



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

IMPLEMENTACIÓN DE UN AFUSTE DE 12,70mm PARA CC LEOPARDO

Autor

xxxxxx

Director académico: xxxxx

Director militar: xxxxx

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar

Agradecimientos

La realización de este Trabajo de Fin de Grado supone la culminación a cuatro años de esfuerzo y sacrificio en el Centro Universitario de la Defensa y de su grado de Ingeniería de Organización Industrial. Por ello quisiera agradecer a las personas que han hecho posible dicho logro personal.

En primer lugar, me gustaría agradecer a la que ha sido mi directora Académica durante el desarrollo del Trabajo, la Doctora Noelia Marcano Aguado por su interés, sus consejos y el guiado de dicho proyecto de principio a fin.

En segundo lugar, agradecer en este documento al que ha sido mi director Académico durante toda la realización del citado trabajo, el Capitán de Infantería D. Sergio Ramón Blanco Irazábal por su permanente disposición a ayudarme.

Seguidamente, me gustaría agradecer a todos los docentes que han colaborado durante los cuatro años en la docencia de las diferentes asignaturas del Centro Universitario de la Defensa, aportando su granito de arena y dándome las herramientas necesarias sin las cuales este trabajo no podría haberse materializado.

En tercer lugar, agradecer a todos los componentes del Batallón "Flandes" I/4 encuadrado en el Regimiento Acorazado "Pavía" nº4, y en especial a la 3ª Cía, mandos y tropa por su disposición constante y por hacer que mi primera toma de contacto con el mundo profesional sea de la forma más amena y sencilla posible.

Por último, quisiera agradecer a mi familia por su incondicional apoyo diario y por inculcarme los valores que me han ayudado a superar estos cinco años de formación académica en la Academia General Militar.

A todos los anteriormente nombrados, nuevamente muchas gracias por ayudarme a conseguir el que siempre fue mi sueño y una de mis metas.

RESUMEN

Experto Universitario

ABSTRACT**KEYWORDS**

Experto Universitario

ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS

Lista de las **abreviaturas** (Cap), **siglas** (AGM) y **acrónimos** (DIRACA), por orden alfabético la abreviatura y la descripción de la misma. Abreviaturas de términos como unidades del sistema internacional, por ejemplo, no se incluyen.

1 INTRODUCCIÓN

La presente memoria es el resultado del Trabajo de Fin de Grado de Ingeniería de Organización Industrial, grado universitario cursado en el Centro Universitario de la Defensa de la Academia General Militar. El presente informe cuenta con información obtenida durante la estancia en las Prácticas Externas en el Batallón “Flandes” I/4, encuadrado en la Brigada “Aragón” 1.

1.1 Antecedentes

El actual denominado Batallón “Flandes” I/4 está encuadrado en el Regimiento Acorazado “Pavía” nº4, integrado en la Brigada “Aragón” 1. Se trata de uno de los Batallones de Infantería más antiguos del Ejército de Tierra que siguen en funcionamiento. Dicha unidad es heredera de la mítica Escuela de Flandes creada en 1633 con la denominación de Tercio de Don García. Entre sus heroicas actuaciones destaca la de la Campaña de Orán y la participación en la Guerra de la Independencia.

En el año 2016 sufre una gran transformación, en la que pasará a denominarse Batallón de Infantería de Carros de Combate “Flandes” I/4 con su actual encuadramiento en la Brigada “Aragón” 1, adquiriendo así los modernos carros de combate alemanes Leopard 2E, uno de los más modernos en cuanto a estructura en el Ejército de Tierra se refiere y que ha participado en despliegues en Zona de Operaciones en Letonia y Mali.

El carro de combate alemán Leopard 2E, es una adaptación del Leopard 2A6 adaptado al Ejército español. El Ejército Español comenzó la adquisición de dichos carros de combate durante el año 1995, desde la fecha se han adquirido diversas unidades, algunas se han transferido desde el Ejército Alemán. A partir del año 2003, los carros de combate Leopard 2E se comenzaron a fabricar en territorio español gracias a Santa Barbara Sistemas, que pese algunos problemas logro culminar la entrega del equipamiento militar en 2008.



Fig 1-1. Leopard 2E del Ejército de Tierra español. Defensa.com

El carro de combate Leopard 2E se diferencia de la plataforma original debido a la incorporación de una armadura de cuña complementaria y el engrosamiento de su blindaje, lo cual le permite mejorar su protección. Dicho vehículo, cuenta como principal arma su cañón de 120 mm con un alcance de 2,5 km, el cual es complementado por dos armas secundarias, una ametralladora 7,62mm antiaérea y una ametralladora del mismo calibre pero coaxial, es decir, colocada y dispuesta en el interior del carro mediante un afuste específico y controlada desde el puesto de

tirador.

El Ministerio de Defensa de España, ha incluido el plan de mejora de los carros de combate Leopard 2D en el Objetivo de Capacidades Militares (2019-2023), en el cual, incluye mejoras en la torre y los simuladores a corto plazo. Adicionalmente, se cuenta con un plan de desarrollo de un modelo Leopard 2E Plus dentro del proyecto Fuerza 2035, en el cual se busca mejorar la protección del vehículo implementando mejoras en el blindaje y sistemas de protección activa, además se espera mejorar el armamento incluyendo diversos tipos de municiones.

La ametralladora Browning de 12,70mm tiene su origen en John Moses Browning, un diseñador de armas de fuego estadounidense que destacó por la invención a finales de la Primera Guerra Mundial de dicha ametralladora con el fin de disponer de un sistema de armas efectivo contra la infantería, así como vehículos blindados e incluso aeronaves que volasen a escasa altitud.

