011. *Apprendre ou disparaître? Le retour d’expérience dans les armées occidentales*. Focus Strategique 33. París: IFRI.
- Buley, Benjamin. 2007. *The new american way of war. Military culture and the political utility of force*. Abingdon: Routledge. Disponible en: <https://doi.org/10.4324/9780203934166>.
- Catignani, Sergio. 2013. «Coping with knowledge: Organizational learning in the British Army?», *Journal of Strategic Studies*, 37 (1): 30-64. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/01402390.2013.776958>.
- Farrell, Theo G. y Terry Terriff. 2002. *The sources of military change: Culture, Politics, Technology*. Boulder, CO: Lynne Rienner.
- Goldman, Emily O. y Andres, Richard B. 1999. «Systemic effects of military innovation and diffusion», *Security Studies*, 8 (4): 79-125. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/09636419908429387>.
- Grissom, Adam. 2006. «The future of military innovation studies», *Journal of Strategic Studies*, 29 (5): 905-934. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/01402390600901067>.
- Haaland, Torunn L. 2016. «The limits to learning in military operations: Bottom-Up adaptations in the norwegian army in northern Afghanistan, 2007-2012», *Journal of Strategic Studies*, 39 (7): 999-1022. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/01402390.2016.1202823>.
- Instituto Internacional de Investigaciones para la paz de Estocolmo SIPRI 2014 Yearbook Oxford University Pree.
- Instituto Internacional de Investigaciones para la paz de Estocolmo SIPRI 2015 Yearbook Oxford University Pree.
- Jordán, Javier J. 2017. «Un modelo explicativo de los procesos de cambio en las organizaciones militares. La respuesta de Estados Unidos después del 11-S como caso de estudio», *Revista de Ciencia Política*, 37 (1): 203-226. Disponible en: <https://doi.org/10.4067/S0718-090X2017000100009>.
- Gordon, T. J. (1994). *The Delphi Method*. Recuperado [http://www.gerenciamento.ufba.br/Downloads/delphi %281%29.pdf](http://www.gerenciamento.ufba.br/Downloads/delphi%281%29.pdf)

- Kier, Elisabeth. 1997. *Imagining War. French and British Military Doctrine between the Wars*. Princeton: Princeton University Press.
- Landeta, J. (1999). *El método Delphi. Una técnica de previsión para la incertidumbre*. Barcelona: Ariel.
- Linstone, H. A., y Turoff, M. (Eds.). (2002). *The Delphi Method*. Boston: Addison-Wesley Pub.
- López-Rodríguez, G. (2019). Innovación militar en el Ejército español durante la guerra de Marruecos (1921-1927). *Revista Española de Ciencia Política*, 51, 155-173. Doi: Disponible en: <https://doi.org/10.21308/recp.51.06>
- Marcus, Raphael D. 2014. «Military innovation and tactical adaptation in the Israel-Hezbollah Conflict. The institutionalization of lessons-learning in the IDF», 172
- Martínez-Antonio, Francisco J. 2009. «La Cruz Roja en la Guerra del Rif (1921- 1926)», *Revista de Estudios Internacionales Mediterráneos*, (7): 1-17.
- Ministerio de Defensa, 2003 *Nuevos riesgos para la sociedad del futuro*, Cuaderno de estrategia nº 120.
- Murray, Williamson. 2002. *Two Lectures: Transformation and Innovation: The Lessons of the 1920s and 1930s. Looking at Two Distinct Periods of Military Innovation: 1872-1914 and 1920-1939* (No. IDA-P-3799). Alexandria, Virginia: Institute for Defense Analyses.
- Oñate, N. y Martínez, L. (1990). *Utilización del Método Delphi en la pronosticación: una experiencia inicial*. Instituto de Investigaciones Económicas. *Calidad en la Educación Superior*. Volumen 3, 200-222.
- Posen, Barry R. 1984. *The Sources of Military Doctrine: France, Britain and Germany between the World Wars*. Ithaca: Cornell University Press.
- Rodríguez Roca, Raimundo. 2016. *Procesos de innovación militar en el empleo de las Fuerzas de Operaciones Especiales de EE. UU. desde 2011 a 2015*. Jordán, Javier (dir.), Universidad de Granada, Granada.
- Rosen, Stephen P. 1991. *Winning the next war. Innovation and the Modern Military*. Ithaca: Cornell University Press.
- Saaty, T. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. Ediciones Mc Graw-Hill, España.
- SIPRY y earbook (2014-2015). *Armaments disarmament and International Security*.
- Somerville, J. A. (2008). *Effective Use of the Delphi Process in Research: Its Characteristics, Strengths and Limitations*. Corvallis (Oregon). <http://jasomerville.com/wpcontent/uploads/2011/08/DelphiProcess080617b.pdf>