Actualmente, la ametralladora Browning de 12,70mm es empleada por más de 40 ejércitos de diferentes países del mundo, entre los que destacan nuestras Fuerzas Armadas, que emplean su variante H-2-HB (Heavy Barrel) y la variante M-2 QCB (Quick Change Barrel). Entre sus especificaciones técnicas cabe destacar su peso de 38 kg, su alcance efectivo de 1800m o incluso su cadencia de disparo, llegando a alcanzar una cifra de 636 disparos/minuto.

Actualmente, una de las variantes de la ametralladora Browning M2 es utilizada en carros de combate de última generación como el Abrams M1A2 del Ejército de Estados Unidos de América, demostrando que pese a tener 100 años es en servicio es una ametralladora de buenas prestaciones y fiabilidad, que puede servir de actualización para los carros de combate Leopard 2E, dotándolos de mayor versatilidad de combate.



Fig 1-2. Ametralladora Browning M2HB. Defensa.gob



Fig 1-3. Ametralladora Browning M2 QCB. Defensa.gob

1.2 Objetivos y alcance del proyecto

El objetivo general de este trabajo es el de desarrollar un nuevo modelo de afuste de ametralladora de 12,70mm para el carro de combate Leopard 2E, en dotación en las unidades de Infantería Acorazada del Ejército de Tierra español. Mejorando las capacidades del modelo actual, que cuenta con un acople de ametralladora coaxial para el modelo de ametralladora MG-42 de 7,62mm. De este objetivo general, se pueden desglosar cuatro objetivos secundarios, que se exponen en los siguientes puntos:

- Identificar los puntos clave a mejorar en el actual afuste de ametralladora coaxial utilizada en los carros de combate Leopard 2E, así como encontrar las necesidades de las unidades de Infantería Mecanizada respecto a este elemento.
- Definir los componentes necesarios para el producto y los requisitos técnicos de cada uno de ellos.
- Buscar similitudes actuales empleadas en otros ejércitos que se puedan adaptar a nuestras necesidades operativas.
- Confección de un PPT (Pliego de Prescripciones Técnicas).

El alcance general del producto viene definido por los siguientes requisitos y características esperadas del afuste para ametralladora 12,70mm:

- Aumentar la distancia efectiva del sistema de armas coaxial actual.
- Optimizar el espacio dentro del carro de combate Leopard, aspecto fundamental en los carros de combate.
- Emplear un diseño óptimo que permita el montaje y desmontaje del sistema de armas de la forma más rápida posible.
- Utilizar el mínimo material necesario para llevarlo a cabo, optimizando tiempo, material y recursos económicos.

1.3 Contexto

El Batallón de Infantería de Carros de Combate "Flandes" I/4 cuenta como vehículo principal el carro de combate Leopard 2E, una máquina de fabricación alemana y que cuenta como principal protagonista su cañón de 120 mm capaz de batir cualquier tipo de objetivo terrestre o aéreo situado a una distancia de hasta 2,5 km, así como poder ser utilizado como pieza de artillería si así hiciera falta en caso de necesidad.

Adicionalmente, el carro de combate cuenta con dos armas secundarias, una ametralladora 7,62mm antiaérea cuyo objetivo es batir elementos aéreos, la cual es manipulada por el radio cargador (RC) y una ametralladora coaxial del mismo calibre, la cual esta realiza su movimiento en conjunto y se encuentra ajustada en el interior del carro mediante un afuste específico y controlada desde el puesto de tirador (T).

Hablando de la tripulación, el carro de combate Leopard 2E cuenta con una tripulación conformada por cuatro integrantes, donde a cada uno de estos se le asigna una función específica logrando así en su conjunto lograr conseguir que esta potente arma tenga el poder de destrucción necesario para completar la misión. Entre sus integrantes se encuentran el jefe de carro (JC), principal responsable del funcionamiento y mantenimiento de este, así como todo lo relativo a este; el tirador (T), encargado del movimiento de la torre así como el mecanismo del

cañón y de la ametralladora coaxial de 7,62mm; el radio cargador (RC), cuya misión principal es abastecer de munición al cañón así como ser el encargado del funcionamiento de las radios “eco” (E), “charlie” (C), y “delta” (D); y por último el conductor (C), principal responsable del movimiento del carro de combate (CC).

1.4 Ámbito de Aplicación

La ametralladora Browning ha sido desde sus inicios, una ametralladora que ha marcado la diferencia en el campo de batalla, especialmente en las unidades de infantería, por ello se emplea en gran cantidad de ocasiones y para batir objetivos de todo tipo.

El principal ámbito de aplicación de este producto son las unidades regulares de infantería del Ejército de Tierra, excluyendo algunas unidades específicas. Pese a llevar utilizándose algo más de 80 años, han sido muy pocas las modificaciones que se han ido realizando a la ametralladora, es por ello, que en este trabajo se intentará dar una visión renovadora, incluyéndose en el sistema de armas de los carros de combate Leopard 2E.

2 OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

2.1 OBJETIVOS Y ALCANCE

Tal como se ha mencionado en el capítulo anterior del presente documento, el Batallón “Flandes” I/4 ha propuesto la realización de este Trabajo de Fin de Grado (TFG). Como resultado del consenso realizado junto a directores Militar y Académico respectivamente, se llegó a la conclusión de que el fin principal del presente trabajo es poder evaluar la viabilidad de la futura implementación de las mejoras mencionadas en los carros de combate Leopard 2E. Es de suma importancia aclarar que el alcance de este proyecto llega hasta el planteamiento y análisis de viabilidad de sus mejoras, las cuales no incluyen la instalación de estas.