– Varela-Ruiz, M., Díaz-Bravo, L., y García-Durán, R. (2012). Descripción y usos del método Delphi en investigaciones del área de la salud. *Revista Investigación en Educación Médica*, 1(2), 90-95. Recuperado <http://zl.elsevier.es/es/revista/revista-investigacion-educacion-medica-343/descripcion-usos-metodo-delphi-investigaciones-area-salud-90122899-metodologiainvestigacion-educacion-medica-2012>

ANEXOS

- Anexo ACuestionario entrevistas expertos
- Anexo B..... Tablas criterios y subcriterios utilizadas
- Anexo C..... Análisis Robustez

ANEXO A . Cuestionarios 1ª Ronda

Técnica DELPHI aplicada a la investigación “” Aplicación, adaptación y mejoras del fusil de asalto en unidades mecanizadas.” (1º ronda entrevistas)

Debido al puesto que ocupa, su formación, y su experiencia y conocimiento sobre el fusil HK G36E y su uso en Unidades mecanizadas, ha sido seleccionado como miembro de un grupo de expertos cuya opinión será tenida en cuenta para el desarrollo del Trabajo Fin de Grado titulado “Aplicación, adaptación y mejoras del fusil de asalto en unidades mecanizadas.” cuyo objetivo principal es presentar propuestas para optimizar la funcionalidad y maniobrabilidad de este equipo.

- ¿Qué empleo ostenta actualmente?
-
- ¿Cuántos años lleva destinado en Unidades mecanizadas?
-
- ¿Cuántos años lleva utilizando el fusil HK G36E?
-
- ¿Ha desplegado en operaciones en el exterior? Enumere dichas operaciones y el puesto ocupado.

1. ¿Qué aspectos o características considera usted más relevantes y deberían tenerse en cuenta a la hora de seleccionar el fusil de asalto más idóneo para una Unidad mecanizada del ET? (por ejemplo el peso, la longitud, el alcance, etc)

Característica	Argumentación
•	_____
•	_____ _____
•	_____ _____ _____
	_____ _____
	_____ _____

2. En su opinión, el fusil de asalto HK G36E que hay actualmente en dotación en las Unidades mecanizadas del ET español, ¿presenta todas las características necesarias que permita a estas unidades un adecuado cumplimiento de las misiones?

Totalmente

Parcialmente

En absoluto

Observaciones:

3. En caso de que en la pregunta anterior 2) haya contestado “parcialmente” o “en absoluto”, indique cuál(es) de las siguientes medidas cree que podría(n) resolver este problema.

SI

NO

Modificación del fusil actual

Sustitución del fusil actual por otro modelo

Observaciones:

4. En caso de que en la pregunta anterior 3) haya contestado que la sustitución del actual fusil HK G36E por otro modelo podría mejorar el cumplimiento de las misiones por parte de las unidades mecanizadas, indique qué otro modelo de los existentes en SIGLE (Sistema informático de Gestión Logístico), podría ser adecuado, por ejemplo, (HK G36KV, HK G36C, UMP9....) si conoce y considera alguno más que pudiera ser adecuado para tal fin y debería ser incluido en el estudio, indíquelo.

-
-

Observaciones:

5. En caso de que en la pregunta 3) haya contestado que la modificación o mejora del actual fusil HK G36E podría mejorar el cumplimiento de las misiones por parte de las unidades mecanizadas señale, según su experiencia y conocimiento, qué aspectos o características de dicho fusil deberían ser mejorados de manera prioritaria, y qué complementos o medidas concretas podrían adoptarse para ello. Igualmente, indique a continuación qué problemas o riesgos considera que podría generar la adaptación de ese complemento al fusil actual (por ejemplo: posible afectación a la ejecución del tiro en cuanto a precisión, desviación, etc; riesgo de adaptación del personal que lo ha de utilizar; posibles fallos técnicos del complemento, etc).

- 1^{er} aspecto para mejorar: Modificar o sustituir la culata

Complementos/accesorios existentes en el mercado o actuaciones factibles para llevar a cabo dicha mejora:

- 1)
- 2)
- 3)

Posibles riesgos asociados a dicha mejora:

- 1)
- 2)

- 2^o aspecto para mejorar: Maniobrabilidad

Complementos/accesorios existentes en el mercado o actuaciones factibles para llevar a cabo dicha mejora:

- 1)
- 2)

Posibles riesgos asociados a dicha mejora:

- 1)
- 2)

ANEXO -A 2ª Ronda

Técnica DELPHI aplicada a la investigación “Aplicación, adaptación y mejoras del fusil de asalto en unidades mecanizadas” (2º ronda)

NOMBRE:

1. A la pregunta: ¿Qué aspectos o características considera usted más relevantes y deberían tenerse en cuenta a la hora de seleccionar el fusil de asalto más idóneo para una Unidad mecanizada del ET?, el grupo ha reflejado sus aportaciones en 4 dimensiones: **Capacidad de tiro, Maniobrabilidad, Versatilidad/Adaptabilidad y Coste.** A continuación, se muestran las categorías que el grupo ha mencionado previamente respecto a cada una de estas dimensiones y su frecuencia de aparición (frec). A la vista de dicha información se le pide que confirme y valore cada una.

<i>Señale con X si está de acuerdo en que se trata de uno de los aspectos o características más relevantes para la selección del fusil de asalto. En caso afirmativo, indique la fuerza de su recomendación para que ese aspecto sea incluido en el estudio.</i>			<i>Fuerza de la recomendación</i>				
			<i>Muy baja</i>	<i>Baja</i>	<i>Media</i>	<i>Alta</i>	<i>Muy alta</i>
<i>Dimensión: Capacidad de tiro</i>	<i>Frec.</i>	<i>SI (X)</i>	<i>Valore</i>				
<i>Alcance</i>	<i>4/6</i>						
<i>Calibre</i>	<i>3/6</i>						
<i>Cadencia</i>	<i>3/6</i>						
<i>Velocidad en boca</i>	<i>2/6</i>						

En segunda ronda, el alcance, el calibre y la cadencia, fueron seleccionados como relevantes por el 100% de los expertos, y la Velocidad de salida por el 66,6%

<i>Señale con X si está de acuerdo en que se trata de uno de los aspectos o características más relevantes para la selección del fusil de asalto. En caso afirmativo, indique la fuerza de su recomendación para que ese aspecto sea incluido en el estudio.</i>			<i>Fuerza de la recomendación</i>				
			<i>Muy baja</i>	<i>Baja</i>	<i>Media</i>	<i>Alta</i>	<i>Muy alta</i>
<i>Dimensión: Maniobrabilidad</i>	<i>Frec.</i>	<i>SI (X)</i>	<i>Valore</i>				
<i>Longitud</i>	<i>6/6</i>						
<i>Peso</i>	<i>3/6</i>						

En segunda ronda el 100% de encuestados, siguió considerando relevante la longitud, el 66,6% pasó a considerar relevante el peso.