EL objetivo general de este trabajo es “Desarrollar un nuevo modelo de afuste de ametralladora de 12,70mm para el carro de combate Leopard 2E, en dotación en las unidades de Infantería Acorazada del Ejército de Tierra español”, tal y como se ha mencionado en el capítulo anterior. Dicho objetivo comprende realización de una propuesta viable técnica y económicamente, a modo que se reemplazar la actual ametralladora coaxial de 7,62mm por una ametralladora tipo “Browning” de 12,70 mm, aumentando así la distancia efectiva y la potencia de fuego del carro de combate.

En cuanto al alcance del proyecto, está definido por los objetivos específicos presentados en el capítulo introductorio del presente trabajo final de grado. Se pretende realizar una propuesta de mejora en la potencia de fuego del Leopard 2E, y concretamente con el diseño de un nuevo afuste para la ametralladora de tipo Browning de 12,70mm de dotación en las unidades del Ejército de Tierra. Debido a la dificultad técnica de palparlo por escrito, se realizarán una serie de diseños en mecánicos, que permitan entender la viabilidad del proyecto.

Adicionalmente, se propone determinar previamente cuáles han sido los problemas o carencias del actual sistema de armas, con la finalidad de contextualizar el estado actual de los carros de combate y motivar la realización de este trabajo.

2.2 METODOLOGÍA

El éxito del presente proyecto y por consiguiente la consecución de los resultados esperados será posible debido a las herramientas descritas en el presente apartado de la memoria del Trabajo Final de Grado.

El inicio del proyecto está limitado por el desconocimiento técnico de la unidad Leopard 2E, así como de los medios y técnicas de uso aplicadas por la tripulación y todo el personal relacionado a los carros de combate. Es por ello, que se realizan entrevistas al personal integrante del BICC “Flandes” I/4, abordando a Oficiales, Suboficiales y personal de Tropa, de tal manera que se pueda obtener una muestra de la población lo más amplia posible.

Seguidamente, se complementará la información brindada por los integrantes del BICC “Flandes” I/4 mediante una revisión bibliográfica que permita mejorar la comprensión del estado del arte, obteniendo así no solo información complementaria sobre los carros de combate en cuestión, sino también información relevante del estado de la técnica que permita diseñar el acople para instalar la ametralladora mencionada en el carro de combate Leopard 2E, cuya viabilidad ha sido probada en pruebas experimentales realizadas en las maniobras de tipo “Alfa” de la brigada.

A continuación, se definirán las actividades necesarias para la consecución de los objetivos específicos y por consiguiente del objetivo general del presente proyecto, definiendo así una Estructura de Desglose de Trabajo (EDT). Dicha estructura consiste en el desglose piramidal del trabajo, en el que se muestran las diversas actividades intermedias y sus respectivos entregables, además, se define un jefe de proyecto y las respectivas fechas de inicio y fin de cada actividad.

Se realizará un diagrama de Gantt utilizando la base definida por la EDT anteriormente descrita. El diagrama Gantt tendrá como objetivo principal el definir una línea temporal en el que queden reflejadas todas las actividades a realizar, así como la fecha de inicio y fin de las respectivas actividades. El diagrama, permitirá establecer una visión estructurada del proyecto y de las futuras actividades con la finalidad de tener una visión más estructurada del alcance del Trabajo Final de Grado descrito en esta memoria y de las posibles actividades que permitan aprovechar los resultados expuestos.

Una vez definidas las actividades necesarias, se llevará a cabo el desarrollo técnico del proyecto. Inicialmente, definirá la posible solución a partir del análisis de necesidades realizado previamente, dicha solución será analizada de manera técnica y se desarrollará una vez confirmada su viabilidad. El análisis técnico propuesto, corresponde a un estudio mecánico que permita determinar la resistencia de la solución a las condiciones de uso real.

Finalmente, se entregará un archivo técnico con todos los cálculos y diseños realizados para acoplar la ametralladora Browning de 12,70mm al carro de combate Leopard 2E del Ejército Español. El archivo técnico mencionado, incluirá toda la información necesaria para entender el funcionamiento de la solución propuesta y consecuentemente poder aplicarla en los carros de combate del del BICC "Flandes" I/4.

3 ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO

3.1 HISTORIA DEL CARRO DE COMBATE

Quedan ya muy lejos ya la Primera Guerra Mundial, conflicto bélico en el cual surgió el carro de combate como una nueva arma que aún no ha cerrado su página en la historia militar. No cabe duda de que existe una íntima correlación entre las exigencias operativas en cuanto al empleo y posibilidades del carro de combate y sus características principales relativas al diseño y proyecto.

Posterior a la primera guerra mundial, los carros de combate aumentaron su popularidad y comenzaron a ser más desarrollados por diferentes países como Alemania y la Unión Soviética. Esta etapa, significó un periodo de mucho desarrollo para los carros de combate, donde se probaron diferentes configuraciones, llegando a un carro de combate más ligero como principal arma contra la infantería enemiga.

Luego de la segunda guerra mundial, pese a la derrota del ejército alemán, se comenzó un plan de rearmamento por parte de la Alemania Occidental debido a los recientes roces de la OTAN y la Unión Soviética. Al ser Alemania un país fronterizo con la Unión Soviética en ese entonces, debieron formar una primera línea de defensa para evitar una posible invasión a Europa. Durante este rearmamento y gracias al trabajo de ingenieros alemanes y franceses, nació el carro de combate Leopard I.