<i>Señale con X si está de acuerdo en que se trata de uno de los aspectos o características más relevantes para la selección del fusil de asalto. En caso afirmativo, indique la fuerza de su recomendación para que ese aspecto sea incluido en el estudio.</i>			<i>Fuerza de la recomendación</i>				
			<i>Muy baja</i>	<i>Baja</i>	<i>Media</i>	<i>Alta</i>	<i>Muy alta</i>
<i>Dimensión: Versatilidad /adaptabilidad</i>	<i>Frec.</i>	<i>SI (X)</i>	<i>Valore</i>				
<i>Accesorios</i>	<i>3/6</i>						

En segunda ronda, el 100% de los expertos, lo consideró relevante

<i>Señale con X si está de acuerdo en que se trata de uno de los aspectos o características más relevantes para la selección del fusil de asalto. En caso afirmativo, indique la fuerza de su recomendación para que ese aspecto sea incluido en el estudio.</i>			<i>Fuerza de la recomendación</i>				
			<i>Muy baja</i>	<i>Baja</i>	<i>Media</i>	<i>Alta</i>	<i>Muy alta</i>
<i>Dimensión: Coste</i>	<i>Frec.</i>	<i>SI (X)</i>	<i>Valore</i>				
<i>Coste</i>	<i>4/6</i>						

En segunda ronda, el 100% de los expertos, lo consideró relevante

2. El 16,6% de los expertos del grupo considera que el fusil HK G36E presenta todas las características necesarias para que las Unidades mecanizadas consigan un adecuado cumplimiento de sus misiones, mientras que el resto considera que sólo las satisface parcialmente o en absoluto. A la vista de la información anterior se le pide que reconsidere o reafirme su respuesta.

Señale con una X la casilla que corresponda según considere que el fusil de asalto HK G36E, que hay actualmente en dotación en las Unidades mecanizadas del ET español, presenta las características necesarias para un adecuado cumplimiento de las misiones

Totalmente	Parcialmente	En absoluto

Justificación: En segunda ronda uno de los expertos reconsideró su respuesta de modo que ahora todos ellos consideran que solo lo satisface parcialmente.

3. El 100% de los expertos del grupo consultados opinan que la modificación del actual fusil HK G36E permitiría que las unidades mecanizadas mejoren el cumplimiento de sus misiones. Del mismo modo, el 100% de ellos considera que la sustitución del fusil por otro modelo también conseguiría aumentar su cumplimiento. Si en la pregunta anterior 2) ha contestado “parcialmente” o “en absoluto” reconsidere y argumente su respuesta:

Señale con una X si está de acuerdo en que esa medida permitiría un mejor cumplimiento de las misiones	SI (X)	Justificación
Modificación del fusil actual		
Sustitución del fusil actual por otro modelo		

El 100% de los expertos que respondió parcialmente o en absoluto, a la pregunta 2, señalaron que tanto la modificación como la sustitución podría resolver el problema.

4. A continuación se muestra la aportación del grupo respecto a otros modelos de fusiles de asalto que podrían ser una buena alternativa para sustituir al modelo HK G36E en dotación. Junto a cada uno se recoge la frecuencia (frec) con que ha sido mencionado. Se le pide que señale con una **X** si considera ese fusil entre los tres más idóneos, teniendo en cuenta todas sus características y coste.

<i>Modelo fusil</i>	<i>Frec.</i>	<i>Señale con una X si considera este fusil entre los tres más idóneos para sustituir al HK G36E</i>
<i>HK G36KV</i>	<i>6/6</i>	<i>X</i>
<i>HK G36C</i>	<i>5/6</i>	<i>X</i>
<i>UMP9</i>	<i>2/6</i>	
<i>MK556</i>	<i>1/6</i>	

El 100% de los encuestados consideró el fusil HKG36KV y el HKG36C entre los tres más idóneos, el 83,3% consideró el UMP9 entre los tres más idóneos.