3.2 LEOPARD 2E

El Leopard II, nace como respuesta a la incorporación del cañón antitanque de 120mm introducido por el bando soviético. La nueva unidad fue una evolución del diseño anterior, el cual aumentó su blindaje para soportar lanzagranadas y diversos explosivos, así como como proyectiles que impactaran de forma directa contra el chasis. Adicionalmente, el carro de combate Leopard II fue dotado de periféricos como periscopios de visión nocturna, sistema de puntería asistido, una nueva torreta, entre otras mejoras.

El Ejército de Tierra Español introdujo los carros de combate en el país con la compra de los carros de combate FT-17 diseñados por ingenieros franceses, y que junto al carro de combate Schneider CA1 combatieron en la Guerra del Rif. El Leopard fue adquirido por el Ejército de Tierra Español a inicios del siglo XXI, en concreto su variante Leopard 2A6, la cual fue bautizada como Leopard 2E. El último carro de combate mencionado se encuentra equipado con un cañón L55 de 120 mm, el cual es ensamblado en España por Santa Barbara Sistemas y con una ametralladora MG- de 7,62 mm fabricada por Santa Barbara Sistemas.

Tanto la Guerra de Corea como las Guerras árabe-israelíes confirmaron la validez de las unidades acorazadas y del carro de combate terrestre. Más recientemente, en los últimos conflictos que se han desarrollado, el carro de combate ha demostrado que continúa desarrollando un papel esencial, ya sea en un ambiente urbano, de jungla o en el desierto, como las acciones desarrolladas en Granada, Golfo Pérsico o Somalia han puesto de manifiesto. Hoy en día nos encontramos en el inminente conflicto entre Rusia y Ucrania donde podemos observar la gran importancia estratégica que tienen dichos materiales bélicos, siendo el Leopard 2 uno de los protagonistas, aportados por algunos estados miembros de la OTAN.

El carro de combate sigue siendo un sistema de armas principal de las fuerzas terrestres. Su potencia de fuego y choque, protección y movilidad le permiten penetrar las defensas del adversario, posibilitar la ocupación del terreno por parte de la infantería mecanizada y alcanzar los objetivos tácticos fijados en la retaguardia enemiga. Es, además, el único medio capaz de sobrevivir en áreas fuertemente contaminadas por agentes químicos, biológicos y radiactivos. Dichos vehículos, no han desaparecido de ningún ejército occidental, es más, los existentes han mejorado y potenciado habiéndose entrado ya en la denominada Tercera Generación, cuyos representantes más relevantes son el M1 A2 ABRAMS norteamericano, el LECRERC francés, el LEOPARD 2 A5/A6 alemán, y el CHALLENGER II británico.

Es por ello, que la tecnología militar está sujeta a constante evolución y los cambios que cabe esperar son ciertamente radicales, sin embargo, no se espera que se modifique el espíritu y esencia del combate de las unidades acorazadas. El énfasis que se pone en Occidente en proteger al combatiente exigirá mejoras en el blindaje y la utilización de carros de combate y vehículos acorazados, como se ha hecho evidente en las intervenciones de la OTAN en la antigua Yugoslavia hace ya dos décadas

Los carros de combate hoy en día se centran en tres diferentes aspectos:

- **Movilidad:** el actual carro de combate Leopard 2 se encuentra potenciado por un motor MTU MB 873 Ka-50, el cual cuenta con un volumen de hasta 47.700 centímetros cúbicos y que es capaz de desarrollar hasta 1500 caballos de fuerza. Las orugas o huellas son la zona de contacto del tanque con el suelo y por donde transmiten la potencia del motor al suelo para lograr su movimiento, pueden estar formadas por cientos de eslabones y le permite a los carros de combate como Leopard 2 a sobrepasar cualquier obstáculo.
- **Blindaje:** El blindaje de los carros de guerra está formado por diversas placas metálicas que se intercalan con otros materiales como cerámicos, que protegen al vehículo y su tripulación del impacto del armamento enemigo y de las posibles condiciones ambientales que se presenten. Adicionalmente, los carros de combate también pueden contar con sistemas de protección activa, los cuales pueden considerarse parte de su blindaje, debido a que sirve con primera línea de defensa ante los ataques de proyectiles aéreos. Estos sistemas se pueden observar en las mejoras propuestas al Leopard 2E en el programa "Brigada 2035".
- **Armamento:** El poder de fuego de los tanques es de suma importancia debido a que es su principal baza para imponer respeto y poder atacar a unidades enemigas, siendo este proporcionado por un cañón principal y armas secundarias. El carro de combate Leopard 2D cuenta con un cañón Rheinmetall de 120 mm como arma principal, mismo cañón que usa su homólogo el M1 Abrams. Adicionalmente, cuenta con una ametralladora Rheinmetall MG3 de 7,62 mm, la cual se caracteriza por ser un arma resistente y con una fiabilidad alta, sin una potencia de fuego abrumadora.

Actualmente, el Ejército de Tierra español ha presentado el plan denominado "Brigada 2035", donde expone la posibilidad de sumarse al proyecto del futuro carro de combate europeo. Además, el ejército propone modernizar el actual Leopard 2E, el cual consideran ha llegado a su media vida. En el plan "Brigada 2035", destaca el aumento de blindaje en los vehículos militares y la adición de un sistema de autoprotección tipo APS como uno de sus medios de combate principales.

Dicho esto, se entiende que una mejora necesaria en el armamento del carro de combate Leopard 2E es el cambio de su ametralladora secundaria por una de mayor calibre e independiente, que aumente la potencia de fuego del vehículo y le proporcione de mayor versatilidad durante los combates.

3.3 AMETRALLADORA BROWNING DE 12,70MM

La ametralladora Browning H2 de 12,70mm es una de las armas más longevas que aun sigan en servicio, habiendo sido diseñada por Jonh Moses Browning a finales de la primera guerra mundial. La ametralladora pesada Browning H-2-HB cuenta con variantes que le permiten incorporar ligeras modificaciones que le permiten cumplir con la labor de torreta, la misma ametralladora es utilizada por como torreta de vehículos Humvee de la Infantería de Marina Española.

Además, la ametralladora Browning H2 es utilizada por diversos países en vehículos de combate mediante sus diferentes variantes. La variante M2HB es utilizada por el Ejercito de El Salvador en sus vehículos Hunvee y Cashuat, la misma variante es utilizada por el Ejercito de Estonia en sus vehículos Pasi XA-180 y XA-188 y el Ejercito de Finlandia la utiliza en sus vehículos Patria AMV.

4 DESARROLLO: ANÁLISIS Y RESULTADOS

4.1 SISTEMA DE ARMAS ACTUAL

En el actual apartado se realizará una revisión de los principales sistemas de armas del Leopardo 2E, haciendo hincapié en la ametralladora coaxial, de la que es objeto este proyecto.

4.1.1 CAÑÓN PRINCIPAL

Se trata del arma principal de los carros de combate y la que verdaderamente da la potencia de combate definitiva. El cañón es el encargado de batir objetivos blindados y marcar la diferencia en el campo de batalla debido al calibre de su munición. Entre los diferentes tipos de munición que este cañón puede disparar, podemos destacar las municiones de Carga Hueca Multipropósito (HEAT-MP), la Rompedora de Fragmentación Controlada (HEF), la Perforante con Efecto Lateral Potenciado (PELE), la Antipersonal y Antimaterial (APAM), la de Metralla (Canister) y las de tipo Flecha de Guerra e Instrucción (APFSDS-T DM 33 y TPFSDS-T M 865 respectivamente).

El cañón del carro de combate Leopard 2E, cuenta con dos partes principalmente, el cilindro que conforma el cañón en sí y la culata con la cuña de cierre.

- **Cilindro:** Se trata de una pieza longitudinal de 6.667 mm, de ánima lisa y calibre de 120mm. Se aplica al principio de la fabricación un proceso de autozunchado en dos etapas.
- **Culata y cuña de cierre:** Ambas piezas, montadas junto con otra serie de componentes forman el conjunto del cierre, que asegura la hermeticidad de la recámara en el momento del disparo. Son piezas de gran resistencia mecánica en cuanto al material del que están fabricadas.



Fig 4-1. Sistema de cañón 120mm/L55 de Leopard 2E.

4.1.2 AMETRALLADORA ANTIAEREA

Los carros de combate son excelentes opciones para el combate terrestre, siendo capaces de neutralizar casi cualquier amenaza que se les presente en este sector, sin embargo, como todos los vehículos militares, presenta una serie de desventajas entre las que destaca su inevitable vulnerabilidad contra ataques aéreos, debido principalmente a su escasa visibilidad desde las escotillas y el escaso rango en altura del cañón.

Es por eso, que se decidió implementar un tipo de defensa antiaérea para poder protegerse (en la medida de lo posible) de diferentes tipos de ataques aéreos, principalmente helicópteros. La ametralladora antiaérea del Leopard 2E es la tan conocida MG-42, de dotación en todas las unidades de las Fuerzas Armadas. Para una mayor precisión y comodidad del operario, cuenta con un afuste creado específicamente para dicha ametralladora.

Al tratarse de una ametralladora empleada desde fuera de la escotilla, (lo cual es un gran inconveniente al perder protección) es manejada por el Radio Cargador (RC) de la tripulación.

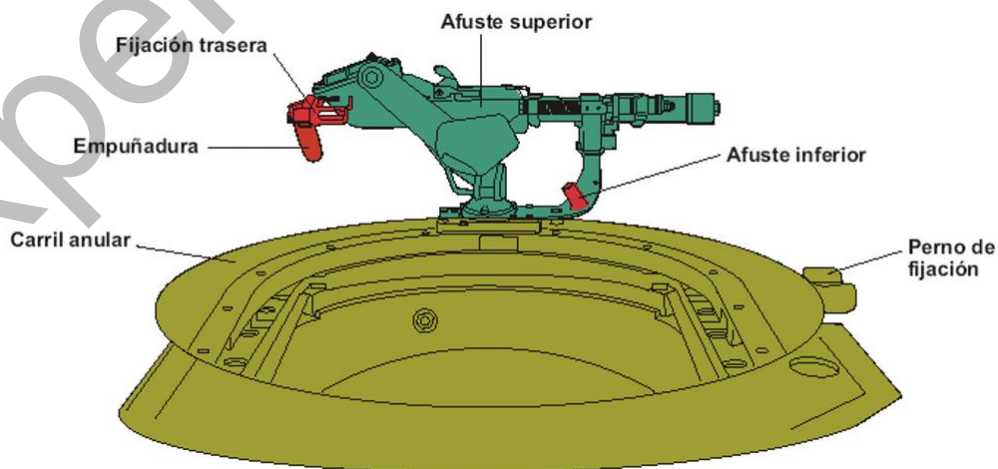


Fig 4-2. Sistema de ametralladora antiaerea Leopard 2E.