5. Las tablas siguientes recogen la aportación del grupo respecto a cada uno de los aspectos o características del fusil HK G36E que deberían ser mejorados, así como los complementos/accesorios o medidas concretas que podrían adoptarse para hacer frente a dicha mejora, junto a su frecuencia de aparición (frec). Igualmente se indican los posibles riesgos asociados y su frecuencia, según aportación del grupo.

Se le pide que a la vista de dicha información reconfirme o no su recomendación respecto a realizar cada tipo de mejora y, en caso de respuesta afirmativa, valore los distintos accesorios o medidas para llevarla a cabo, ordenándolas de más idónea (1) a menos idónea (n).

Igualmente se le pide que para cada uno de los riesgos enumerados indique (marcando con una X) si debe tenerse en cuenta y, en caso afirmativo, cuál considera que es su probabilidad de ocurrencia, en una escala de 1 (baja) a 3 (alta), su nivel de impacto en una escala de 1 (bajo) a 3 (alto) y posibles medidas preventivas o correctivas a adoptar en su caso.

<i>Aspecto a mejorar:Reducir longitud del fusil (Frec. 6/6)</i>				
<i>Señale con una X si considera que debe acometerse esa mejora</i>	<i>SI</i> <input type="checkbox"/>			
<i>Accesorios o medidas concretas para la mejora:</i>	<i>Ordene los accesorios o medidas anteriores de más idóneo (1) a menos idóneo (n)</i>			
<ul style="list-style-type: none"> • Nº 1: Culatín retráctil HK G36KV • Nº 2: Culatín cóncavo 	<ul style="list-style-type: none"> (1) Culatín Retractil G36KV (2) _____ (3) _____ 			
<i>Riesgos asociados. Señale con una X si cree que es razonable tenerlo en cuenta. En caso afirmativo haga una estimación (marcando con una X) de la probabilidad de ocurrencia (O) y del nivel de impacto (I) y establezca posibles medidas a adoptar</i>				
	<i>SI(X)</i>	<i>O</i>	<i>I</i>	<i>Posibles medidas</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Falta de adaptación del personal 		Bajo() Medio() Alto ()	Bajo() Medio() Alto(X)	
<ul style="list-style-type: none"> • Fallo del sistema retráctil y/o rotura 		Bajo () Medio() Alto ()	Bajo () Medio() Alto ()	

El 100% del grupo mantuvo su recomendación de reducir la longitud

De entre los accesorios propuestos, el culatín retráctil HK G36KV fue ordenado en primer lugar con el 66,6% de los encuestados.

Aspecto a mejorar: Aumentarla eficacia y ajuste de la correa

Señale con una X si considera que debe acometerse esa mejora

SI

Accesorios o medidas concretas para la mejora:

- Nº 1: Correa Aiva Toba
- Nº 2: Cinturón táctico

Ordene los accesorios o medidas anteriores de más idóneo (1) a menos idóneo (n)

(4)

(5)

(6) _____

Riesgos asociados. Señale con una X si cree que es razonable tenerlo en cuenta. En caso afirmativo haga una estimación (marcando con una X) de la probabilidad de ocurrencia (O) y del nivel de impacto (I) y establezca posibles medidas a adoptar

	SI(X)	O	I	Posibles medidas
•		Bajo() Medio() Alto ()	Bajo() Medio() Alto(X)	
•		Bajo () Medio() Alto ()	Bajo () Medio() Alto ()	

Recomendación del grupo de aumentar la rapidez y ajuste de la correa aumenta del 50% al 66,6% en esta segunda ronda.

El cinturón Aiva Toba, fue situado en primer lugar por el 83,3% de los encuestados.

ANEXO:B

Tablas de criterios y subcriterios comparación por pares, utilizados , en el AHP de decisión para la elección del fusil más adecuado a las unidades de infantería mecanizada.

Matriz comparación por pares : CRITERIOS					
	Coste	Maniobrabilidad	Capacidad tiro	Accesorios	Peso (W)
Coste	1	1	3	5	0,39
Maniobrabilidad	1	1	3	5	0,39
Capacidad tiro	0,33	0,33	1	3	0,15
Accesorios	0,2	0,2	0,33	1	0,07

Tabla 05: Matriz de comparación por pares: Criterios

RC= 0,0162518

Matriz de comparación por pares de los SUBCRITERIOS DEL CRITERIO MANIOBRABILIDAD			
	Peso	Longitud	Pesos (W)
Peso	1	0,14	0,12
Longitud	7	1	0,88

Tabla 06: Matriz comparación pares de subcriterios del criterio Maniobrabilidad

Matriz de comparación por pares de los SUBCRITERIOS DEL CRITERIO CAPACIDAD TIRO					
	Alcance	Calibre	Cadencia	Velocidad boca	Pesos (W)
Alcance	1	5	7	5	0,63
Calibre	0,2	1	3	1	0,15
Cadencia	0,14	0,33	1	0,33	0,06
Velocidad boca	0,2	1	3,00	1	0,15

Tabla 07: Matriz comparación por pares de subcriterios del criterio capacidad de tiro

RC= 0,0273526

MATRICES DE COMPARACIÓN ALTERNATIVAS SEGÚN CRITERIOS/SUBCRITERIOS

Criterio: COSTE					
	Alternat G36E	Alternat G36KV	Alternat G36C	Aternat UMP9	Pesos (W)
Alternat G36E	1	1	3	7	0,39
Alternat G36KV	1	1	3	7	0,39
Alternat G36C	0,33	0,33	1	5	0,16
Aternat UMP9	0,14	0,14	0,20	1	0,05

RC= 0,0276197

Subcriterio LONGITUD					
	Alternat G36E	Alternat G36KV	Alternat G36C	Aternat UMP9	Pesos (W)
Alternat G36E	1	0,33	0,2	0,14	0,06
Alternat G36KV	3	1	0,33	0,2	0,12
Alternat G36C	5	3	1	0,33	0,26
Aternat UMP9	7	5	3	1	0,56

Tabla 08: Matriz comparación de alternativas según el subcriterio longitud

RC= 0,0438762

Subcriterio PESO					
	Alternat G36E	Alternat G36KV	Alternat G36C	Aternat UMP9	Pesos (W)
Alternat G36E	1	0,33	0,20	0,14	0,06
Alternat G36KV	3	1	0,33	0,20	0,12
Alternat G36C	5	3	1	0,20	0,23
Aternat UMP9	7	5	5	1	0,60

RC= 0,0905195

Subcriterio ALCANCE					
	Alternat G36E	Alternat G36KV	Alternat G36C	Aternat UMP9	Pesos (W)
Alternat G36E	1	1	1	7	0,32
Alternat G36KV	1	1	1	7	0,32
Alternat G36C	1	1	1	7	0,32
Aternat UMP9	0,14	0,14	0,14	1	0,05
RC=					0

Subcriterio CALIBRE					
	Alternat G36E	Alternat G36KV	Alternat G36C	Aternat UMP9	Pesos (W)
Alternat G36E	1	1	1	7	0,32
Alternat G36KV	1	1	1	7	0,32
Alternat G36C	1	1	1	7	0,32
Aternat UMP9	0,14	0,14	0,14	1	0,05
RC=					0

Subcriterio CADENCIA					
	Alternat G36E	Alternat G36KV	Alternat G36C	Aternat UMP9	Pesos (W)
Alternat G36E	1	1	1	3	0,30
Alternat G36KV	1	1	1	3	0,30
Alternat G36C	1	1	1	3	0,30
Aternat UMP9	0,33	0,33	0,33	1	0,10
RC=					0

Subcriterio VELOCIDAD BOCA					
	Alternat G36E	Alternat G36KV	Alternat G36C	Aternat UMP9	Pesos (W)
Alternat G36E	1	3	5	7	0,56
Alternat G36KV	0,33	1	3	5	0,26
Alternat G36C	0,20	0,33	1	3	0,12
Aternat UMP9	0,14	0,2	0,33	1	0,06
RC=					0,0438762

Criterio: ACCESORIOS					
	Alternat G36E	Alternat G36KV	Alternat G36C	Aternat UMP9	Pesos (W)
Alternat G36E	1	1	0,2	3	0,15
Alternat G36KV	1	1	0,2	3	0,15
Alternat G36C	5	5	1	7	0,63
Aternat UMP9	0,33	0,33	0,14	1	0,06
RC=					0,0273526

MATRIZ DE DECISIÓN					
Criterios/subcriterios	Pesos (W)	Alternat G36E	Alternat G36KV	Alternat G36C	Aternat UMP9
COSTE	0,39	0,3936	0,3936	0,1645	0,0483
MANIOBRABILIDAD	0,39	0,0567	0,1215	0,2591	0,5627
Peso	0,13	0,0554	0,1188	0,2292	0,5967
Longitud	0,88	0,0569	0,1219	0,2633	0,5579
CAPACIDAD DE TIRO	0,15	0,3540	0,3086	0,2868	0,0507
Alcance	0,63	0,3182	0,3182	0,3182	0,0455
Calibre	0,15	0,3182	0,3182	0,3182	0,0455
Cadencia	0,06	0,3000	0,3000	0,3000	0,1000
Velocidad boca	0,15	0,5579	0,2633	0,1219	0,0569
ACCESORIOS	0,07	0,1542	0,1542	0,6279	0,0637
		0,2400	0,2583	0,2519	0,2498

ANEXO C

ANÁLISIS ROBUSTEZ DECISIÓN FUSIL

1.- **Vida Útil** = Se ha considerado a efectos de cálculo, que la vida útil de los fusiles contemplados en este análisis es de 10.000 disparos. (Conferencia: DNU fusiles 5.56 mm).

2.- Coste de la munición

Bala de 5.56mm = 0,20€ unidad Bala de 9mm = 0,36

3.-Tablas y características

	Coste total(€) (adquisición + munición)	Maniobrabilidad		Capacidad tiro				Accesorios
		Peso (kg)	Longitud (mm)	Alcance	Calibre	Cadencia	Velocidad boca	
E nuevo	2.795,58 (=795,58 + 2.000)	3,4	1002	200-800	5,56mm	750 dpm	Alta (920 m/s)	Mira + rail
KV nuevo	2.795,99 (=795,99 + 2.000)	3,04	860	200-800	5,56mm	750 dpm	media/alta (850 r	Mira + rail
C nuevo	3061,99 (=1061,99+2.000)	2,82	720	200-800	5,56mm	750 dpm	media/alta	mira + rail (ya incorporado)
UMP9 nuevo	5.366,39 (= 1766,39+ 3.600)	2,1	690	100	9mm	600 dpm	media	rail picat

4.-Matrices de comparación de Criterios y Subcriterios

Matriz comparación por pares : CRITERIOS						
	Coste	Maniobrabilidad	Capacidad tiro	Accesorios		PESO (W)
Coste	1	1	3	5		0,39
Maniobrabilidad	1	1	3	5		0,39
Capacidad tiro	0,33	0,33	1	3		0,15
Accesorios	0,2	0,2	0,33	1		0,07

RC 0,0163

Matriz de comparación por pares de los SUBCRITERIOS DEL CRITERIO MANIOBRABILIDAD				
	Peso	Longitud		PESO (W)
Peso	1	0,14		0,125
Longitud	7	1		0,875

Matriz de comparación por pares de los SUBCRITERIOS DEL CRITERIO CAPACIDAD TIRO						
	Alcance	Calibre	Cadencia	Velocidad boca		PESO (W)
Alcance	1	5	7	5		0,63
Calibre	0,2	1	3	1		0,15
Cadencia	0,14	0,33	1	0,33		0,06
Velocidad boca	0,2	1	3	1		0,15

RC 0,0274

MATRICES DE COMPARACIÓN ALTERNATIVAS SEGÚN CRITERIOS/SUBCRITERIOS

Criterio: COSTE						
	Alternativa E	Alternativa KV	Alternativa C	Altern UMP9		PESO (W)
AlternativaE	1	1	3	9		0,40
AlternativaKV	1	1	3	9		0,40
AlternativaC	0,33	0,33	1	7		0,17
Atern UMP9	0,11	0,11	0,14	1		0,04
RC						0,0343

Subcriterio: PESO						
	Alternativa E	Alternativa KV	Alternativa C	Altern UMP9		PESO (W)
AlternativaE	1	0,33	0,2	0,2		0,07
AlternativaKV	3	1	0,33	1		0,21
AlternativaC	5	3	1	1		0,41
Atern UMP9	5	1	1	1		0,31
RC						0,0429

Subcriterio LONGITUD						
	Alternativa E	Alternativa KV	Alternativa C	Altern UMP9		PESO (W)
AlternativaE	1	0,33	0,2	0,14		0,06
AlternativaKV	3	1	0,33	0,2		0,12
AlternativaC	5	3	1	0,33		0,26
Atern UMP9	7	5	3	1		0,56
RC						0,0439

Subcriterio ALCANCE						
	Alternativa E	Alternativa KV	Alternativa C	Altern UMP9		PESO (W)
AlternativaE	1	1	1	7		0,32
AlternativaKV	1	1	1	7		0,32
AlternativaC	1	1	1	7		0,32
Atern UMP9	0,14	0,14	0,14	1		0,05
RC						0

Subcriterio CADENCIA						
	Alternativa E	Alternativa KV	Alternativa C	Altern UMP9		PESO (W)
AlternativaE	1	1	1	3		0,3
AlternativaKV	1	1	1	3		0,3
AlternativaC	1	1	1	3		0,3
Atern UMP9	0,33	0,33	0,33	1		0,1
RC						0

Subcriterio VELOCIDAD BOCA						
	Alternativa E	Alternativa KV	Alternativa C	Altern UMP9		PESO (W)
AlternativaE	1	3	5	7		0,56
AlternativaKV	0,33	1	3	5		0,26
AlternativaC	0,2	0,33	1	3		0,12
Atern UMP9	0,14	0,2	0,33	1		0,06
RC						0,0439

Criterio: ACCESORIOS					
	Alternativa E	Alternativa KV	Alternativa C	Altern UMP9	PESO (W)
AlternativaE	1	1	0,2	3	0,15
AlternativaKV	1	1	0,2	3	0,15
AlternativaC	5	5	1	7	0,63
Atern UMP9	0,33	0,33	0,14	1	0,06
RC					0,0274

MATRIZ DE DECISIÓN					
Criterios/subcriterios	Pesos (W)	Alternativa E	Alternativa KV	Alternativa C	Altern UMP9
COSTE	0,3889	0,3961	0,3961	0,1705	0,0373
MANIOBRABILIDAD	0,3889	0,0584	0,1331	0,2813	0,5273
Peso	0,1250	0,0688	0,2115	0,4067	0,3130
Longitud	0,8750	0,0569	0,1219	0,2633	0,5579
CAPACIDAD DE TIRO	0,1535	0,3306	0,2852	0,2634	0,1208
Alcance	0,6279	0,3182	0,3182	0,3182	0,0455
Calibre	0,1542	0,1667	0,1667	0,1667	0,5000
Cadencia	0,0637	0,3000	0,3000	0,3000	0,1000
Velocidad boca	0,1542	0,5579	0,2633	0,1219	0,0569
ACCESORIOS	0,0687	0,1542	0,1542	0,6279	0,0637
		0,23808	0,26016	0,25926	0,24251

Lo mejor sería sustituirlo por el modelo KV, aunque por poca diferencia con el modelo C