4.1.3 Ametralladora coaxial

Como apoyo al cañón, se encuentra otra ametralladora unida al mismo eje que este último mediante un afuste fijo sobre la que se coloca, en el caso del Leopard 2E, la mg-42 en su versión coaxial (que se diferencia de la mg-42 antiaérea al no tener culatín y poseer una bocacha específica para esta función).

La ventaja que poseemos con una ametralladora coaxial es, que siempre va a estar apuntando en la misma línea de tiro que el cañón, por lo que, si el carro de combate se queda sin munición en su arma principal (cañón), siempre se podrá emplear su arma secundaria, en este caso la mg-42 de calibre 7,62mm.

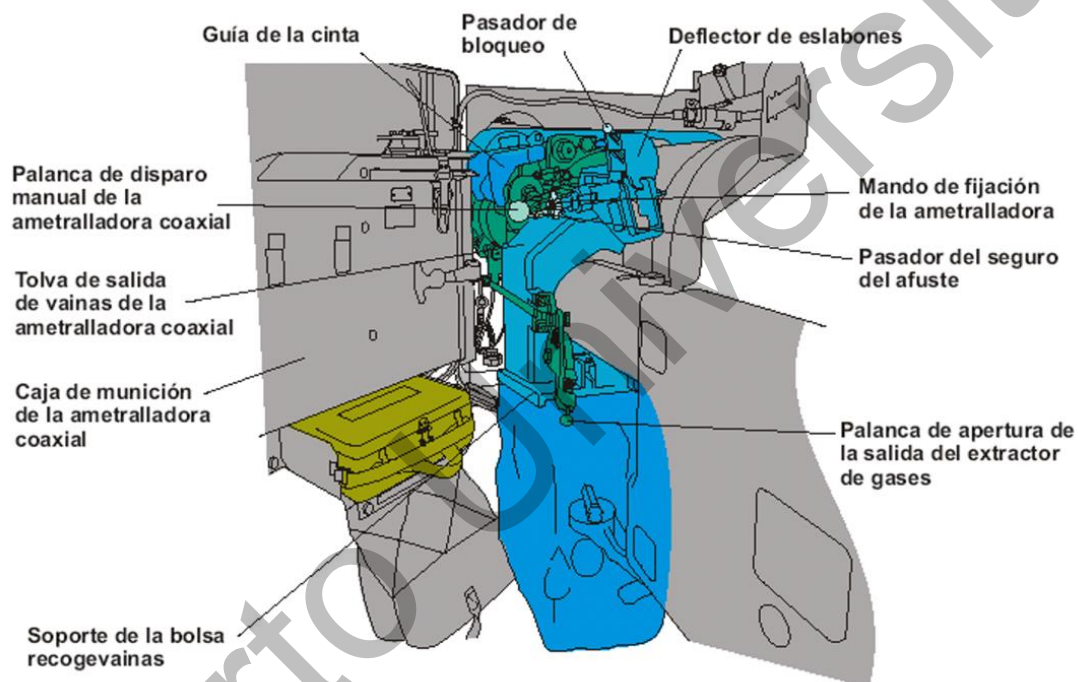


Fig 4-3. Sistema de ametralladora coaxial Leopard 2E.

La ametralladora coaxial es operada por el Tirador (T) del Leopard 2E, donde puede intercambiar la configuración para poder disparar o bien el cañón, o dicha ametralladora, es por tanto un funcionamiento automático y dirigido remotamente mediante dicho miembro de la tripulación, del mismo modo, puede emplearse en su modo manual (solo en caso de fallo eléctrico) por el Radio-Cargador (RC) del carro.

Las desventajas más acusadas de esta ametralladora son el montaje y desmontaje costoso en tiempo en cuanto a su afuste se refiere, la limitación en cuanto a alcance eficaz (1200 m), el elevado número de interrupciones en su funcionamiento combinado y el posible fallo electrónico en el mando del tirador.

Es por ello por lo que se plantea en esta memoria la posibilidad de sustituir la actual máquina por el modelo americano Browning M2, de calibre 12,70mm modificando de esta manera el afuste actual por uno que se adapte a las nuevas dimensiones del modelo norteamericano.

4.2 Análisis DAFO

Como resultado a las entrevistas y operaciones prácticas en el del BICC “Flandes” I/4 por parte del autor y mencionadas en capítulos anteriores, se decide realizar un análisis tipos DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades) para determinar la viabilidad del proyecto.

El principal objetivo del sistema DAFO es poder ver de una forma más clara la decisión de implementar un nuevo sistema de afuste, y por lo tanto, de ametralladora coaxial en el Leopardo 2E.



Fig 4-4. Diagrama análisis DAFO de proyecto.

4.3 Diseño del afuste.

4.3.1 ANALISIS DE CONDICIONES DE ENTORNO

Como ingenieros, a la hora de proponer un diseño que solucione algún tipo de problema, se debe hacer un análisis de las condiciones de entorno que permitan entender las necesidades específicas que se deben cubrir. Es por ello, que en este apartado analizaremos las condiciones geométricas de la ametralladora Browning M2HB y sobre todo sus condiciones operativas, con la finalidad de poder hacer la propuesta de un primer diseño preliminar.

4.3.1.1 CONDICIONES GEOMETICAS

La ametralladora Browning M2HB tiene una longitud total de 1.656 metros, donde, 1.123

metros corresponde a su cañón. Con el fin de analizar sus condiciones geométricas se ha partido de la base de tener un modelo a escala digitalizado de la ametralladora como se muestra en la figura.

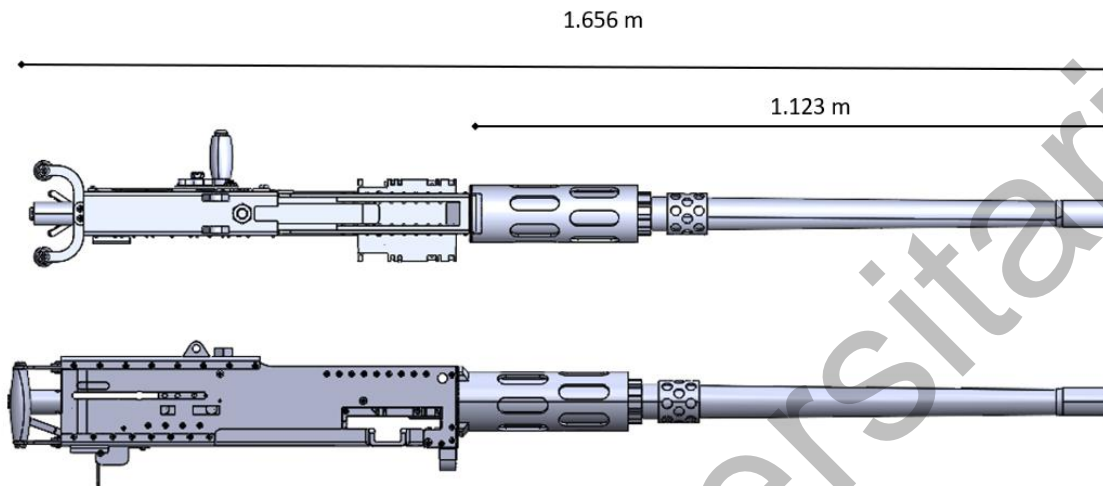


Fig 4-5. Vista superior y lateral de ametralladora M2HB.

Para definir el centro de masa de esta ametralladora, se ha decidido asumir que es un cuerpo sólido simétrico en sus ejes Z e Y, de esta manera se simplifica su cálculo, así como también el de otras propiedades geométricas en un futuro.

$$(1) X = \frac{\sum m_i x_i}{\sum m_i}$$



Fig 4-6. Vista lateral de ametralladora M2HB, Sistema de referencia y centro de masas.

La ametralladora en su configuración M2HB tiene un peso de 38 kilogramos en total, es por ello por lo que a la hora de diseñar el afuste se debe tener en cuenta un diseño capaz de soportar el peso de esta.

4.3.1.2 CONDICIONES OPERATIVAS

Las condiciones operativas, hacen referencia a las circunstancias sobre las cuales trabajara la ametralladora durante su uso, y las cuales pueden afectar al afuste. Dicho esto, el diseño del afuste quedara limitado por dichas condiciones operativas de tal manera que pueda resistir tanto como la ametralladora que está sujetando.

La ametralladora Browning M2HB cuenta con una cadencia de disparo que varía desde 450 hasta los 635 disparos/minuto, siendo la velocidad máxima de salida de cada munición de 930 m/s. Las municiones que utiliza esta ametralladora son las municiones de 12.7mm x 90mm de la OTAN, las cuales además de las dimensiones mencionadas tienen un peso de 42g en la bala y

115g en el cartucho.

En primer lugar, se procede a calcular la fuerza de retroceso que la bala genera sobre la ametralladora, dado esta es la única fuerza sobre el eje longitudinal del equipo. Para ello, se tomará en cuenta la velocidad de salida de la munición además de su peso, solo se considerará el peso de la bala y no del casquillo, debido a que esta es la que recorre el cañón.

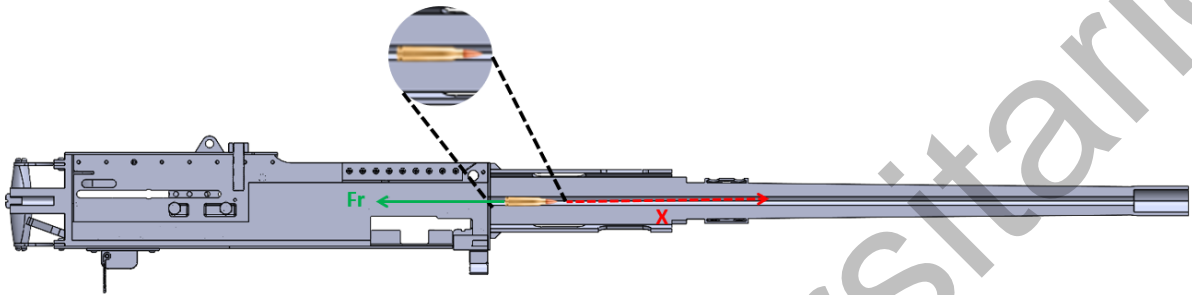


Fig 4-7. Diagrama de cuerpo libre ametralladora M2HB, fuerza de retroceso.

El análisis de la fuerza de retroceso se plantea con las ecuaciones básicas de dinámica correspondientes al Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado (2) y (3).

$$(2) x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$(3) v = v_0 + a t$$

Para el problema en concreto se supone que la distancia y la velocidad iniciales son iguales a cero, debido a que se entiende la bala parte del reposo y en la coordenada cero del cañón respectivamente. Aplicando esta asunción, se consigue la ecuación (2b).

$$(2b) x = \frac{1}{2} a t^2$$

Resolviendo el sistema de dos ecuaciones y dos incógnitas obtenido con las ecuaciones (2b) y (3) se obtiene el tiempo que demora la bala en salir del cañón y su respectiva aceleración, la cual se reemplaza en la segunda ecuación de las leyes de Newton y se obtiene la fuerza de retroceso en la ametralladora, la cual es de 384kN.

La importancia del cálculo de esta fuerza radica en el futuro análisis de esfuerzos del afuste diseñado, al conocerse la fuerza y asumirse como una fuerza puntual se pueden hacer los cálculos de esfuerzo estáticos, adicionalmente, como si se evalúa como una fuerza periódica se puede conocer los niveles de fatiga que debe soportar el afuste diseñado, siendo esta una de las condiciones operativas más importantes.

4.3.2 DISEÑO PRELIMINAR

Se ha decidido realizar un diseño preliminar lo mas simple posible que pueda satisfacer

todas las necesidades planteadas en los capítulos anteriores. Para el diseño se a contemplado un afuste dividido en dos partes, una parte fija (Naranja) que reposa sobre el tanque y cuenta con 4 guías roscadas sobre las cuales calzará el cuerpo del afuste (Verde), que podrá ser deslizado a su posición y posteriormente apretar las guías roscadas.

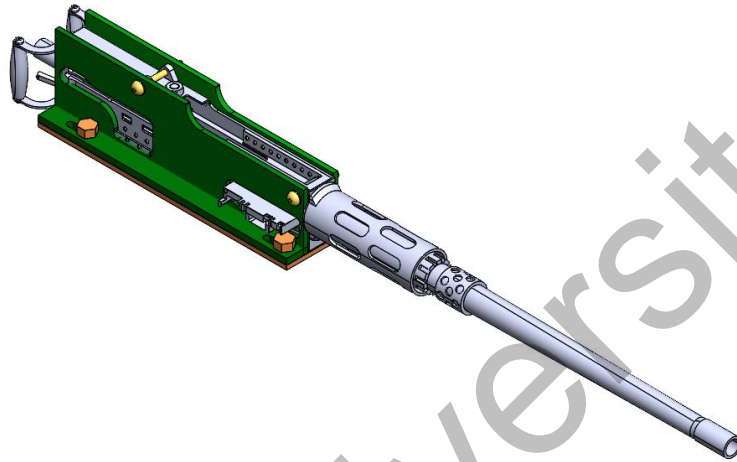


Fig 4-8. Vista isométrica de ametralladora y afuste simple.

Este diseño soluciona la necesidad de que se pueda montar y desmontar la ametralladora con facilidad y rapidez del tanque, de tal manera que la parte fija del afuste estará acoplada al tanque y la ametralladora siempre se moverá junto al cuerpo de este, el que luego podrá ser desmontado una vez este fuera del tanque.

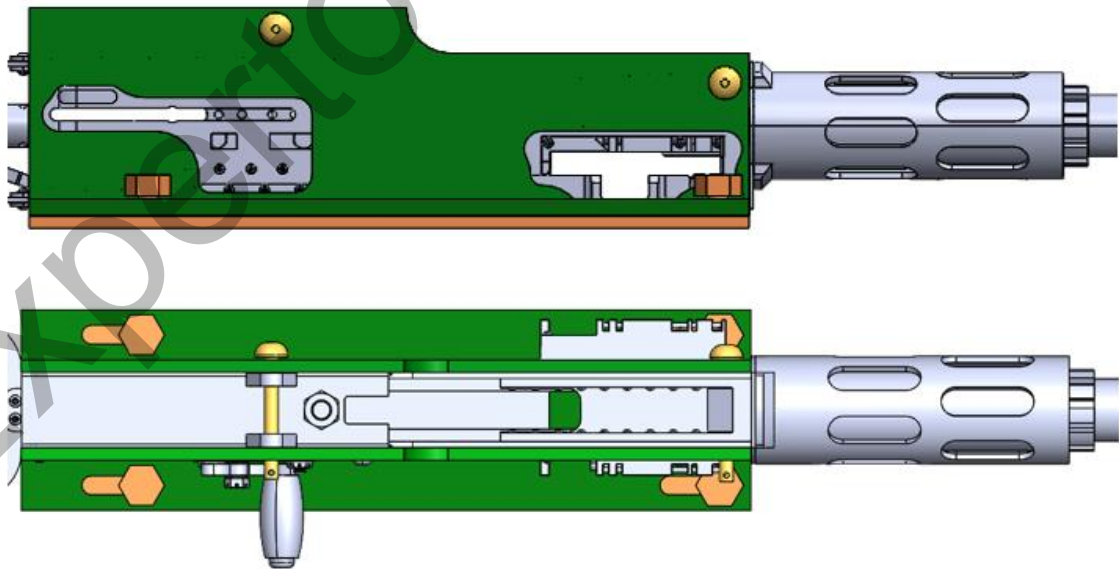


Fig 4-9. Vista lateral y superior del afuste de la ametralladora.

Si bien se entiende que es un diseño simple y que aun no se han contemplado los métodos de

sujeción de la base al carro de combate, el modelo preliminar permite realizar las simulaciones y cálculos necesarios para poder definir si soportara las cargas a las cuales se vera sometido durante el funcionamiento de la ametralladora. Dicho este se entiende que el modelo presentado en este apartado es un modelo totalmente simplificado, al cual le faltaría el mecanismo de resortes que permitirá reducir el efecto del retroceso de la propia ametralladora y el ajuste al carro de combate.

4.3.3 SIMULACIÓN Y VALIDACIÓN DE ESFUERZOS

4.3.4 DISEÑO DEFINITIVO

4.4 Pliego de Prescripciones Técnicas (PPT)

4.5 Diagrama de Gantt

4.6 Estructura de Desglose de Trabajo. (EDT)

4.7 Análisis de calidad

4.8 Gestión de riesgos

5 CONCLUSIONES

6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS