

Trabajo Fin de Grado

ALTERNATIVAS AL CAÑÓN DE 30MM PARA EL DRAGÓN DE CABALLERÍA. NECESIDADES DEL ARMA EN EL FUTURO PRÓXIMO

CAC David Carrión López

Director académico: Dña. Nerea Vadillo Bengoa

Director militar: Capitán D. Borja Ayllón Ibáñez

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar



Agradecimientos

En primer lugar, encabezan los agradecimientos mi directora académica, doña Nerea Vadillo Bengoa, y a mi director militar, el capitán de caballería don Borja Ayllón Ibáñez perteneciente al Regimiento de Caballería ‘Farnesio’ nº12. Por un lado, la directora ha estado dispuesta a la resolución de cualquier duda en cualquier momento y ha sido clara y comprensible en cómo debía realizar el trabajo. Por otro lado, mi director militar ha sido parte clave debido a la información y contactos que me ha facilitado, la orientación que me ha dado y la distribución en la realización de la encuesta.

Del mismo modo, gracias a mi familia, amigos y mi pareja que me han apoyado incondicionalmente a seguir este camino con fuerza y motivación.

En segundo lugar, agradecer al Regimiento Farnesio por la oportunidad y la increíble acogida durante el periodo de prácticas. Además, un especial agradecimiento al tercer escuadrón, al mando del capitán Hugo de Diego Andrés, junto al resto de cuadros de mando y personal de tropa, por el trato y la cercanía en mi estancia en el escuadrón.

En tercer lugar, continúo con los agradecimientos, dirigiéndolos esta vez a los cuadros de mando que han participado en las entrevistas, y a los cuadros de mando y personal de tropa que realizaron la encuesta distribuida.

Por último, agradezco al Grupo de Caballería Ligero Acorazado Milán XVI, y en concreto, al segundo escuadrón, por ayudarme a dar mis primeros pasos en el arma de caballería y motivarme a escogerla en la elección de arma como oficial.





RESUMEN

Este trabajo aborda la importante decisión de seleccionar el cañón ideal para el vehículo Dragón 8x8 para caballería, centrándose en el análisis exhaustivo de las alternativas posibles, con especial énfasis en el cañón CT40 de 40mm de CTA International y el que, en un principio equipará, el cañón Bushmaster II MK44S Stretch de 30mm y su adaptación al calibre 40mm. El planteamiento surge de las necesidades de la caballería española, teniendo en cuenta sus diferentes cometidos en las operaciones y considerando las tendencias actuales en calibres y blindajes.

Se evalúan las tres alternativas ya nombradas, una de 30mm y las otras dos de 40mm, analizando su idoneidad para la caballería. La atención se centra en el CT40, destacando sus potentes prestaciones, tecnología avanzada y versatilidad en el campo de batalla.

La necesidad de adaptarse a las amenazas y futuras ha impulsado la revisión del armamento principal del Dragón. La elección del cañón no solo busca fortalecer las capacidades de combate, sino también optimizar la logística y la integración en otras barcas.

El propósito es proporcionar recomendaciones y apoyar la toma de decisiones del Ejército de Tierra para la implementación de un sistema de armas moderno y eficaz, capaz de hacer frente a diversas amenazas.

La metodología abarca una revisión bibliográfica detallada, considerando las tendencias en el ámbito del calibre de los cañones de otros ejércitos y en el aspecto de la protección, con la mejora de blindajes. Además, se han realizado entrevistas a cuadros de mando del arma de caballería con una formación específica, así como una encuesta para cuadros de mando y personal de tropa, aplicando por tanto, métodos cuantitativos y cualitativos. Seguidamente, se realizó el análisis de cada alternativa mediante el uso análisis DAFO y Radar Chart. Por último, se aplicó la herramienta de análisis multicriterio AHP y el método comparativo.

Los resultados revelan que el CT40 destaca en su tecnología avanzada y capacidad de adaptación a diversos escenarios. Su elección presenta ventajas significativas en términos de potencia de fuego, eficiencia logística y capacidades operativas mejoradas.

Por lo tanto, los resultados respaldan la hipótesis inicial de que el CT40 es la mejor alternativa para satisfacer las necesidades de la caballería española, proporcionando una solución equilibrada y avanzada en términos de capacidad de fuego y flexibilidad operativa.

Palabras clave

Caballería, cañón, calibre, amenaza, misión.



ABSTRACT

This work addresses the crucial decision of selecting the ideal cannon for the Dragon 8x8 cavalry vehicle, focusing on the exhaustive analysis of possible alternatives, with special emphasis on the CT40 40mm cannon from CTA International and the initially equipped 30mm Bushmaster II MK44S Stretch cannon and its adaptation to the 40mm caliber. The approach arises from the needs of the Spanish cavalry, considering its different roles in operations and taking into account current trends in calibers and armor.

Therefore, the three aforementioned alternatives, one of 30mm and the other two of 40mm, are evaluated, analyzing their suitability for cavalry. Attention is focused on the CT40, highlighting its powerful performance, advanced technology, and versatility on the battlefield.

The need to adapt to current and future threats has driven the review of the Dragon's main armament. The choice of the cannon not only aims to strengthen combat capabilities but also to optimize logistics and integration into other platforms.

The purpose is to provide recommendations and support the decision-making of the Army for the implementation of a modern and effective weapons system capable of facing various threats.

The methodology includes a detailed literature review, considering trends in the caliber of cannons from other armies and improvements in armor protection. Additionally, interviews were conducted with cavalry unit commanders with specific training, and a survey was administered to officers, noncommissioned officers and enlisted personnel, applying both quantitative and qualitative methods. Subsequently, each alternative was analyzed using SWOT analysis and Radar Chart. Finally, the Analytic Hierarchy Process (AHP) and the comparative method were applied.

The results reveal that the CT40 stands out for its advanced technology and adaptability to various scenarios. Its selection offers significant advantages in terms of firepower, logistical efficiency, and improved operational capabilities.

Therefore, the results support the initial hypothesis that the CT40 is the best alternative to meet the needs of the Spanish cavalry, providing a balanced and advanced solution in terms of firepower and operational flexibility.

KEYWORDS

Cavalry, cannon, caliber, threat, mission.



INDICE DE CONTENIDO

Agradecimientos	I
RESUMEN	III
Palabras clave	III
ABSTRACT.....	IV
KEYWORDS	IV
INDICE DE FIGURAS.....	VIII
INDICE DE TABLAS.....	X
ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS.....	XI
1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Justificación del trabajo	1
1.2 Antecedentes y conceptos clave	1
1.3 Ámbito de aplicación	2
2 OBJETIVOS Y METODOLOGÍA.....	3
2.1 OBJETIVOS Y ALCANCE	3
2.1.1 Hipótesis	4
2.2 METODOLOGÍA	4
3 ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO	5
3.1 La caballería española	5
3.1.1 Tendencias en vehículos de reconocimiento y combate terrestre	5
3.2 Tendencias en otros ejércitos en sus unidades mecanizadas y acorazadas.....	7
3.2.1 Estados Unidos (EE. UU.)	8
3.2.2 Reino Unido	9



3.2.3 Francia	9
3.2.4 Italia	10
3.2.5 Rusia	11
3.2.6 Alemania	11
3.2.7 Marruecos	12
3.3 Municiones	12
3.3.1 Tipos de municiones.....	12
4 DESARROLLO: ANÁLISIS Y RESULTADOS	13
4.1 ENTREVISTAS Y ENCUESTAS	14
4.2 Módulo de análisis I: cañón Bushmaster II MK44S Stretch 30mm	17
4.2.1 Análisis DAFO (Debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades) del cañón Bushmaster II MK44S Stretch.....	17
4.2.2 Radar chart cañón Bushmaster II MK44S Stretch 30mm	22
4.3 Módulo de análisis II: cañón Bushmaster II MK44S Stretch 40mm	22
4.3.1 Análisis DAFO (Debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades) del cañón Bushmaster II MK44S Stretch 40mm	22
4.3.2 Radar chart cañón Bushmaster II MK44S Stretch 40mm	26
4.4 Módulo de análisis III: cañón CT40 de 40mm	26
4.4.1 Análisis DAFO (Debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades) del cañón CT40 de 40mm	26
4.4.2 Radar chart cañón Bushmaster II MK44S Stretch 40mm	29
4.5 Sistema de análisis multicriterio (AHP)	30
4.6 Análisis comparativo.....	31
5 CONCLUSIONES.....	32
5.1 Propuesta de mejora	33
6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34



Anexo I. Formato de entrevista	35
Anexo II. Respuestas de las entrevistas	36
Anexo III. Ficha técnica munición encapsulada del CT40	43
Anexo IV. Ficha técnica munición 30x173mm	47
Anexo V. Munición Super Forty o Super Shot	50
Anexo VI. Ficha técnica cañón MK44S Stretch 30/40mm	51
Anexo VII. Gráfico de información cañón CT40.....	53
Anexo VIII. Resultado encuesta	54
Anexo IX. Fases de la aplicación del sistema de análisis multicriterio AHP	63



INDICE DE FIGURAS

Ilustración 1 Estructura orgánica de las unidades de caballería. Fuente: Elaboración propia.	3
Ilustración 2 Vehículo de Exploración de Caballería. Fuente: Ministerio de Defensa de España.	6
Ilustración 3 Vehículo Dragón 8x8, futuro sustituto del VEC. Fuente: Ministerio de Defensa de España.	7
Ilustración 4 Vehículo Ajax del ejército británico. Fuente: Ministry of Defence.	9
Ilustración 5 Diagrama de árbol de los procesos seguidos para la obtención de los resultados. Fuente: Elaboración propia.	14
<i>Ilustración 6 Diagrama de barras con la ponderación relativa de las respuestas de la encuesta en porcentaje. Fuente: Elaboración propia.</i>	15
<i>Ilustración 7 Fórmula para cálculo de ponderaciones relativas. Fuente: Elaboración propia.</i> ...	16
Ilustración 8 Comparativa tamaño de cañones. Fuente: Memorial de caballería nº90.	19
Ilustración 9 Capacidad de penetración de blindajes de diferentes calibres en su arco frontal. Fuente: CTA INTERNATIONAL.	20
Ilustración 10 Comparación tamaño municiones. Fuente: CTA INTERNATIONAL.	20
Ilustración 11 Munición 30x173mm para MK44 de 30mm. Fuente: General Dynamics.	21
<i>Ilustración 12 Radar chart cañón Bushmaster II MK44S Stretch 30mm. Fuente: Elaboración propia.</i>	22
Ilustración 13 Comparación munición 30x173mm y Super Forty 40mm. Fuente: General Dynamics.	24
Ilustración 14 Radar chart cañón Bushmaster II MK44S Stretch de 40mm. Fuente: Elaboración propia.....	26
Ilustración 15 Radar chart del cañón CT40 de 40mm. Fuente: Elaboración propia.	30
Ilustración 16 Radar chart comparativo de las 3 alternativas evaluadas. Fuente: elaboración propia.....	31
Ilustración 17 Comparativa de tamaño munición Super Forty de 40mm y 30x173mm. Fuente: General Dynamics.	50
Ilustración 18 Etapa 1. Introducción de criterios y subcriterios. Fuente: Elaboración propia mediante programa AHP.	63
Ilustración 19 Etapa 2. Cálculo ponderación de los criterios. Fuente: Elaboración propia mediante programa AHP.	63



Ilustración 20 Etapa 2. Cálculo de ponderación de los subcriterios. Fuente: Elaboración propia mediante programa AHP.....	64
Ilustración 21 Etapa 3. Cálculo de ponderaciones entre las tres alternativas. Fuente: Elaboración propia mediante programa AHP.....	64
Ilustración 22 Etapa 3. Cálculo de ponderaciones entre las tres alternativas. Fuente: Elaboración propia mediante programa AHP.....	64
Ilustración 23 Etapa 3. Cálculo de ponderaciones entre las tres alternativas. Fuente: Elaboración propia mediante programa AHP.....	65
Ilustración 24 Resultado final con la ponderación total de cada alternativa. Fuente: Elaboración propia mediante programa AHP.....	65



INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Análisis DAFO cañón Bushmaster II MK44S Stretch de 30mm. Fuente: Elaboración propia mediante herramienta del Ministerio de Industria.	18
<i>Tabla 2 Análisis DAFO cañón Bushmaster II MK44S Stretch de 40mm. Fuente: Elaboración propia mediante herramienta del Ministerio de Industria.</i>	23
Tabla 3 Análisis DAFO cañón CT40 de 40mm. Fuente: elaboración propia mediante herramienta del Ministerio de Industria.	27
Tabla 4 Resultado final. Matriz de decisión. Fuente: Elaboración propia mediante el método de decisión multicriterio AHP.	30
Tabla 5 Matriz en base a características técnicas de las 3 alternativas. Fuente: Elaboración propia.....	32
Tabla 6 Características munición APFSDS-T. Fuente: CTA International.	43
Tabla 7 Características munición GPR-AB-T. Fuente: CTA International.	43
Tabla 8 Características munición GPR-KE-T. Fuente: CTA International.	44
Tabla 9 Características munición GPR-PD-T. Fuente: CTA International.	44
Tabla 10 Características munición KE-AB. Fuente: CTA International.	45
Tabla 11 Características munición TP-T. Fuente: CTA International.	45
Tabla 12 Características munición TPRR-T. Fuente: CTA International.	46



ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS

- ABM: Airburst munition (munición programable para explosión aérea)
- AHP: Analytic Hierarchy Process (proceso de jerarquía analítica)
- AML-90: Auto Mitrailleuse Legére (autoametralladora ligera, vehículo blindado)
- AMM: Ametralladora media
- APDS: Armour-piercing discarding sabot (munición perforante con sabot desecharable)
- APS: Active protection system (sistema de protección activa)
- AT: Antitank (contracarro)
- BCT: Brigadas de combate
- BMP: Vehículo de combate de infantería (en ruso)
- BMR: Blindado Medio de Ruedas
- CAC: Caballero alférez cadete
- CC: Carro de combate
- CFV: Combat Fighting Vehicle (Vehículo de Combate de infantería)
- CT40: Case telescoped de 40mm (telescópico con carcasa)
- CTA: Case telescoped armament (armamento telescópico con carcasa)
- CTAS: Case telescoped armament system (sistema de armamento telescópico con carcasa)
- CVR: Combat Vehicle Reconnaissance (Vehículo de Reconocimiento y Combate)
- DAFO: Debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades
- ELAC: Escuadrón ligeroacorazado
- ERC-90: Engin de reconnaissance à canon de 90mm (Vehículo de Reconocimiento con cañón de 90mm)
- ET: Ejército de Tierra
- GDLS: General Dynamics Land Systems (es una empresa de tecnología militar)
- HEI: High explosive incendiary (alto explosivo incendiario o rompedor)
- ICVD: Infantry Carrier vehicle dragoon (vehículo de transporte de infantería dragoon)



- IED: Improvised explosive device (artefacto explosivo improvisado)
- MADOC: Mando y doctrina
- MCC TOW: Misil contracarro tuve-launched, optically tracked and wire-guided (lanzado por tubo, rastreado ópticamente y guiado por cable)
- MCT-30: Medium caliber turret de 30mm (torre de calibre medio de 30mm)
- NBQ: Nuclear, biológico y químico
- NGCV: Next generation combat vehicle (próxima generación de vehículo de combate)
- OTAN: Organización del Tratado Atlántico Norte
- RHA: Rolled homogeneous armour (armadura homogénea laminada)
- RWS: Estación de armas de control remoto
- SWOT: Es DAFO en inglés
- UAS: Unmanned Aerial System (sistema aéreo no tripulado)
- UGV: Unmanned Ground Vehicle (vehículo Terrestre no tripulado)
- UPA: Unidad de potencia auxiliar
- US: United States (Estados Unidos)
- TFG: Trabajo de fin de grado



1 INTRODUCCIÓN

Con la futura llegada del vehículo Dragón 8x8 al Ejército de Tierra, la caballería podrá sustituir al obsoleto Vehículo de Exploración de Caballería (VEC). Este cambio, en términos de cañón, supondrá un aumento de calibre de 25mm a 30mm. Este calibre de 30mm puede ser suficiente para la infantería, pero puede ser insuficiente para el arma de caballería. Es de relevancia identificar la importancia crítica que representa el calibre del cañón en los blindados asignados a las secciones de reconocimiento de caballería. Estas unidades desempeñan un papel fundamental en la moderna guerra terrestre, ya que se enfrentan a un enemigo que está equipado con vehículos con blindajes de última generación. La elección de un mayor calibre en los cañones de estos blindados no es irrelevante, sino que se vuelve esencial en un escenario donde la superioridad de potencia de fuego y la capacidad de penetración pueden ser determinantes en el campo de batalla.

En este apartado se explican los motivos que impulsan la realización de este trabajo, su ámbito de aplicación, los antecedentes y conceptos clave, así como la estructura de la memoria que se ha seguido.

1.1 Justificación del trabajo

La realización de este trabajo se justifica por varias razones fundamentales. En primer lugar, el vehículo Dragón 8x8 desempeña un papel estratégico en el Ejército de Tierra, especialmente en las unidades de caballería, y su capacidad para enfrentarse a amenazas mecanizadas y acorazadas, y cumplir misiones tácticas, es de suma importancia. El cañón y la munición que este vehículo utiliza son factores críticos en su desempeño operativo, y cualquier mejora o cambio en estas áreas puede tener un impacto significativo en la efectividad de las operaciones militares.

Además, el entorno de seguridad internacional está en constante evolución, y la amenaza de vehículos mecanizados y acorazados enemigos es una preocupación constante. Por lo tanto, es esencial que las unidades de caballería estén equipadas con vehículos y armamento que puedan hacer frente a estas amenazas de manera efectiva y eficiente.

La justificación también radica en la necesidad de optimizar los recursos financieros en las Fuerzas Armadas. La evaluación de alternativas al cañón y la munición actual del vehículo Dragón 8x8 puede tener implicaciones económicas significativas, ya que la adquisición y el mantenimiento de equipos militares representan una parte importante del presupuesto del Ministerio de Defensa.

Por ello, este trabajo proporcionará información valiosa para la toma de decisiones estratégicas y tácticas en relación con la modernización y mejora de vehículos de caballería, no solo en el contexto del vehículo Dragón 8x8, sino también en vehículos similares en uso a nivel internacional.

En resumen, este trabajo se justifica por su relevancia para la seguridad nacional, la optimización de recursos y la generación de conocimientos críticos en el campo de Defensa.

1.2 Antecedentes y conceptos clave

El cañón de 25mm del VEC 6x6 ha demostrado ser efectivo en una variedad de escenarios operativos y ha sido una elección estratégica para el ejército español en la configuración de sus



unidades de caballería. Sin embargo, en un entorno de seguridad en constante evolución y con la aparición de nuevas amenazas, es importante considerar la continua idoneidad de esta elección de calibre y evaluar si alternativas, como aumentar el calibre o adoptar nuevas tecnologías de cañones, podrían mejorar aún más la capacidad del VEC en el futuro. Por lo tanto, para su sustituto el Dragón, es necesaria la evaluación y el análisis de las opciones para su cañón ya que son temas relevantes y pertinentes en la evolución y modernización de la caballería.

El desarrollo de este trabajo implica la comprensión de varios conceptos clave relacionados con vehículos blindados, cañones y munición, así como con las operaciones militares en general. Algunos de estos conceptos incluyen:

1. Calibre del Cañón: Se refiere al diámetro interior del cañón del arma y es un factor determinante en la potencia y capacidad de penetración de un proyectil. El calibre del cañón puede variar significativamente entre diferentes vehículos blindados y armamento.

2. Municiones: Es clave saber qué munición es compatible con el cañón y sus capacidades.

3. Movilidad: Se refiere a la capacidad de un vehículo para moverse rápidamente en terrenos variados, lo que puede verse afectado por el peso del cañón y otros aspectos.

4. Viabilidad Económica: Implica evaluar los costos asociados con la adquisición, mantenimiento y operación de equipos militares, incluyendo el reemplazo o actualización de armamento.

5. Ambiente operativo: Son misiones tácticas que involucran unidades móviles de combate, como vehículos blindados, que se despliegan para realizar reconocimientos, patrullas, y otras misiones.

La comprensión de estos conceptos es fundamental para poder valorar qué cañón es más adecuado para el Dragón.

1.3 Ámbito de aplicación

Este Trabajo de Fin de Grado (TFG) ha sido realizado en la Base "El Empecinado" (Santovenia de Pisuerga, Valladolid) durante el periodo del 4 de septiembre al 15 de octubre de 2023. Las prácticas se han realizado en este periodo en el Regimiento de Caballería "Farnesio" nº 12, una de las unidades que integrará en sus secciones ligeras el Dragón 8x8.

El ámbito de aplicación de este trabajo es exclusivo para el ET y en particular para todas las unidades de caballería que poseen el VEC, ya que este será sustituido por el Dragón 8x8. Este TFG busca proporcionar recomendaciones para apoyar la toma de decisiones a la hora de escoger el cañón definitivo del Dragón 8x8.

En el siguiente esquema (ver ilustración 1) se muestran las unidades de caballería del ET, de las que descartaríamos al Regimiento "Lusitania" nº 8, al Regimiento "Montesa" nº 3 y al Regimiento "Alcántara" nº 10, por no tener en sus unidades VEC y por tanto no recibirán ningún Dragón 8x8.

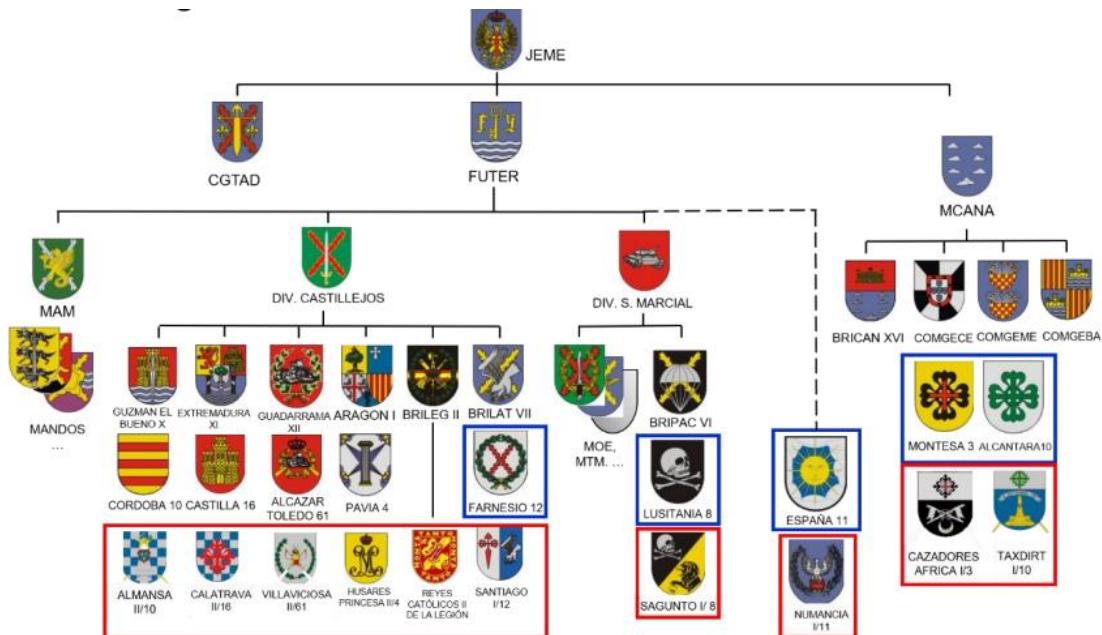


Ilustración 1 Estructura orgánica de las unidades de caballería. Fuente: Elaboración propia.

2 OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

2.1 OBJETIVOS Y ALCANCE

En este apartado se definen los objetivos y el alcance de este trabajo, que son los que establecen el propósito de la investigación. Además, se explicará la metodología utilizada que es la que describe cómo se llevará a cabo la investigación, para respaldar las recomendaciones finales.

1. Analizar tendencias de otros ejércitos en el calibre: El objetivo del trabajo es llevar a cabo una revisión bibliográfica exhaustiva de las tendencias en armamento de vehículos mecanizados/acerazados, centrándose en las soluciones adoptadas por otros ejércitos a nivel internacional. Esto incluye el estudio de cañones de mayor calibre y la exploración de tecnologías y estrategias innovadoras.

2. Evaluar alternativas posibles al cañón existente: El trabajo se propone evaluar detalladamente las capacidades de tres opciones principales: el cañón existente del vehículo Dragón 8x8, una mejora al aumentar el calibre del cañón existente y la adopción de otro cañón ya existente utilizado por otros ejércitos. Esto permitirá comparar sus capacidades de forma más precisa.

3. Recopilar opiniones e información de personal militar con experiencia: Para respaldar la toma de decisiones, se buscará recopilar opiniones y datos de expertos en armamento y personal militar de caballería con experiencia en el uso de vehículos mecanizados/acerazados, incluyendo también a personal que ha participado en evaluaciones del Dragón 8x8. Se llevarán a cabo entrevistas y encuestas para obtener información valiosa que oriente el proceso de selección.

4. Formular recomendaciones basadas en la información recopilada: Basándose en los hallazgos y el análisis de las alternativas estudiadas, el trabajo se propone formular recomendaciones concretas y basadas en toda la información recopilada. Estas



recomendaciones estarán orientadas a la elección del cañón más adecuado para el vehículo Dragón 8x8, considerando las tendencias actuales y las necesidades específicas del ejército español.

5. Apoyar la toma de decisiones estratégicas: Finalmente, el trabajo tiene como objetivo proporcionar una base para la toma de decisiones estratégicas relacionadas con el armamento del vehículo Dragón 8x8. Esto incluye considerar los aspectos operativos, técnicos, financieros y de seguridad en la elección de la opción más adecuada.

Estos objetivos recalcan la importancia de analizar las tendencias y alternativas a nivel internacional, así como la evaluación detallada de las capacidades de las tres opciones estudiadas. El objetivo final es proporcionar recomendaciones que apoyen la toma de decisiones estratégicas en el ámbito militar.

2.1.1 Hipótesis

El cañón CT40 de 40 mm de CTA International se perfila como la elección óptima para mejorar el rendimiento de la torre del vehículo Dragón 8x8 para caballería, debido a sus potentes prestaciones y su gama de municiones innovadoras.

2.2 METODOLOGÍA

La metodología para este estudio se ha basado en un enfoque mixto que incorpora tanto métodos cuantitativos como cualitativos para obtener una visión completa y precisa de las alternativas al cañón del vehículo Dragón 8x8 y sus implicaciones. A continuación, se describen los componentes clave de la metodología:

1. **Revisión bibliográfica:** Se ha llevado a cabo una revisión exhaustiva de la literatura especializada, que incluirá investigaciones previas, informes técnicos y documentos relacionados con el armamento de vehículos blindados. Esto proporcionará una base sólida de conocimiento sobre las tendencias y capacidades actuales en este campo.
2. **Entrevistas con personal más especializado:** Se han realizado entrevistas con personal militar que ha participado en evaluaciones y ejercicios con el Dragón 8x8 y personal militar con cursos especializados en torre de vehículos mecanizados y acorazados. Estas entrevistas permitirán recopilar información cualitativa sobre las ventajas, desventajas y consideraciones estratégicas de las alternativas estudiadas.
3. **Encuestas a personal militar:** Se han diseñado encuestas estructuradas y se administran a personal militar con experiencia en el uso de vehículos mecanizados y acorazados, con un enfoque en la caballería. Estas encuestas recopilan datos cuantitativos sobre preferencias, necesidades operativas y requisitos específicos en términos de calibre, alcance y capacidad de penetración del cañón.
4. **Ánalisis de Datos Cuantitativos:** Los datos cuantitativos recopilados a través de las encuestas se han analizado mediante métodos estadísticos y técnicas de análisis de datos para identificar patrones, tendencias y relaciones significativas. Esto permite cuantificar preferencias y prioridades del personal militar.
5. **Análisis DAFO:** Se ha aplicado un análisis DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades) a las alternativas estudiadas, basándose en los hallazgos cualitativos y cuantitativos. Esto proporciona una evaluación integral de las opciones y orientará la formulación de recomendaciones.



6. Análisis comparativo: Se ha realizado una comparación detallada de las capacidades de las alternativas, incluyendo la capacidad de penetración de blindaje, alcance efectivo, precisión y otras métricas clave. Esto respalda la evaluación de ventajas y desventajas.

Por tanto, si se clasifican las metodologías empleadas:

- Métodos cuantitativos:** encuesta a cuadros de mando y personal de tropa de las diferentes unidades de caballería. Diagrama de radar. Herramienta de Análisis Multicriterio.

- Métodos cualitativos:** entrevistas a cuadros de mando con cursos específicos de vehículos mecanizados y acorazados, y mandos con participación en evaluaciones del Dragón 8x8. Investigación y revisión bibliográfica.

- Análisis DAFO:** tiene como objetivo evaluar las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades de las alternativas a estudiar.

- Método comparativo:** evalúa las alternativas al cañón del vehículo Dragón 8x8 en función de criterios predefinidos, proporcionando una comparación objetiva de sus capacidades, lo que respaldará recomendaciones fundamentadas en el estudio.

3 ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO

El marco teórico de este trabajo se adentra en un análisis de la Caballería española, explorando tanto sus antecedentes históricos como las tendencias actuales en el ámbito de los vehículos de caballería. En este contexto, se ha abordado la evolución de la Caballería española y su necesaria adaptación a un entorno operativo en constante cambio.

Además, se han examinado las tendencias globales relacionadas con calibres y blindajes utilizados por ejércitos de referencia o de interés para España. Este análisis se complementa con una revisión detallada de los tipos de municiones que equipan los cañones de estos vehículos, lo que es crucial para entender las capacidades y alcances de estos sistemas de armas.

El marco teórico proporciona un importante fundamento para la posterior evaluación de alternativas y la toma de decisiones estratégicas en el ámbito de la Caballería y sus sistemas de armas.

3.1 La caballería española

La caballería española desempeña un papel fundamental en el ámbito de la defensa y seguridad, con misiones que abarcan desde el reconocimiento, la seguridad y el contacto, hasta el combate en entornos operativos cambiantes y desafiantes. En el escenario actual, la caballería se enfrenta a la necesidad de adaptarse a los desafíos del campo de batalla moderno y evolucionar para cumplir con eficacia sus cometidos.

Como referencia principal de antecedentes de vehículos, este apartado se ha centrado en mayor medida en el VEC, siendo este el antecesor al futuro Dragón 8x8. (Fernández Alonso, 2019) ((MADOC), Caballería, 2020)

3.1.1 Tendencias en vehículos de reconocimiento y combate terrestre

En las últimas décadas, las unidades de reconocimiento de han experimentado una notable evolución en sus vehículos y armamento. Estas unidades del Ejército de Tierra han utilizado una



variedad de vehículos blindados, mecanizados y acorazados para llevar a cabo sus misiones. Estos vehículos han evolucionado con el tiempo, adaptándose a las necesidades cambiantes del campo de batalla moderno. Algunos de los modelos de vehículos que ha utilizado la caballería española incluyen: (Fernández Alonso, 2019)

•**VEC-M1:** Este vehículo de reconocimiento y combate fue utilizado por la caballería española en la década de 1980. Estaba equipado con un cañón de 20mm. En 1988 todos los VEC ya contaban con la torre OTO-Melara TC-25. Ver ilustración 2.

El VEC cuenta con un cañón automático M242 Bushmaster de 25 mm como su arma principal, el cual es alimentado por un motor eléctrico. Este cañón está instalado en una torre Oto Melara TC-25, que se fabrica bajo licencia en España por Santa Bárbara. Inicialmente, la torre original de Oto Melara (TC-20) estaba diseñada para un cañón Rheinmetall Rh-202 de 20 mm, y la adaptación de un nuevo cañón de mayor calibre resultó ser un desafío significativo. Como consecuencia, durante los primeros años de servicio, la mayoría de los VEC no tenían torre, excepto algunos a los que se les montó la propia TC-20 y otros en los que se instaló la torre con el cañón de 90 mm proveniente de los AML-90 retirados. ((MADOC), Tendencias según especialidades, Caballería, 2022)

A partir de 1994, el VEC experimentó un proceso de modernización que incluyó el fortalecimiento del blindaje para resistir armas de hasta 14,5 mm, la reducción de la firma térmica del vehículo y la instalación de un sistema antiexplosiones. Su sucesor será el futuro Vehículo Blindado de Ruedas (VBR) 8x8 Dragón, como se muestra en la ilustración 3. Este programa contempla la adquisición, en una primera fase, de un total de 348 vehículos distribuidos en 3 versiones: la versión básica para el transporte de personal, que reemplazará parte de los BMR M1; la versión de puesto de mando, que ocupará el lugar de los BMR M1 de esa variante; y la versión de exploración de caballería, destinada a sustituir a los VEC M1. Esta última versión será la más fuertemente armada, ya que estará equipada con un cañón Bushmaster II mk44 de 30 mm montado en una torre que presumiblemente también incorporará misiles Spike. ((MADOC), Caballería, 2020)



Ilustración 2 Vehículo de Exploración de Caballería. Fuente: Ministerio de Defensa de España.



Ilustración 3 Vehículo Dragón 8x8, futuro sustituto del VEC. Fuente: Ministerio de Defensa de España.

• **VRCC Centauro:** El VRCC Centauro (Vehículo de Reconocimiento y Combate de Caballería Centauro) es un vehículo blindado de reconocimiento 8x8 de origen italiano. El armamento principal del Centauro consiste en un cañón de alta presión, bajo retroceso y giro estabilizado Oto Melara de 105/52mm. ((MADOC), Tendencias según especialidades, Caballería, 2022)

- **Pizarro:** Este vehículo de combate de infantería y caballería entró en servicio en la década de 1990 y ha sido utilizado por la caballería española desde entonces. Está equipado con un cañón de 30mm. ((MADOC), Tendencias según especialidades, Caballería, 2022)

- **Leopard 2E:** Se trata de una versión española del carro de combate Leopard 2 alemán, en particular la versión Leopard 2A6, diseñada para cumplir con los requisitos del Ejército de Tierra de España. Este vehículo fue adquirido como parte del programa de modernización de armamento denominado Programa Coraza. Este carro de combate entró en servicio en la década de 2000 y ha sido utilizado por la caballería desde entonces. Está equipado con un cañón de 120mm.

A lo largo de los años, se ha observado una tendencia hacia el aumento de los calibres utilizados en los cañones de los vehículos de caballería. Si bien los cañones de 25 mm han sido comunes, se han considerado calibres más grandes, como 30 mm o incluso 40 mm, para mejorar la capacidad de penetración y el poder de fuego.

En la actualidad, la caballería española se enfrenta al reto de mantenerse alineada con las tendencias globales en términos de calibres y blindajes utilizados por otros ejércitos de referencia. La evolución de sus sistemas de armas y vehículos debe considerar tanto la capacidad de penetración como la protección contra amenazas adversas. Esta adaptación es crucial para garantizar que se pueda cumplir con éxito las misiones en el entorno operativo actual y futuro. (U.S Army, 2018) (MADOC), Tendencias según especialidades, Caballería, 2022)

3.2 Tendencias en otros ejércitos en sus unidades mecanizadas y acorazadas

Para el desempeño de sus cometidos de reconocimiento, seguridad y combate en los escenarios futuros que se prevén con la posibilidad de existencia de enfrentamientos de alta intensidad) las unidades de caballería de los ejércitos de referencia están actualizando o desarrollando plataformas tanto sobre cadenas como sobre ruedas, dotadas de torres por regla



general tripuladas. Están armadas con precisos cañones de calibres de entre 30 y 40 mm, capaces de disparar ráfagas y emplear municiones programables y, en muchas ocasiones, dotadas además de lanzadores de MCC. La capacidad de enfrentamiento de estas unidades se incrementa con vehículos dotados con cañones de entre 105 y 120mm (preferentemente 120) que les otorgan una gran potencia de fuego.

También se observan tendencias a instalar o mejorar en gran medida la electrónica de a bordo, dirección de tiro, elementos de visión, detección y puntería, sensores de alerta de iluminación láser, detectores de orígenes de fuego, ayudas a la conducción y control y gestión del grupo moto propulsor, entre otros.

La progresiva aplicación en los últimos tiempos de los conceptos de arquitectura y electrónica abiertas en su diseño y desarrollo les confiere mucha versatilidad, ya que pueden desarrollarse familias extensas de vehículos especializados con una plataforma común. Esta característica comporta ventajas logísticas y de instrucción, pues permite combinar diferentes torres y barcas, una gran variedad de armamento principal y secundario, e integrar nuevas tecnologías a medida que van surgiendo. A continuación, se han tenido en cuenta una serie de países con los cuales España mantiene diferentes tipos de relación y que deben ser considerados por sus notables inversiones en I+D+I en armamento, de los que se ha escogido una serie de vehículos que tienen relevancia puesto que son referencia en sus ejércitos. Estamos hablando de integrantes de la OTAN como son Estados Unidos, Italia, Francia, Alemania y Reino Unido. Además, se ha tenido en cuenta Marruecos por compartir fronteras y Rusia, puesto que se encuentra en Europa y cuenta con un ejército de referencia a nivel de material. ((MADOC), Tendencias según especialidades, Caballería, 2022) ((MADOC), Caballería, 2020)

3.2.1 Estados Unidos (EE. UU.)

•M1 A2 Abrams. El ejército de EE. UU. está mejorando sus M1 A2 Abrams. GDLS fabrica actualmente la tercera versión del módulo de mejoras del sistema (SEPV3), que incluye la instalación de blindaje reactivo -Abrams Reactive Armour Tile (ARAT), blindaje adicional contra minas e IED, una RWS de bajo perfil y el sistema de guerra electrónica DUKE V3 -Interferidor de radiofrecuencias. ((MADOC), Caballería, 2020) (U.S Army, 2018)

•M3 A3 Bradley CFV. Está armado con un cañón automático de 25 mm, una ametralladora de 7,62 mm, MCC TOW y ocho tubos lanza fumígenos en una torre tripulada por dos combatientes. Utiliza munición APFSDS-T y HEI-T y su sector vertical de tiro va desde - 10° a 60°. Desde el año 2000 se han estado mejorando para hacerlos totalmente digitales mucho más letales y maniobrables, y con mejores capacidades de supervivencia e interoperabilidad.

Se ha estado experimentando el cambio de la torre por una MCT-30 de Kongsberg no tripulada, con cañón de 30mm.

Presenta un blindaje de aluminio, acero y titanio y la posibilidad de montar blindaje reactivo, además de un nuevo sistema antiincendios y equipamiento NBQ mejorado (alcanza las 33 Tm y ha reducido su autonomía a 402 km). Se diferencia de la versión de infantería M2 A3 Bradley IFV en que el M3 transporta tres exploradores en lugar de los siete fusileros del M2, lo que le permite dotarse de 600 disparos de 25 mm y siete misiles más.

El Bradley podría ser sustituido por el futuro vehículo de combate de próxima generación (NGCV), aún no muy definido, que también podría reemplazar al CC M1 Abrams. ((MADOC), Caballería, 2020) (U.S Army, 2018)

•M1296 Dragoon. El M1296 Dragoon (ICVD) forma parte de una familia de vehículos de combate blindados de ocho ruedas conocida como Strykers. Tiene tracción a las 4 ruedas (8x4) y se puede cambiar a tracción total (8x8). El Dragoon es la primera variante de la familia Stryker que se equipa como vehículo de combate de infantería (IFV). Se realizaron modificaciones en el techo del casco del Stryker para instalar una torre no tripulada Kongsberg con un cañón Mk.44 Bushmaster II de 30mm. ((MADOC), Caballería, 2020) (U.S



Army, 2018)

•**M-1128 Stryker.** También denominado MGS (del inglés mobile gun system, sistema móvil armado con cañón). Se encuentra a mitad de su vida útil y es de dotación en los escuadrones de apoyo de los cavalry squadrons de las Stryker BCT de EE. UU. Reseñar que este vehículo tiene muchos detractores dentro del US Army por su bajo, y no mejorable. nivel de protección, al encontrarse al límite del peso máximo que soporta la plataforma, debido al propio peso del cañón de 105mm que porta, resultando en este sentido un vehículo de combate con muchas carencias. (U.S Army, 2018)

3.2.2 Reino Unido

•**Challenger 2.** Es un carro de combate británico en servicio con el ejército de Reino Unidos. Con su última modernización se pretende prolongar el ciclo de vida de estos carros hasta 2040. Una mejora significativa en esta actualización, es el cambio del cañón L30 A1 de 120 mm de ánima rayada, de fabricación británica, por el cañón L55 A1 de 120mm de ánima lisa, de fabricación alemana, y que es una versión mejorada del L55 que montan los Leopard 2 A6 y A7.

Un nuevo blindaje modular, que sólo supondrá un leve aumento de masa de una tonelada, pasando a pesar 66 Tm. (Ministry of Defence (MOD), s.f.) (U.S Army, 2018)

•**Ajax.** Pertenece a una familia de vehículos de combate blindados, desarrollo del ASCOD 2, llamada a sustituir a la familia de los CVR (T) Scimitar. La versión de reconocimiento y combate -Ajax- reemplazará al Scimitar equipado de un cañón automático L21 RARDEN de 30 mm AJAX. Este es el primer vehículo británico equipado con el cañón telescopico Case de 40 mm (CT-40 Cannon), desarrollado conjuntamente (Reino Unido y Francia). Tendrá un cañón de cadena L94 de 7,62 mm montado coaxialmente dentro de una torre para dos hombres estabilizada de doble eje. Ver Ilustración 4. ((MADOC), Caballería, 2020) (Ministry of Defence (MOD), s.f.)



Ilustración 4 Vehículo Ajax del ejército británico. Fuente: Ministry of Defence.

3.2.3 Francia

•**Leclerc.** Se trata de un carro de combate de origen en Francia. Fue desarrollado a finales de los años 80 para sustituir al AMX-30 en servicio francés. Comparado con el AMX-30, el Leclerc supone un gran salto adelante, ya que es uno de los carros de combate más modernos y capaces en producción.

Está armado con un cañón 120-26 de ánima lisa de calibre 52 y 120 mm que está conectado a un cargador automático. Se puede disparar toda la munición estándar de 120 mm de la OTAN.

El Leclerc cuenta con un blindaje de acero modular que proporciona un alto nivel de



protección. Las estimaciones indican que sobre el arco frontal el Leclerc está menos protegido que el último Leopard 2, pero la protección lateral es mejor. La armadura modular se repara fácilmente y permite realizar mejoras sencillas. ((MADOC), Tendencias según especialidades, Caballería, 2022)

•**Jaguar.** Este vehículo blindado de reconocimiento y combate se ha desarrollado dentro del programa Scorpion para sustituir a los veteranos AMX-10 RCR y ERC-90 en los escadrons blindés (ELAC) de los regimientos de caballería del ET francés.

Está equipado con una torre tripulada por dos combatientes, armada con un cañón CT40 de 40 mm y munición del sistema de armamento con proyectil dentro de la vaina (CTAS) -el mismo que monta el Ajax británico- con un alcance máximo de 1.500 m, totalmente estabilizada en dirección y elevación y accionada eléctricamente.

El concepto de este vehículo rompe con la tendencia mantenida hasta ahora por el ET francés de dotar a sus unidades de reconocimiento de vehículos rueda con cañones de gran calibre. ((MADOC), Caballería, 2020) ((MADOC), Tendencias según especialidades, Caballería, 2022)

•**AMX-10 RCR.** Uno de los máximos exponentes del concepto de este tipo de vehículos en el siglo XX, será sustituido entre 2021 y 2030 por el Jaguar en los escuadrones ligero acorazados de los regimientos de caballería franceses. El AMX-10RC tiene una enorme potencia de fuego para un vehículo de reconocimiento. El armamento principal es un cañón F2 calibre 48 de 105 mm con presión total, que dispara munición autóctona francesa en lugar del estándar de la OTAN. ((MADOC), Tendencias según especialidades, Caballería, 2022)

3.2.4 Italia

•**Centauro II.** Su diseño y fabricación comenzó cuando el ejército italiano llegó a la conclusión de que no era rentable la modernización de sus Centauro I, diez años más antiguos que los del ET español, y optó por uno de nueva planta. Dispone de sistemas de protección balística, contra minas y contra IED adecuados al nivel de amenaza presente en los escenarios operativos actuales. Está equipado con sistemas de comunicación, información y de Mando y Control tecnológicamente avanzados integrables en el proyecto de digitalización y posee mayor potencia de fuego, al estar dotado de una torre modular, servoeléctrica y estabilizada con un cañón de 120x45 mm, de ánima lisa, sistema de carga automático de accionamiento eléctrico y capacidad de hacer fuego en movimiento contra blancos móviles bajo todo tipo de condiciones. Respecto a su barcaza, es monocasco, en acero de mayor protección balística que la del Centauro L y perfil en 'V' en la parte inferior para mejorar la protección contra minas e IED. ((MADOC), Tendencias según especialidades, Caballería, 2022)

•**Freccia esplorante.** Es la variante de reconocimiento del vehículo blindado medio (VBM) Freccia desarrollado por el Consorcio IVECO-OTO Melara, de dotación en las unidades de caballería del ET italiano. Dispone de una torre H/TFIST tripulada por dos combatientes, basada en la misma que dota a las versiones COMBAT (cañón de 25 mm y AMM coaxial de 7,62 mm). Se fabrica en dos configuraciones: ((MADOC), Caballería, 2020)

-"**Lejano**" (Freccia E1), utilizado para la exploración y vigilancia lejana, por lo que irá equipado con un radar LYRA 10, fabricado por Finmeccanica-Selex ES, que irá acoplado a una cámara térmica para identificación de objetivos y a dos lanzadores mini-UAS, modelo Horus, de Finmeccanica-OTO Melara, con capacidad de vigilancia y adquisición de objetivos. El LYRA 10 es un radar de vigilancia terrestre que proporciona un alto rendimiento en la medición de la posición de los objetivos, es capaz de detectar y clasificar automáticamente pequeños objetos que se mueven sobre el terreno a bajas velocidades. ((MADOC), Caballería, 2020)

-"**Cercano**" (Freccia E2), se utilizará para la vigilancia y adquisición de objetivos de corto alcance, por lo que será capaz de realizar una exploración más cercana. El Freccia E2



estará equipado con el UGV, modelo TRP-2 RSTA Caballería de OTO Melara (concebido para el reconocimiento, inteligencia, vigilancia, adquisición de objetivos). Esta combinación de configuraciones, con diferentes sensores y armas sobre la misma plataforma, provee a las unidades italianas de caballería de una capacidad de reconocimiento y combate sobresalientes y con una gran polivalencia ante distintas situaciones y/o amenazas. ((MADOC), Caballería, 2020)

3.2.5 Rusia

• **T-72 B3 M y T-90 MS.** Aparte de la incorporación del nuevo carro de combate T-14 Armata, el ejército ruso está modernizando parte de su gran flota de otros carros de combate en servicio en función de su disponibilidad financiera, por lo que actualmente disponen de diferentes modelos (T-90, T-80 y T-72) con distintas versiones de cada uno de ellos. Como armamento principal, presentan un cañón de 125mm de ánima lisa. Disponen de blindaje activo Relikt, instalación del sistema de protección activa Afganit, así como nuevos sistemas contraincendios. Mejoras de última generación en los sistemas de observación y puntería, tanto del tirador como del jefe de carro, como el visor orientable que confiere la capacidad Hunter-Kiler2, mejoras en calculador balístico, cañón y cargador automático, que le permiten disparar nuevos tipos de misiles contracarro 9M119 Refleks (designación OTAN AT-11 Sniper). municiones APDS con flechas más largas, lo que incrementa significativamente su capacidad de penetración, y municiones multipropósito con espoleta programable. ((MADOC), Caballería, 2020) ((MADOC), Tendencias según especialidades, Caballería, 2022) (U.S Army, 2018)

• **Vehículo de Combate de Infantería BMP-2.** Este vehículo, con capacidad anfibia, se originó en la Unión Soviética y más tarde fue adoptado por Rusia. Su diseño se remonta a mediados de la década de 1970, y se introdujo en las fuerzas armadas a principios de la década de 1980. Fue concebido como un reemplazo para su predecesor, el BMP-1, compartiendo elementos como chasis, motor, blindaje y otros sistemas generales. Las mejoras más notables se centran en el armamento: el BMP-2 sustituyó el cañón de 73 mm del BMP-1 por uno más pequeño y versátil de 30 mm, y se agregó un misil antitanque más eficiente para su defensa contra vehículos blindados. ((MADOC), Caballería, 2020) (U.S Army, 2018)

• **Vehículo de Combate de Infantería BMP-3.** Diseñado en Rusia a principios de la década de 1990 y desplegado en la mitad de esa misma década, el BMP-3 se ideó como un reemplazo para el BMP-2. Sin embargo, hasta ahora, solo ha sido empleado por las fuerzas especiales y de élite del Ejército Ruso. Su arma principal es el cañón convencional de ánima rayada 2A70 de 100 mm, estabilizado en dos ejes. Este cañón incorpora un sistema de tiro computarizado y dispara proyectiles HE (High explosive) de fragmentación, con un total de 40 proyectiles a bordo, incluyendo 22 en el cargador. Esto proporciona un radio de alcance significativamente mayor que el sistema Grom del BMP-1 y una letalidad superior al 2A42 del BMP-2. Además del 2A70, el BMP-3 también está equipado con el cañón 2A72 de 30mm. ((MADOC), Tendencias según especialidades, Caballería, 2022) (U.S Army, 2018)

3.2.6 Alemania

• **Leopard 2.** Las últimas actualizaciones disponibles en el mercado para este carro de combate son los paquetes de mejora A7 y A7+. Estos paquetes buscan incrementar la protección, mediante adición de nuevos módulos de blindaje en zonas sensibles, la instalación de APS y enmascaramiento Barracuda, mejorar los C2IS, mejorar el accionamiento eléctrico de torre y la optoelectrónica de los sistemas de visión y puntería de todos los puestos de la tripulación, incorporar RWS, actualizar sistemas de climatización, introducir mejoras en las baterías y en la UPA, disponer de nuevas municiones en la dirección de tiro, así como la posibilidad de incorporar un UAS para incrementar su capacidad de reconocimiento. ((MADOC), Caballería, 2020) ((MADOC), Tendencias según especialidades, Caballería, 2022) (U.S Army, 2018)

• **Puma.** El Puma es un vehículo de combate de infantería de fabricación alemana diseñado para reemplazar los obsoletos IFV Marder, que cuentan con un cañón principal de 20 mm,



actualmente en servicio en el ejército alemán. Su armamento principal consta de un cañón automático Rheinmetall de 30 mm MK 30-2/ABM (Air Burst Munitions), el cual es capaz de disparar a una velocidad de 200 disparos por minuto y tiene un alcance efectivo de 3.000 m. (MADOC, Tendencias según especialidades, Caballería, 2022) (U.S Army, 2018)

3.2.7 Marruecos

Como carro de combate, se incluye al M1A2 Abrams actualizado recientemente a la versión SEPV3 con las correspondientes mejoras en blindaje, entre otras, ya desarrolladas en el apartado de Estados Unidos.

Cabe destacar también que Marruecos está dotado de BMP-3 y AMX-10 RCR ya mencionados anteriormente.

3.3 Municiones

El papel de las municiones en el campo de batalla es un factor crítico que a menudo se subestima. Sin embargo, la elección y el diseño de las municiones son aspectos igualmente decisivos a valorar para la elección de un cañón para el Dragón. En última instancia, la efectividad de un sistema de armas depende en gran medida de las municiones que emplea. Las municiones no sólo determinan el alcance y la precisión de un cañón, sino que también influyen en su capacidad de penetración, la destrucción de objetivos y la adaptación a una amplia gama de amenazas. En este contexto, exploraremos tipos de municiones de combate más comunes que se emplean para calibres de 30 y 40mm.

3.3.1 Tipos de municiones

En este apartado se han considerado dos tipos de municiones. En primer lugar, se ha estudiado la munición convencional que puede hacer fuego el calibre 30x173mm del Dragón y el calibre 40mm con su conversión de calibre. Por otro lado, se ha tenido en cuenta la munición encapsulada revolucionaria que utiliza el CT40 de 40mm de CTA International. (Northrop Grumman, s.f.)

3.3.1.1 Munición Convencional

- APFSDS** (Armor-Piercing Fin-Stabilized Discarding Sabot): Este proyectil se utiliza para perforar blindajes de vehículos blindados y tanques. Su diseño estabilizado y la alta velocidad lo hacen efectivo contra objetivos acorazados.

- HEI** (High-Explosive Incendiary - Tracer): La munición HEI-T combina un explosivo y una traza que permite al artillero seguir la trayectoria del disparo. Se utiliza contra objetivos blandos y semiblindados, así como para causar incendios en vehículos o equipos enemigos.

- HEAB-T** (High Explosive Air Burst – Tracer): La munición Air Burst se programa para explotar en el aire sobre el objetivo, dispersando fragmentos y metralla en un área más amplia.

- MPLD-T** (Multipurpose Low Drag – Tracer): Munición con capacidad de perforar armaduras ligeras mediante una reacción explosiva retardada.

(General Dynamics, s.f.)

3.3.1.2 Munición encapsulada

- APFSDS-T** (Armor-Penetrating Fin-Stabilized Discarding Sabot Tracer): El proyectil de tungsteno de la munición APFSDS-T tiene la capacidad de perforar más de 140 mm de



RHA (armadura homogénea enrollada) a una distancia de 1.500 m, lo que le permite derrotar tanto a vehículos ligeros como a aquellos con una protección adicional de blindaje avanzado.

•**KE-AB** (Kinetic Energy Airburst): Utilizando la tecnología comprobada de Airburst, la munición KE-AB libera una carga direccional compuesta por perdigones de tungsteno en su efecto terminal. Destaca por su eficacia contra amenazas aéreas y también se muestra efectiva en aplicaciones terrestres, como la neutralización de la infantería o la supresión de sistemas ópticos y antenas de vehículos.

•**GPR-AB-T** (General Purpose Round – Airburst – Tracer): Esta munición de alto explosivo programable produce una detonación sobre el objetivo en un rango que abarca de 60 a 2500 metros. Está diseñada para maximizar el efecto de fragmentación y puede proporcionar cobertura en un área de hasta 125 m² en tierra o detrás de obstáculos. Además, es especialmente eficaz contra aplicaciones terrestres específicas, como la neutralización de la infantería o la eliminación de sistemas ópticos y antenas cegadoras de vehículos. Cabe mencionar que el GPR-AB-T también puede operar en modo de detonación puntual.

•**GPR-PD-T** (General Purpose Round – Point Detonating – Tracer): Se trata de municiones con espoletas de retardo de impacto que demuestran su alta eficacia contra estructuras fortificadas, fuerzas desmontadas y vehículos blindados ligeros. Son capaces de atravesar más de 210 mm de hormigón reforzado doble. La espoleta ha sido optimizada para maximizar el efecto de fragmentación detrás de la protección.

•**GPR-KE-T** (General Purpose Round – Kinetic Energy – Tracer): Esta munición de energía cinética de calibre completo corresponde a la versión inerte del GPR-PD. Proporciona una solución rentable para el ataque de estructuras improvisadas, búnkeres y otros objetivos de menor valor.

(Case Telescoped Ammunition International, s.f.)

4 DESARROLLO: ANÁLISIS Y RESULTADOS

En el apartado de desarrollo y análisis de resultados de este proyecto, se desglosan los procedimientos y métodos y conclusiones que emergen a partir de la investigación llevada a cabo. Se detalla cómo se ha llevado a cabo el trabajo, qué metodologías se han aplicado y cómo se han analizado los resultados obtenidos. Se presentan los datos significativos y se presenta una interpretación que ayude a responder las preguntas de investigación planteadas.

Esta sección es esencial para brindar claridad sobre la validez de los resultados y posteriormente las conclusiones extraídas del estudio. A partir de aquí, se evaluará la idoneidad de 2 alternativas al armamento principal del Dragón, más el actual. A continuación, se muestra el orden seguido para desarrollar este apartado. Ver ilustración 5.

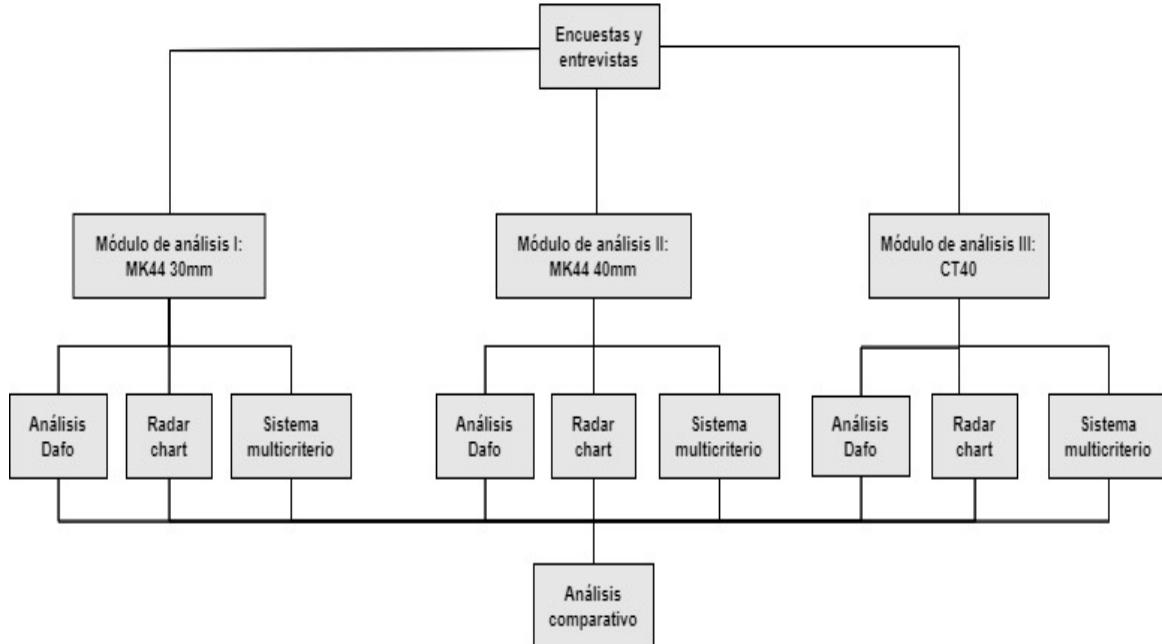


Ilustración 5 Diagrama de árbol de los procesos seguidos para la obtención de los resultados.
 Fuente: Elaboración propia.

4.1 ENTREVISTAS Y ENCUESTAS

Este apartado ayuda a contextualizar y respaldar la toma de decisiones relacionadas con el armamento y las necesidades específicas del arma de caballería, basadas en la información y perspectivas directas proporcionadas por los cuadros de mando entrevistados y las respuestas realizadas por personal militar de las distintas escalas.

Para ello, se exponen los resultados obtenidos de la aplicación de las dos herramientas metodológicas empleadas:

- **Resultados de las entrevistas. Método cualitativo.**

Esta sección muestra los resultados de la realización de 4 entrevistas con un guión de 10 preguntas y una previa introducción al tema a tratar. Además, se ha realizado 1 entrevista sin guion de forma telefónica. Los entrevistados son cuadros de mando con experiencia en unidades mecanizadas y/o acorazadas. Algunos de ellos, llegando incluso a participar en algunas de las diferentes evaluaciones del Dragón 8x8, lo que proporciona información directa sobre el tema a tratar. Ver anexo I. A continuación, se exponen de forma secuencial:

1. El cañón Bushmaster II MK44S Stretch de 30mm que equipará el Dragón 8x8 podrá cumplir las misiones de caballería, pero con ciertas limitaciones, todas estas relacionadas con su potencia de fuego.

2. Es crucial tener en cuenta las tendencias internacionales para este tipo de vehículo de reconocimiento y que están montando armamento de calibre 40 y superiores.

3. La logística juega un papel esencial. Esto implica desde la obtención de repuestos hasta el mantenimiento. Un mayor calibre supone mayor huella logística.

4. Las tendencias internacionales de otros ejércitos a mejorar sus blindajes crean la



necesidad de un calibre mayor.

5.Un cañón de 30mm como el del dragón, podría quedarse obsoleto en un futuro cercano, lo que sugiere apostar por un calibre de 40mm o mayor.

6.Un aumento de gasto económico dirigido al aumento del calibre de los Dragones que estarán encuadrados en las unidades de caballería del ET supone una pequeña inversión si es comparada con el gasto total del proyecto del Dragón.

7.El tipo de munición es un factor muy importante puesto que se necesita una munición que consiga los efectos deseados en cada situación. Además, una mayor capacidad de almacenamiento puede ser decisiva en los enfrentamientos en combate.

Esta información extraída se ha utilizado para desarrollar los análisis posteriores, proporcionando orientación para establecer una serie de criterios utilizados.

Resultados de la encuesta. Método cuantitativo.

La encuesta realizada consta de 16 preguntas, 13 de ellas tipo test con 5 opciones de respuesta, 2 de ellas con 2 opciones de respuesta, y la última una pregunta abierta opcional. Estas respuestas son de 1 a 5, en función de la importancia, siendo 5 el mayor grado de importancia. Este criterio de respuestas utilizado en la encuesta se basa en la Escala de Dikert, que sirve como medición de la opinión de los encuestados con el empleo de 5 niveles de respuesta. Ver anexo VIII.

A continuación, se exponen los resultados obtenidos de las 50 respuestas provenientes de las 3 escalas del ET. La mayoría de los encuestados cuenta con más de 10 años de antigüedad en el ejército y una media de 2 misiones en el extranjero aproximadamente. Esto implica una experiencia suficiente que aporta información de relevancia sobre este trabajo de fin de grado.

En el siguiente diagrama de barras (ver ilustración 6) se ha representado una ponderación relativa para cada pregunta (1-13) en función de las respuestas recibidas. Dicha ponderación aparece en porcentaje (ejemplo: si es 4, en el diagrama es un 80%, 4 dividido entre el total que es 5). Ver ilustración 7.

Resultados encuesta

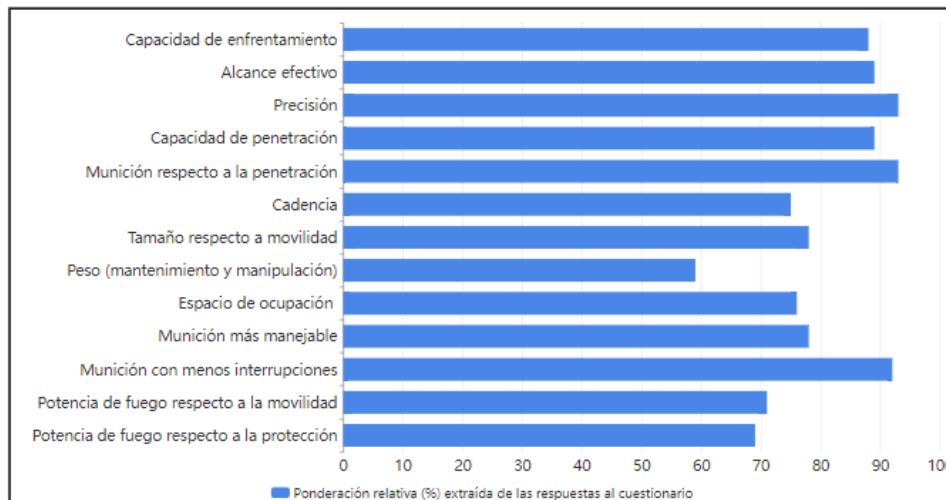


Ilustración 6 Diagrama de barras con la ponderación relativa de las respuestas de la encuesta en porcentaje. Fuente: Elaboración propia.



$$\frac{(x_1*y_1 + x_2*y_2+x_3*y_3+x_4*y_4+x_5*y_5)}{N}$$

X_i= Valor asignado por respuesta.
 Y_i= Cantidad de veces que se ha asignado ese valor.
 N= Número de respuestas totales.
 I= [1,5].

Ilustración 7 Fórmula para cálculo de ponderaciones relativas. Fuente: Elaboración propia.

Si observamos los resultados de la encuesta en la ilustración 6, destacan una serie de preguntas, puesto que la importancia que se les otorga en sus respuestas es muy alta. Hay 6 preguntas con una ponderación relativa de 90% aproximadamente (capacidad de enfrentamiento, alcance efectivo, precisión, capacidad de penetración, munición respecto a la penetración y munición con menos interrupciones). Las 4 primeras están todas relacionadas con la potencia de fuego. Esto significa que la característica más valorada a la hora de elegir un sistema de armas es la potencia de fuego, que engloba varios aspectos. Por lo tanto, se busca un cañón preciso, con gran alcance efectivo, capaz de penetrar gran cantidad de blindaje y que nos permita enfrentarnos a las distintas amenazas mecanizadas y/o acorazadas.

Otras de las más valoradas es la munición respecto a la penetración, que está fuertemente relacionada con la potencia de fuego, nombrada anteriormente. Se busca una munición con una velocidad de salida en boca del tubo alta que sea capaz de penetrar los distintos blindajes utilizados por el enemigo. La sexta con una ponderación de 90% tiene menos relación con las anteriores, se refiere a disponer de un cañón con capacidad para municiones que produzcan menos interrupciones en los disparos y, por tanto, mejorar el rendimiento del armamento. Relacionado con importancia de la munición, tenemos la pregunta de una munición más manejable (77,6%). El uso de munición más manejable facilita al jefe del vehículo y al tirador, el municionamiento del cañón.

La cadencia de disparo (75,2%) no es una característica relevante puesto que las alternativas que se van a evaluar y el actual cañón del Dragón, disponen de la misma cadencia máxima de disparo de 200 disparos por minuto.

Al peso (58,8%) en lo que respecta a la manipulación de los mecanismos y el tubo a la hora de trabajar en su mantenimiento, se le ha otorgado la menor importancia. Por otro lado, al tamaño respecto a la movilidad (78%) que trata cómo pueden perjudicar unas dimensiones mayores a su movilidad, ya sea por posibles obstáculos que perjudiquen un cañón más largo a la hora del movimiento de torre, y al espacio de ocupación (76,4%) que afecta principalmente a la tripulación de la torre para llevar a cabo sus cometidos en el interior con mayor facilidad y a la capacidad de almacenamiento de munición, sí se le ha dado mayor importancia.

Respecto a las dos últimas preguntas que se reflejan en el diagrama, potencia de fuego respecto a la movilidad (71,2%) y respecto a la protección (69,2%), no destacan en relevancia. Esto significa que el personal militar de caballería no está especialmente interesado en sacrificar movilidad o protección para aumentar la potencia de fuego. Esta situación se podría dar con un calibre extremadamente grande que implicaría una torre de gran tonelaje y, por tanto, un vehículo muy pesado con peor movilidad. De la misma manera, la protección se sacrificaría con una reducción de blindaje para compensar el aumento de peso de la torre.

Por último, las dos últimas preguntas de tipo test buscan una decisión respecto a los calibres que se consideran como mejor opción (30 o 40mm), teniendo en cuenta que económicamente es viable. En este caso, vemos que el 70% elige un calibre de 40mm para el Dragón y el 30% restante mantiene los 30mm ya decididos para este. En la última



pregunta test del cuestionario se plantea si se cree que, con el calibre anterior elegido, el Dragón podrá cumplir sus misiones futuras. Un 86% responde que sí, y del 14% restante hay 3 personas que habiendo elegido 40mm, no creen que pueda cumplir sus misiones, lo que indica la preferencia por un calibre todavía mayor.

De forma opcional, se han obtenido un 40% de respuestas abiertas de las que se destaca la relevancia de: Logística de piezas y municiones (preferiblemente en territorio nacional), fiabilidad con un cañón probado en combate, capacidad de munición encapsulada, capacidad de variedad de municiones y facilidad de mantenimiento.

4.2 Módulo de análisis I: cañón Bushmaster II MK44S Stretch 30mm

En este bloque se utilizan las herramientas del DAFO y el radar chart, con la información derivada de los apartados anteriores para analizar el cañón Bushmaster II MK44S Stretch de 30mm.

4.2.1 Análisis DAFO (Debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades) del cañón Bushmaster II MK44S Stretch

El cañón automático Bushmaster II Mk44S Stretch de 30mm que montará el Dragón, con la posibilidad de aumento a calibre 40mm, representa una evolución en armamento de última generación que se encuentra actualmente en servicio y ha sido ampliamente probado en situaciones de combate.



Matriz de factores

 Debilidades	 Amenazas
<ul style="list-style-type: none">  Alcance eficaz hasta 500 metros menor que el MK44 40mm y 1000 metros menor que el CT40.  Calibre relativamente pequeño, 10mm menor que el MK44 de 40mm y el CT40.  Mayor volumen de tamaño que el CT40.  Poder de penetración reducido, hasta 40mm de RHA menos que el MK44 de 40mm y 80mm menos que el CT40.  Munición de mayor tamaño que la que usa el CT40. 	<ul style="list-style-type: none">  Eficacia reducida o nula ante carros de combate con blindajes modernos.  Necesario aumento del calibre en los próximos años por la mejora de blindajes de otros ejércitos.
 Fortalezas	 Oportunidades
<ul style="list-style-type: none">  Capacidad para disparar amplia variedad de municiones.  Fácil adaptación para aumentar a calibre 40mm.  Logística de piezas.  Coste reducido, hasta 90 mil euros menos que el MK44 de 40mm y 100 mil euros menos que el CT40.  Munición de menor peso que la del MK44 de 40mm y la del CT40.  Mantenimiento ya experimentado.  Peso reducido de hasta 160kg menor que el CT40. 	<ul style="list-style-type: none">  El tamaño compacto y el peso facilitan futuras actualizaciones.  Alto grado de eficacia con todo tipo de vehículos blindados y mecanizados.

Nivel de Importancia del Factor en el Proyecto

 Casi Irrelevante	 Poco importante	 Importancia media	 Muy importante	 Importancia crucial
--	---	---	---	---

Tabla 1 Análisis DAFO cañón Bushmaster II MK44S Stretch de 30mm. Fuente: Elaboración propia mediante herramienta del Ministerio de Industria.

DEBILIDADES:

- Alcance eficaz hasta 500 metros menor que el MK44 40mm y 1000 metros menor que el CT40:

Un mayor alcance efectivo en armamento implica la capacidad de alcanzar objetivos a distancias más lejanas con precisión y potencia. Esto proporciona a las fuerzas armadas la capacidad de neutralizar amenazas a mayor distancia, lo que resulta en una mayor seguridad para las tropas. Un alcance eficaz mayor puede facilitar la supresión de amenazas



antes de que estas lleguen a una distancia peligrosa, así como permitir operaciones ofensivas más efectivas en combate.

En este caso, hablamos de que el MK44 de 30mm tiene hasta un 20% menos de alcance que el MK44 de 40mm y cerca de un 33% menos que el CT40.

- *Calibre relativamente pequeño, 10mm menor que el MK44 de 40mm y el CT40:*

La importancia del calibre radica en todas las prestaciones que se nombran en todo el DAFO.

- *Mayor volumen de tamaño que el CT40:*

Un mayor tamaño del cañón puede implicar menor espacio en la torre para sus ocupantes, y por tanto, mayor dificultad en el manejo del sistema. Además, también puede afectar a la capacidad de almacenaje de munición, permitiendo menor cantidad de esta. En el caso una mayor longitud del cañón, puede dificultar la movilidad del vehículo en los movimientos de torre en caso existir vegetación u obstáculos alrededor. En este último aspecto, no se ve ninguna diferencia destacable entre los dos modelos de cañones. Ver Ilustración 8.



Ilustración 8 Comparativa tamaño de cañones. Fuente: Memorial de caballería nº90.

- *Poder de penetración reducido, hasta 40mm de RHA menos que el MK44 de 40 mm y 80mm menos que el CT40:*

El poder de penetración de un cañón se refiere a su capacidad para atravesar y perforar el blindaje de otros vehículos u obstáculos a los que se enfrenta. Esto es fundamental, ya que un mayor poder de penetración puede significar la diferencia entre destruir o neutralizar un objetivo enemigo, como unidades móviles o estructuras fortificadas, o ser destruido o neutralizado por él.

En este caso, el MK44 de 30mm es muy inferior, con hasta un 40% menos que el MK44 de 40mm y casi un 60% menos que el CT40. Se puede observar la superioridad del CT40 (flecha roja) respecto al MK44 de 30mm (flecha 30mm) y al MK44 de 40mm (se encontraría en una flecha a mitad camino entre la de 30mm y la flecha roja), puesto que el CT40 es el único que podría enfrentar amenazas acorazadas. Ver ilustración 9.



CTA INTERNATIONAL

CT Technology background (ammunition: APFSDS)

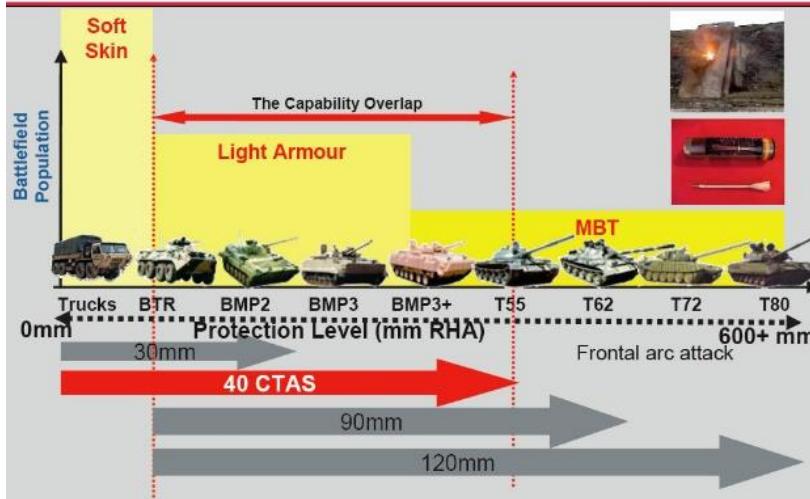


Ilustración 9 Capacidad de penetración de blindajes de diferentes calibres en su arco frontal.
Fuente: CTA INTERNATIONAL.

- Munición de mayor tamaño que la que usa el CT40:

Un tamaño mayor de munición supone dos desventajas. En primer lugar, reduce la cantidad de munición almacenada. En segundo lugar y menos importante, su manipulación es más compleja. Ver ilustración 10.



Ilustración 10 Comparación tamaño municiones. Fuente: CTA INTERNATIONAL.

AMENAZAS:

- Eficacia reducida o nula ante carros de combate con blindajes modernos:

Basándonos en su poder de penetración, su eficacia en arco frontal ante carros de combate sería nula (ver Ilustración 9). Si nos referimos a los laterales o la parte trasera de los carros, donde su blindaje es menor, dejaría de ser nula, pero sin grandes resultados.

- Necesario aumento del calibre en los próximos años por la mejora de blindajes de otros ejércitos:

Debido a la constante evolución de los blindajes en el resto de los países y puesto que actualmente ya existen gran variedad de vehículos que pueden proteger de un calibre de 30mm, podría quedarse obsoleto en un futuro cercano. Esto crearía la necesidad de actualizar y aumentar dicho calibre en un breve periodo de tiempo.

FORTALEZAS:

- Capacidad para disparar amplia variedad de municiones:



La importancia de poder disparar una amplia variedad de municiones radica en la adaptabilidad y flexibilidad que proporciona en combate. Esto permite a las unidades de caballería afrontar una diversidad de situaciones y amenazas, lo que resulta en un aumento significativo de su eficacia y versatilidad operativa. Ver ilustración 11.



Ilustración 11 Munición 30x173mm para MK44 de 30mm. Fuente: General Dynamics.

•Fácil actualización para aumentarlo a calibre de 40mm:

Debido a que se trata del modelo Stretch, permite dicho aumento con facilidad, cambiando el tubo y ciertas piezas. Se ha asignado una menor importancia a esta fortaleza puesto que esto implicaría desembolsar dinero en otro cañón, por lo que sería más adecuado decantarse inicialmente por un calibre u otro.

•Logística de piezas:

El MK44 de 30mm tiene un 60% de similitud logística con el M242 (cañón del VEC), lo que facilita enormemente este aspecto (ver anexo VI).

•Coste reducido, hasta 90 mil euros menos que el MK44 de 40mm y 100 mil euros menos que el CT40:

Para el Ejército de Tierra es un gran ahorro no adquirir el kit de aumento al de 40mm o en otro caso, hacerse con el CT40. El coste de este es hasta casi un 37% menor que el MK44 de 40mm y casi un 30% que el CT40.

•Munición de menor peso que la del MK44 de 40mm y la del CT40:

Esto es casi irrelevante por el hecho de que los kgs totales de más son casi insignificantes para un vehículo que pesa cerca de 30 toneladas y su manipulación tampoco se hace complicada.

•Mantenimiento ya experimentado:

Tiene un 90% de elementos comunes en la capacitación de operadores y mantenimiento respecto al M242, experimentado durante décadas con el VEC (ver anexo VI).

•Peso reducido de hasta 160kg menor que el CT40:

Se trata de un 50% menos que el CT40, pero no se le ha asignado casi importancia puesto que no supone una gran reducción de peso respecto al peso total del vehículo.

OPORTUNIDADES:

•El tamaño compacto y el peso facilitan futuras actualizaciones:

Esto facilita las futuras mejoras y actualizaciones que se puedan implementar con el tiempo.



•Alto grado de eficacia con todo tipo de vehículos blindados y mecanizados:

Sus prestaciones le permiten enfrentarse a las amenazas de tipo blindadas y mecanizadas con gran eficacia.

4.2.2 Radar chart cañón Bushmaster II MK44S Stretch 30mm

Para la representación de los tres radar chart, se han elegido 5 aspectos en base a la información recopilada de las entrevistas y la encuesta (potencia de fuego, logística, municiones, fiabilidad y espacio).

Se ha ponderado de 1-3, siendo 3 la mayor puntuación (ej: Si de los 3 cañones, el MK44 de 30mm es el más fiable obtiene 3, si hay otro igual de fiable obtiene 3 también y el otro obtiene 2. Si su fiabilidad es distinta en los 3, obtendrán 3,2 y 1, de más fiable a menos fiable).

En la siguiente figura (ver Ilustración 12), observamos que el MK44 de 30mm tiene una puntuación máxima (3) en logística y fiabilidad debido a su similitud logística con el cañón M242 del VEC, que ha sido probado en combate numerosas veces. En espacio (2) no destaca y obtiene la nota más baja en potencia de fuego (1) y municiones (1), debido a sus bajas prestaciones en comparación con las dos alternativas de 40mm y su capacidad para munición convencional que tiene menor penetración de blindaje que los otros dos.

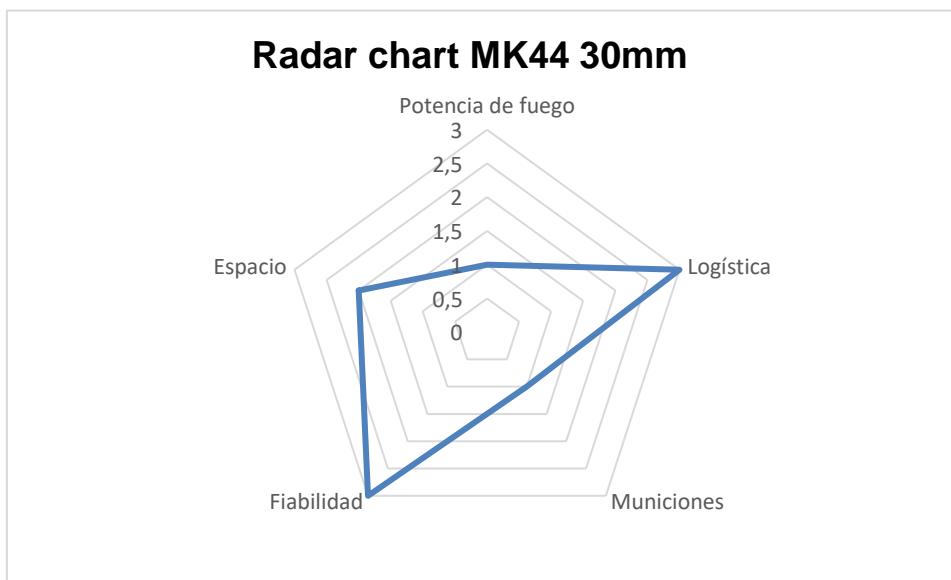


Ilustración 12 Radar chart cañón Bushmaster II MK44S Stretch 30mm. Fuente: Elaboración propia.

4.3 Módulo de análisis II: cañón Bushmaster II MK44S Stretch 40mm

En este bloque se utilizan las herramientas del DAFO y el radar chart, con la información derivada de los apartados anteriores para analizar el cañón Bushmaster II MK44S Stretch de 40mm.

4.3.1 Análisis DAFO (Debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades) del cañón Bushmaster II MK44S Stretch 40mm

Este cañón, proviene de la posibilidad de aumento de calibre de 30 a 40mm, que tiene



el cañón que equipará el Dragón. Este aumento considerable supondría un gran aumento de las capacidades para el futuro vehículo de caballería español.

Matriz de factores

Debilidades	Amenazas	Oportunidades
Munición de mayor tamaño que la que usa el CT40.	Eficacia reducida ante carros de combate con blindajes modernos.	
Alcance eficaz de hasta 500 metros menor que el CT40.		
Munición de mayor peso que la del MK44 de 30mm.		
Coste elevado, hasta 90 mil euros mayor que el MK44 de 30mm.		
Mayor volumen de tamaño que el CTAS de 40mm.		
Capacidad de penetración de blindaje no destacable, hasta 40mm de RHA menos que el CT40.		
Fortalezas		
Peso reducido de hasta 160kg menor que el CT40.		Alto grado de eficacia con todo tipo de vehículos blindados, mecanizados y algunos acorazados.
Logística de piezas.		El tamaño compacto y el peso facilitan futuras actualizaciones.
Capacidad para usar munición Super Forty 40, similares características a la que usa el CT40.		
Capacidad de penetración notable, de hasta 40mm más de RHA que el MK44 de 30mm.		
Mantenimiento ya experimentado.		
Coste de producción de hasta 10 mil euros menos que el CT40.		
Alcance eficaz hasta 500 metros mayor que el MK44 30mm.		
Calibre considerable, 10mm mayor que el MK44 de 30mm.		

Nivel de Importancia del Factor en el Proyecto

Casi Irrelevante	Poco importante	Importancia media	Muy importante	Importancia crucial

Tabla 2 Análisis DAFO cañón Bushmaster II MK44S Stretch de 40mm. Fuente: Elaboración propia mediante herramienta del Ministerio de Industria.



DEBILIDADES:

- Munición de mayor tamaño que la que usa el CT40:

El MK44 utiliza la munición Super Forty 40 de tamaño aproximado a la que usa el MK44 de 30mm y, por tanto, ligeramente mayor que la munición encapsulada del CT40. Ver ilustración 10. Ver ilustración 13.



Ilustración 13 Comparación munición 30x173mm y Super Forty 40mm. Fuente: General Dynamics.

- Alcance eficaz hasta 500 metros menor que el CT40:

En este caso, comprobamos que el MK44 de 40mm tiene cerca de un 20% menos de alcance eficaz que el CT40. Esta diferencia es considerable teniendo en cuenta dos cañones del mismo calibre.

- Munición de mayor peso que la del MK44 de 30mm:

Esto es casi irrelevante por el hecho de que los kgs totales de más son casi insignificantes para un vehículo que pesa cerca de 30 toneladas y su manipulación tampoco se hace complicada.

- Coste elevado, hasta 90 mil euros más que el MK44 de 30mm:

El coste de este es hasta casi un 30% mayor que el MK44 de 40mm. Se trata de una diferencia importante que debe considerarse.

- Mayor volumen de tamaño que el CT40:

Un mayor tamaño del cañón puede implicar menor espacio en la torre para sus ocupantes, y, por tanto, mayor dificultad en el manejo del sistema. Además, también puede afectar a la capacidad de almacenaje de munición, permitiendo menor cantidad de esta. En el caso una mayor longitud del cañón, puede dificultar la movilidad del vehículo en los movimientos de torre en caso existir vegetación u obstáculos alrededor. En este último aspecto, no se ve ninguna diferencia destacable entre los dos modelos de cañones. Ver Ilustración 8.

- Capacidad de penetración de blindaje no destacable, hasta 40mm menos de RHA que el CT40:

En este caso, el MK44 de 40mm tiene hasta un 30% menos de penetración de RHA. Se puede observar la superioridad del CT40 (flecha roja) respecto al MK44 de 30mm (flecha 30mm) y al MK44 de 40mm (se encontraría en una flecha a mitad camino entre la de 30mm y la flecha roja), puesto que el CT40 es el único que podría enfrentar amenazas acorazadas. Ver Ilustración 9.

AMENAZAS:



• Eficacia reducida ante carros de combate con blindajes modernos:

Basándonos en su poder de penetración, su eficacia en arco frontal ante carros de combate sería nula (ver Ilustración 9). Si nos referimos a los laterales o la parte trasera de los carros, donde su blindaje es menor, dejaría de ser nula, pero sería muy eficaz. La mayoría de los carros de combate cuenta con una protección ante calibres de 30mm, por lo que el calibre 40mm del mk44 podría conseguir mejores resultados.

FORTALEZAS:

• Peso reducido de hasta 160kg menor que el CT40:

Se trata de un 50% menos que el CT40, pero no se le ha asignado casi importancia puesto que no supone una gran reducción de peso respecto al peso total del vehículo.

• Logística de piezas:

El MK44 de 40mm tiene un 60% de similitud logística con el M242 (cañón del VEC), lo que facilita enormemente este aspecto (ver anexo VI).

• Capacidad para usar munición Super Forty, similares características a la que usa el CT40:

La importancia de poder disparar una amplia variedad de municiones radica en la adaptabilidad y flexibilidad que proporciona en combate. Esto permite a las unidades de caballería afrontar una diversidad de situaciones y amenazas, lo que resulta en un aumento significativo de su eficacia y versatilidad operativa. Ver Ilustración 13.

• Fácil actualización para aumentarlo a calibre 40mm:

Debido a que se trata del modelo Stretch, permite dicho aumento con facilidad, cambiando el tubo y ciertas piezas. Se ha asignado una menor importancia a esta fortaleza puesto que esto implicaría desembolsar dinero en otro cañón, por lo que sería más adecuado decantarse inicialmente por un calibre u otro.

• Mantenimiento ya experimentado:

Tiene un 90% de elementos comunes en la capacitación de operadores y mantenimiento respecto al M242, experimentado durante décadas con el VEC (ver anexo VI).

• Coste de producción de hasta 10 mil euros menos que el CT40:

Adquirir el kit de 40mm supone un ahorro de hasta un 3%, habiendo una diferencia de coste reducida.

• Alcance eficaz hasta 500 metros mayor que el MK44 30mm:

En comparación con el MK44 de 30mm, el de 40mm demuestra su superioridad con un mayor alcance eficaz de hasta un 20%.

• Calibre considerable, 10mm mayor que el MK44 de 30mm:

Es un calibre que puede prevalecer más en el tiempo con un inferior riesgo de quedarse obsoleto por sus prestaciones superiores frente al de 30mm.

OPORTUNIDADES:

• Alto grado de eficacia con todo tipo de vehículos blindados, mecanizados y algunos acorazados:

Sus prestaciones le permiten enfrentarse a las amenazas de tipo blindadas y mecanizadas con gran eficacia. Además, también puede tener cierta eficacia con algunos acorazados más antiguos que poseen blindajes menos avanzados.



•*El tamaño compacto y el peso facilitan futuras actualizaciones:*

Esto facilita las futuras mejoras y actualizaciones que se puedan implementar con el tiempo. No destaca en importancia, ya que no es una gran prioridad a la hora de analizar todas las prestaciones.

4.3.2 Radar chart cañón Bushmaster II MK44S Stretch 40mm

En la siguiente figura (ver Ilustración 14), observamos que el MK44 de 40mm tiene una puntuación máxima (3) en logística y fiabilidad debido a su similitud logística con el cañón M242 del VEC, que ha sido probado en combate numerosas veces. En espacio (2) no destaca y obtiene una nota intermedia en potencia de fuego (2) y municiones (2), debido a sus notables prestaciones con un calibre mejorado y aumentado respecto al MK44 de 30mm.

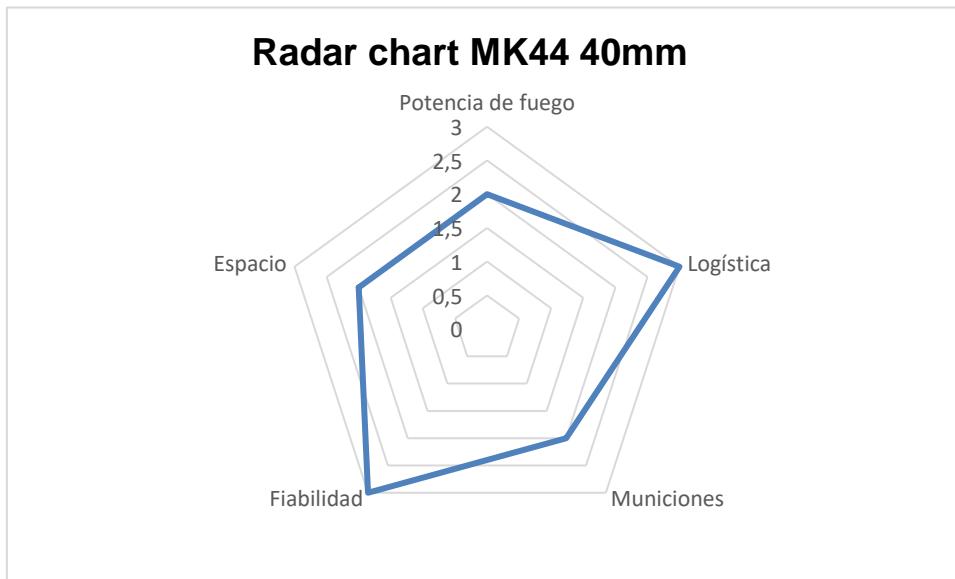


Ilustración 14 Radar chart cañón Bushmaster II MK44S Stretch de 40mm. Fuente: Elaboración propia.

4.4 Módulo de análisis III: cañón CT40 de 40mm

En este bloque se utilizan las herramientas del DAFO y el radar chart, con la información derivada de los apartados anteriores para analizar el cañón Bushmaster II MK44S Stretch de 30mm.

4.4.1 Análisis DAFO (Debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades) del cañón CT40 de 40mm

El cañón CT40 de 40mm, de CTA International, se destaca en el panorama de armamento gracias a su avanzado sistema de munición telescopica o encapsulada. Este sistema único le confiere una precisión sobresaliente y una flexibilidad sin igual en el campo de batalla.



Matriz de factores

 Debilidades	 Amenazas
<ul style="list-style-type: none">  Mantenimiento no experimentado.  Relativamente moderno y poco probado.  Coste de producción elevado, 10 mil euros mayor que el MK44 de 40mm y 100 mil más que el de 30mm.  Peso considerable, hasta 160kg mayor que los dos MK44, de 30 y 40mm.  Munición de mayor peso que la del mk44 de 30mm.  Capacidad de usar únicamente su propia munición. 	<ul style="list-style-type: none">  Eficacia reducida ante carros de combate con blindajes modernos.  Problemas logísticos con empresas exteriores al territorio nacional.
 Fortalezas	 Oportunidades
<ul style="list-style-type: none">  Calibre considerable, 10mm mayor que el MK44 de 30mm.  Volumen reducido, menor que los dos MK44 de 30 y 40mm.  Gran poder de penetración , hasta 40mm más de RHA que el MK44 de 40mm y 80mm más que el de 30mm.  Munición de menor tamaño que la de los dos calibres del MK44.  Capacidad para disparar munición Encapsulada.  Alcance eficaz de hasta 1000 metros mayor que el MK44 de 30mm y de hasta 500 metros más que el MK44 de 40mm. 	<ul style="list-style-type: none">  Alto grado de eficacia contra todo tipo de vehículos blindados, mecanizados y algunos acorazados.  Capacidad de integración en vehículos existentes.

Nivel de Importancia del Factor en el Proyecto

 Casi Irrelevante	 Poco importante	 Importancia media	 Muy importante	 Importancia crucial
--	---	---	--	---

Tabla 3 Análisis DAFO cañón CT40 de 40mm. Fuente: elaboración propia mediante herramienta del Ministerio de Industria.



DEBILIDADES:

- Mantenimiento no experimentado:

En este caso se encuentran dos factores negativos. Por un lado, se trata de tecnología moderna. Por otro lado, en el ET nunca se ha incorporado ningún sistema desarrollado por la empresa que produce el CT40.

- Relativamente moderno y poco probado:

La experiencia del armamento se mide, principalmente, en el campo de batalla. Por ello, esto es un inconveniente, puesto que no se ha podido medir su eficacia en el tiempo ya que carece de antecesores.

- Coste de producción elevado, de hasta 10 mil euros mayor que el MK44 de 40mm y 100 mil más que el de 30mm:

Adquirir este cañón supone un gasto mayor que los dos MK44, un 30% mayor que el de 30mm y un 3% mayor que el de 40mm.

- Peso considerable, hasta 160kg mayor que los dos MK44, de 30mm y 40mm:

Se trata de un 50% más que los dos MK44, pero no se le ha asignado casi importancia puesto que no supone una gran reducción de peso respecto al peso total del vehículo, que son 30 toneladas aproximadamente.

- Munición de mayor peso que la del MK44 de 30mm:

Esto es casi irrelevante por el hecho de que los kgs totales de más son casi insignificantes para un vehículo que pesa cerca de 30 toneladas y su manipulación tampoco se hace complicada.

- Capacidad de usar únicamente su propia munición:

Este aspecto es negativo puesto que se trata de un tipo munición que solo usa este tipo de cañón. Esta munición encapsulada es específica de esta empresa y del modelo, lo que supone un factor limitante en la logística principalmente.

AMENAZAS:

- Eficacia reducida ante carros de combate con blindajes modernos:

Si nos basamos en su poder de penetración frente a carros de combate, se observa que es eficaz ante carros menos modernos, pero tiene más limitaciones ante carros de última generación (ver Ilustración 9). Si nos referimos a los laterales o la parte trasera de estos últimos, donde su blindaje es menor, puede enfrentarse a estos. La mayoría de los carros de combate cuenta con una protección ante calibres de 30mm, por lo que el calibre 40mm del CT40, junto a su tecnología revolucionaria con la munición encapsulada, puede conseguir buenos resultados.

- Problemas logísticos con empresas exteriores al territorio nacional:

A pesar de que se trata de una empresa francesa y por cercanía, no parece un aspecto negativo, se puede prever que es mejor producir dicho armamento en España para facilitar todos los aspectos logísticos. Por ello, los MK44 no tienen este problema, ya que la torre del Dragón se va a producir en territorio nacional.

FORTALEZAS:

- Calibre considerable, 10mm mayor que el MK44 de 30mm:

Al igual que el MK44 de 40mm, es un calibre que puede prevalecer más en el tiempo con un inferior riesgo de quedarse obsoleto por sus prestaciones superiores frente al de



30mm.

•Volumen reducido, menor que los dos MK44 de 30 y 40mm:

El CT40 tiene una menor ocupación en lo referente al cajón de mecanismos que se encuentra en el interior de la torre. Esto supone mayor espacio para los ocupantes e incluso puede suponer mayor capacidad de munición.

•Gran poder de penetración, hasta 40mm más de RHA que el MK44 de 40mm y 80mm más que el de 30mm:

El cañón CT40 destaca en este aspecto, donde supera con creces a los dos MK44. Tiene hasta casi un 30% más de penetración de RHA que el de 40mm y hasta casi un 60% más que el MK44 de 30mm. Ver Ilustración 9.

•Munición de menor tamaño que la de los dos calibres del MK44:

El MK44 utiliza la munición Super Forty 40 de tamaño aproximado a la que usa el MK44 de 30mm y, por tanto, ligeramente mayor que la munición encapsulada del CT40. Es una pequeña diferencia que, sumada con la capacidad de munición completa, puede suponer un aumento de cantidad. Ver ilustración 10. Ver ilustración 13.

•Alcance eficaz de hasta 1000 metros mayor que el MK44 de 30mm y de hasta 500 metros más que el MK44 de 40mm.

En comparación con el MK44 de 30mm, hablamos de hasta un 33% más de alcance y un 20% más que el de 40mm. Este dato destaca la gran superioridad del CT40.

OPORTUNIDADES:

•Alto grado de eficacia con todo tipo de vehículos blindados, mecanizados y algunos acorazados:

Sus prestaciones le permiten enfrentarse a las amenazas de tipo blindadas y mecanizadas con gran eficacia. Además, también puede tener cierta eficacia con algunos acorazados más antiguos que poseen blindajes menos avanzados.

•Capacidad de integración en vehículos existentes:

El sistema de armas completo se integra en otras barcas ya existentes. No destaca en importancia, ya que no es una gran prioridad a la hora de analizar todas las prestaciones y puesto que el interés principal está enfocado en el Dragón.

4.4.2 Radar chart cañón Bushmaster II MK44S Stretch 40mm

En la siguiente figura (ver Ilustración 15), observamos que el MK44 de 40mm tiene una puntuación máxima (3) en potencia de fuego, espacio y municiones. Esto es debido a su superioridad en características como el alcance eficaz o poder de penetración. Su ventaja en espacio proviene de su menor volumen de ocupación y sus municiones encapsuladas de última generación poseen características muy superiores a las de la munición convencional, lo que hace que también destaque en este apartado.

Puesto que se trata de un cañón moderno y poco probado, su fiabilidad (2) no es destacable puesto que no consta de un antecesor probado. Y por tratarse de un cañón fabricado por empresas francesas y por su modernidad, la logística (2) tampoco recibe la puntuación máxima ya que sería idóneo que se encontrara en territorio nacional para facilitar el mantenimiento y el repuesto de piezas.

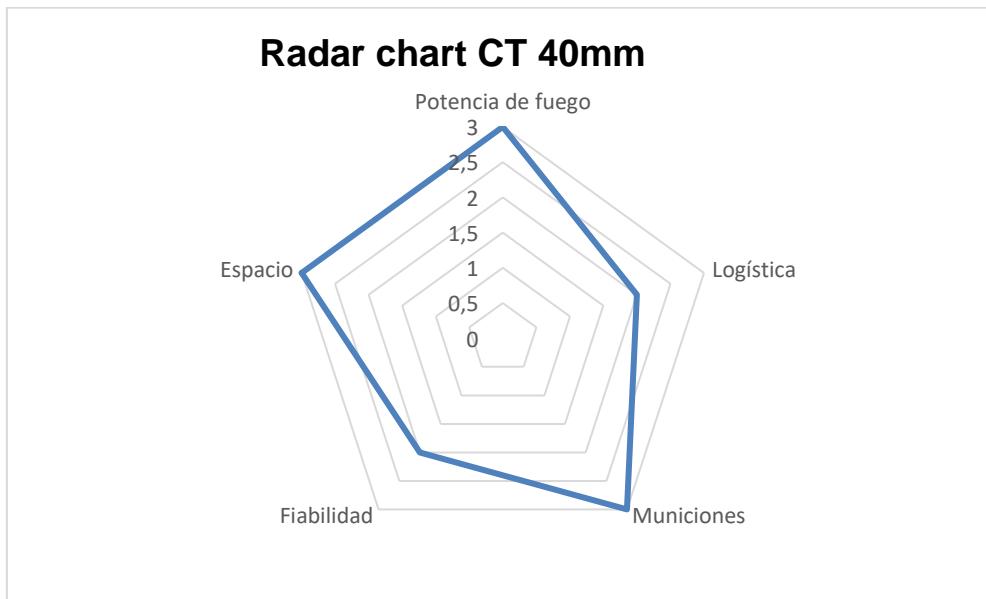


Ilustración 15 Radar chart del cañón CT40 de 40mm. Fuente: Elaboración propia.

4.5 Sistema de análisis multicriterio (AHP)

AHP constituye un enfoque de análisis de multicriterio donde se capturan las preferencias del centro de decisiones mediante un sistema de comparación "por parejas". Su propósito es establecer una metodología confiable y válida para valorar y jerarquizar distintas opciones basadas en diversos criterios y subcriterios. Esta metodología se caracteriza por su simplicidad, practicidad, comprensibilidad y su sólido respaldo en fundamentos matemáticos.

En la tabla 4 se muestra la matriz final de decisión después de realizar las diferentes etapas para su construcción y cálculo (ver anexo IX).

CRITERIOS / SUBCRITERIOS	PESOS	MK44S stretch 30mm	MK44S Stretch 40mm	CT40 40mm
Potencia de fuego	0,43	0,06	0,22	0,72
+ Alcance eficaz	0,50	0,06	0,22	0,72
+ Poder de penetración	0,50	0,06	0,22	0,72
Logística	0,23	0,43	0,43	0,14
+ Repuestos	0,43	0,43	0,43	0,14
+ Mantenimiento	0,14	0,43	0,43	0,14
+ Situación geográfica	0,43	0,43	0,43	0,14
Volumen	0,09	0,20	0,20	0,60
+ Espacio tripulación	0,25	0,20	0,20	0,60
+ Cantidad de munición	0,75	0,20	0,20	0,60
Fiabilidad	0,03	0,43	0,43	0,14
Munición	0,12	0,15	0,20	0,65
+ Variedad	0,14	0,19	0,31	0,50
+ Tamaño	0,29	0,20	0,20	0,60
+ Prestaciones	0,57	0,12	0,17	0,70
Integración	0,10	0,20	0,20	0,60
		0,19	0,27	0,54

Tabla 4 Resultado final. Matriz de decisión. Fuente: Elaboración propia mediante el método de decisión multicriterio AHP.



Esta estructura está formada por 6 criterios, que son: potencia de fuego (subcriterios: alcance eficaz y poder de penetración); logística (subcriterios: repuestos, mantenimiento y situación geográfica); volumen (subcriterios: espacio de tripulación y cantidad de munición); fiabilidad; munición (subcriterios: variedad, tamaño y prestaciones); y por último la integración. Cada uno de estos tiene unos pesos que se refieren a la importancia, mayor peso implica que el criterio tiene mayor relevancia para la decisión final. Además, mayor puntuación implica la superioridad de uno sobre el otro. Para la asignación de importancia se ha tenido en cuenta lo recopilado mediante los métodos anteriores.

Como resultado final, se observa una gran superioridad de CT40 respecto a los otros dos. Esta gran diferencia es en gran parte por su destacada potencia de fuego a la cual se ha asignado un peso elevado. En segundo lugar, encontramos al MK44 de 40mm y por último al MK44 de 30mm.

4.6 Análisis comparativo

Este último apartado del punto 4 refleja el método comparativo mediante herramientas ya utilizadas anteriormente y basándose en fichas técnicas para mostrar de forma más clara las capacidades de las 3 alternativas agrupadas.

Recopilando la información de los 3 radares chart anteriormente expuestos, en la ilustración 16 se puede ver claramente la inferioridad del MK44 de 30mm puesto que el MK44 de 40mm le iguala o supera en todos los aspectos valorados en la figura (ilustración 16). En cambio, está un poco más ajustado entre los dos calibres de 40mm, siendo el CT40 superior en 3 de las 5 características representadas.

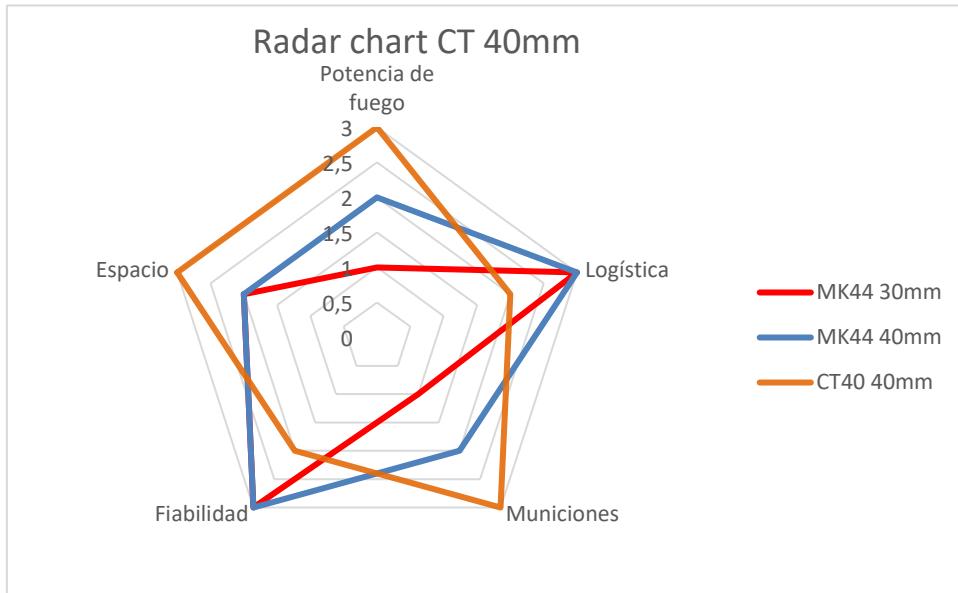


Ilustración 16 Radar chart comparativo de las 3 alternativas evaluadas. Fuente: elaboración propia.

Modelo	Alcance eficaz	Poder de penetración	Logística de repuestos	Mantenimiento
MK44 30mm	Hasta 2000m	Hasta 60mm RHA	60% similitud con M242	90% similitud M242
MK44 40mm	Hasta 2500m	Hasta 100mm RHA	60% similitud con M242	90% similitud M242
CT40 40mm	Hasta 3000m	Hasta 140mm RHA	Sin antecesores	Sin antecesores



Situación geográfica	Peso
Producción en España cc	160kg
Producción en España cc	160kg
Producción en Francia	320kg

Tabla 5 Matriz en base a características técnicas de las 3 alternativas. Fuente: Elaboración propia.

La tabla 5 representa una serie de características ya mencionadas anteriormente facilitando su visualización de forma comparativa. Podemos ver la gran superioridad de potencia de fuego del CT40 en la comparativa del alcance eficaz y el poder de penetración, fundamentales para posibilitar el enfrentamiento eficaz ante un enemigo con potentes blindajes.

5 CONCLUSIONES

Como última parte del trabajo realizado, se han extraído unas conclusiones. Estas tienen como objetivo final, proporcionar recomendaciones para la toma de decisiones relacionada con la elección del cañón del vehículo Dragón 8x8 de caballería.

En el proceso de evaluación de las alternativas para equipar el vehículo Dragón 8x8 de caballería en el Ejército de Tierra, se han considerado tres opciones de cañones: el Cañón Bushmaster II MK44S Stretch de 30mm que equipará el Dragón, el Cañón Bushmaster II MK44S Stretch de 40mm y el CT40mm de CTA International. Esta selección de cañones implica las siguientes posibilidades: mantener el cañón de 30mm que equipará el Dragón, aumentar el calibre a 40mm en base al cañón del Dragón, y por último, adquirir un cañón completamente nuevo que sustituya a los anteriores, en base a un calibre de 40mm.

La evaluación se llevó a cabo mediante un enfoque metodológico que consideró criterios clave como la potencia de fuego, la logística y la capacidad de adaptación a diferentes escenarios operativos. Se utilizaron métodos cuantitativos y cualitativos, con los que se puede recopilar información directa del personal de caballería que, en un futuro cercano, formará parte de las tripulaciones del nuevo Dragón 8x8. Durante el empleo de la metodología anterior, se podía intuir que el calibre final elegido iba a ser en base a 40mm, debido a las importantes ventajas que estos ofrecen a diferencia del de 30mm.

Esta información ha sido esencial para poder aplicarla a metodología enfocada a la decisión. Además, el uso de datos técnicos como información objetiva, junto a lo anterior mencionado, ha servido para respaldar las conclusiones. Ha sido determinante el uso del sistema de análisis multicriterio AHP. La implementación de una metodología de toma de decisiones que integra los criterios en función de toda la información recopilada previamente resulta fundamental. Se asegura la consideración de todos los aspectos relevantes y datos obtenidos durante el análisis, permitiendo una evaluación más precisa y equilibrada de las opciones valoradas. Por lo tanto, el empleo del AHP, que abarca la totalidad de la información acumulada, se traduce en decisiones informadas para el cumplimiento de los objetivos.

La hipótesis inicial sostenía que el CT40 sería la elección más adecuada, y esta predicción se ha confirmado tras un exhaustivo análisis. Las características técnicas, la versatilidad operativa y el resto de las capacidades evaluadas, posicionan al CT40 como la opción óptima para cumplir con los cometidos específicos de la caballería española.

La elección del CT40 se basa en su capacidad para proporcionar un equilibrio



excepcional entre potencia de fuego, movilidad y flexibilidad táctica. Este cañón no solo cumple con los requisitos actuales de la caballería española, sino que también ofrece una proyección futura en términos de tecnología y capacidad operativa, alineándose así, con las tendencias y estándares internacionales en el ámbito militar. El cañón CT40 incorpora tecnología de vanguardia, incluyendo su capacidad para disparar municiones encapsuladas, proporcionando un mayor control y precisión en el campo de batalla. Este armamento contribuye a maximizar la letalidad frente al enemigo y la seguridad, aumentando la distancia de enfrentamiento.

5.1 Propuesta de mejora

Los vehículos de reconocimiento de caballería, al operar en entornos donde la movilidad y la rapidez son clave, deben estar equipados con cañones capaces de enfrentar amenazas blindadas de manera efectiva y eficiente. Aumentar el calibre no solo proporciona una mayor potencia de fuego y la capacidad de llevar municiones con mejores prestaciones, sino que aumenta la probabilidad de penetración de blindaje enemigo a distancias significativas. Esto se traduce en una mayor capacidad para neutralizar o destruir vehículos mecanizados y/o acorazados enemigos y asegurar la superioridad en el campo de batalla.

En un entorno operativo donde la sorpresa y la capacidad de respuesta rápida son esenciales, contar con un cañón de mayor calibre en los vehículos de reconocimiento de caballería es una estrategia sensata. Esto no solo proporciona una ventaja táctica, sino que también asegura que estas unidades puedan cumplir con éxito su misión de identificar, evaluar y, si es necesario, enfrentar a las amenazas mecanizadas y/o acorazadas del enemigo de forma eficaz, contribuyendo así al éxito general de la operación militar.

Por ello, se propone la adopción del CT40, a pesar de su desembolso económico mayor, con el entendimiento de que esta inversión garantizará un rendimiento superior y una adaptabilidad a los desafíos cambiantes del campo de batalla. En caso de no llevar a cabo este cambio, se sugiere considerar la adquisición del kit de aumento para el Cañón Bushmaster II MK44S Stretch a 40mm como una medida intermedia para mejorar su capacidad operativa y mantenerlo en las tendencias de otros ejércitos. La inversión adicional se justifica en aras de asegurar que el armamento elegido cumpla de manera efectiva con todas las demandas estratégicas y tácticas de la caballería española.



6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (MADOC), M. y. (2020). Caballería. En *Tendencias 2019-2019. Volumen II* (págs. 14-20). Granada: Dirección de Investigación, Doctrina, Orgánica y Materiales (DIDOM).
- (MADOC), M. y. (2020). Caballería. En *Tendencias 2018-19. Volumen II* (págs. 13-14). Granada: Dirección de Investigación, Doctrina, Orgánica y Materiales (DIDOM).
- (MADOC), M. y. (2022). *Tendencias según especialidades, Caballería* (Vol. II). Granada: Dirección de Investigación, Doctrina, Orgánica y Materiales (DIDOM).
- Case Telescoped Ammunition International. (s.f.). *Case Telescoped Ammunition (CTA) International*. Obtenido de <https://www.cta-international.com/ammunition/>
- Fernández Alonso, Ó. (2019). ¿Un cañón de 40 mm para el futuro vehículo 8x8? *Memorial de Caballería*(88), 34-39.
- General Dynamics. (s.f.). *General Dynamics*. Obtenido de <https://www.gd-ots.com/wp-content/uploads/2020/01/30x173mm-Ammunition-Suite.pdf>
- Ministry of Defence (MOD). (s.f.). *UK Army be the best*. Obtenido de <https://www.army.mod.uk/equipment/combat-vehicles/>
- Northrop Grumman. (s.f.). *Northrop Grumman*. Obtenido de <https://wpcontent.ot5o9s93syrb.net/wp-content/uploads/Mk44S-30-40mm-Bushmaster-Chain-Gun.pdf>
- U.S Army. (2018). *Operational Environment Data Integration Network (ODIN)*. Obtenido de <https://odin.tradoc.army.mil/WEG/Asset/318957732468f616f5ad6c99ddeeaa0f>
- U.S Army. (2018). *Operational Environment Data Integration Network (ODIN)*. Obtenido de <https://odin.tradoc.army.mil/WEG/Asset/05c1b8f38c378808655363f437ed23ae>
- U.S Army. (2018). *Operational Environment Data Integration Network (ODIN)*. Obtenido de <https://odin.tradoc.army.mil/WEG/Asset/2653512fc2f2d3c71f23d1b4f54cb26f>
- U.S Army. (2018). *Operational Environment Data Integration Network (ODIN)*. Obtenido de <https://odin.tradoc.army.mil/WEG/Asset/2c7af59b12608a67f1ff790d6a2923b5>
- U.S Army. (2018). *Operational Environment Data Integration Network (ODIN)*. Obtenido de <https://odin.tradoc.army.mil/WEG/Asset/bc0b7266e401dd9e94661ac49f86b184>
- U.S Army. (2018). *Operational Environment Data Integration Network (ODIN)*. Obtenido de <https://odin.tradoc.army.mil/WEG/Asset/efcf01dbf34a4b44cf63e256c2d61cba>
- U.S Army. (2018). *Operational Environment Data Integration Network (ODIN)*. Obtenido de https://odin.tradoc.army.mil/WEG/List/ORIGIN_russia--rus--f8577e
- U.S Army. (2018). *Operational Environment Data Integration Network (ODIN)*. Obtenido de <https://odin.tradoc.army.mil/WEG>List>
- U.S Army. (2018). *Operational Environment Data Integration Network (ODIN)*. Obtenido de <https://odin.tradoc.army.mil/WEG>List>
- U.S Army. (2018). *Operational Environment Data Integration Network (ODIN)*. Obtenido de <https://odin.tradoc.army.mil/WEG/Asset/44e7df0348ef46185cf9b73d93649fd5>



Anexo I. Formato de entrevista

ENTREVISTA

ALFÉREZ DAVID CARRIÓN LÓPEZ

Buenos días/tardes, esta entrevista busca analizar y evaluar cuidadosamente las diferentes alternativas existentes relacionadas con el sistema de armas y la munición utilizada en vehículos blindados aunque centrándonos principalmente en el Vehículo Dragón 8x8.

La información recopilada será utilizada para mi trabajo de fin de grado el cual trata de buscar la mejor alternativa al futuro cañón de 30 mm del Dragón. Por ello, he investigado en base a dos posibilidades.

La primera consiste en la capacidad que tiene la torre del Dragón para poder cambiar el calibre de 30 mm a 40 mm cambiando el tubo y ciertos mecanismos. Este cañón utiliza munición convencional aunque podría incorporar la avanzada Supershoot de los americanos.

Por otro lado, cabe la posibilidad de adquirir un nuevo sistema de armas para la torre del Dragón como pudiera ser el CTAS CT-40, desarrollado por CTAI, el cual está formado por las compañías Nexter y BAE Systems.

Este sistema de armas está montado, entre otros, en el vehículo francés EBRC Jaguar. Para posibles futuras comparaciones, esta segunda opción es de mayor peso y menor tamaño que la alternativa valorada en primer lugar, su calibre es de 40mm, y tiene la capacidad de usar munición encapsulada (menor peso, menor tamaño, menor número de interrupciones, mayor alcance, mayor poder de penetración pero, sin embargo, más costosa que la convencional) de capacidades similares a la Supershoot.

1. ¿Quién es usted? ¿Qué empleo tiene? ¿A qué unidad pertenece? ¿Cuál es su experiencia cuando hablamos de medios acorazados/mecanizados? ¿Qué puesto táctico ocupa u ocupaba dentro de la tripulación del vehículo? ¿Ha realizado algún curso relacionado con los medios acorazados/mecanizados? Si es así, indique cuál es.
2. ¿Ha participado en algún evento/actividad sobre el Dragón? Si es así, indique el tipo de participación.
3. En su opinión, ¿qué ventajas ofrece el cañón actual del Dragón en términos de calibre y capacidad de penetración de blindaje frente al cañón del VEC de 25mm?
4. ¿Cree que el cañón de 30mm del Dragón puede cumplir las expectativas para las misiones de la caballería? ¿Por qué? ¿Cree que un calibre mayor sería más adecuado? ¿Por qué?
5. Desde su experiencia, ¿cómo afectaría el aumento de calibre del cañón a la capacidad del vehículo para enfrentar amenazas blindadas en el campo de batalla?
6. ¿Cuáles son los factores clave que deben tenerse en cuenta al seleccionar un cañón para un vehículo de caballería como el Dragón 8x8?
7. ¿Cuál es su perspectiva sobre la viabilidad económica de aumentar el calibre del cañón actual en comparación con la adquisición de un sistema de armas completamente nuevo?
8. ¿Cómo valoraría la importancia de la munición si su coste es mayor que la convencional y por lo tanto se dispondrá de menor cantidad de esta?
9. ¿Cómo ve la evolución futura de las tecnologías de cañones en vehículos blindados en otros ejércitos en comparación con el Dragón 8x8?
10. ¿Hay alguna otra información o perspectiva que crea relevante compartir en relación con el cañón del vehículo Dragón 8x8?



Anexo II. Respuestas de las entrevistas

1. ¿Quién es usted? ¿Qué empleo tiene? ¿A qué unidad pertenece? ¿Ha estado en algún puesto táctico dentro de vehículo? ¿Cuál? ¿Ha realizado algún curso relacionado con los medios blindados/acorazados? Si es así, indique cuál es.

Capitán de caballería Sergio Sánchez Villa, destinado en el Regimiento "España" nº 11. No. He formado parte del equipo de evaluación operativa del 8x8 de Caballería de la BRILEG.

2. ¿Ha participado en algún evento/actividad sobre el Dragón? Si es así, indique el tipo de participación.

He realizado el curso de familiarización con el sistema de misión de INDRA (Aranjuez) así como la de familiarización con la plataforma en Santa Bárbara (Sevilla).

3. En su opinión, ¿qué ventajas ofrece el cañón actual del Dragón en términos de calibre y capacidad de penetración de blindaje frente al cañón del VEC de 25mm?

Un aumento de calibre no tiene una relación directa con la capacidad de penetración, influyen otros factores como la velocidad en boca, tipo de munición, blindaje al que se enfrenta, distancia de tiro etc. Es necesario un análisis multifactorial para determinar cómo afecta exactamente el aumento de calibre para cada situación.

Sin embargo, se puede hacer una asunción de que para unas mismas condiciones de tiro, un calibre de 30 mm de una munición AP penetrará más que una de 25mm.

El cañón de 30 mm del Dragón permite el uso de munición programable, lo cual es una mejora respecto al de VEC.

4. ¿Cree que el cañón de 30mm del Dragón puede cumplir las expectativas para las misiones de la caballería? ¿Por qué? ¿Cree que un calibre mayor sería más adecuado? ¿Por qué?

Se asume que las "expectativas para las misiones de caballería" son combatir con éxito unidades enemigas que enfrente la agrupación en la que los Dragones estén encuadrados. Para ello es necesario saber si el cañón de 30 mm del Dragón puede hacer frente a los niveles de protección enemigos (medidos en niveles STANAG 4569). Un calibre mayor será más adecuado en función de los factores señalados en el punto 3.

5. Desde su experiencia, ¿cómo afectaría el aumento de calibre del cañón a la capacidad del vehículo para enfrentar amenazas blindadas en el campo de batalla?

Ver pregunta 3.

6. ¿Cuáles son los factores clave que deben tenerse en cuenta al seleccionar un cañón para un vehículo de caballería como el Dragón 8x8?

Tipos de munición, capacidad de penetración medida en niveles STANAG 4569, sistema de alimentación (para evitar interrupciones, muchas veces causadas por la alimentación con munición que "cuelga" como en el VEC), facilidad de solución de interrupciones, facilidad de mantenimiento.



7. ¿Cuál es su perspectiva sobre la viabilidad económica de aumentar el calibre del cañón actual en comparación con la adquisición de un sistema de armas completamente nuevo?

El cañón actual del Dragón está preparado para pasar de 30 mm a 40 mm con unas "sencillas" modificaciones en palabras de los ingenieros de INDRA. Esto ya estaba previsto en las series de configuraciones simples del Dragón 8x8 en 2021. Por tanto, adquirir un sistema de armas completamente nuevo es probablemente más costoso económicamente.

Por otro lado, hay que tener en cuenta que el enfoque de España es potenciar la industria de defensa nacional, por lo que existe un factor político con mucho peso en las decisiones que conciernen al programa Dragón.

8. ¿Cómo valoraría la importancia de la munición si su coste es mayor que la convencional y por lo tanto se dispondrá de menor cantidad de esta?

Si la munición no sirve para cumplir la misión no importa la cantidad que tenga disponible.

9. ¿Cómo ve la evolución futura de las tecnologías de cañones en vehículos blindados en otros ejércitos en comparación con el Dragón 8x8?

Sé que el cañón del Jaguar 6x6 francés tiene un cañón CTAS de 40 mm, además la tendencia en Europa es aumentar los calibres de los vehículos de combate de infantería y caballería, sin embargo, no estoy en disposición de emitir un juicio informado sobre la pregunta.

10. ¿Hay alguna otra información o perspectiva que crea relevante compartir en relación con el cañón del vehículo Dragón 8x8?

Un factor del que no tengo constancia es el límite de número disparos en distintas cadencias antes de sobrepasar los límites de seguridad del armamento. Es un factor relevante, ya que si sólo puedo disparar una cantidad limitada de munición antes de alcanzar este límite, estoy fuera de combate.



1. ¿Quién es usted? ¿Qué empleo tiene? ¿A qué unidad pertenece? ¿Ha estado en algún puesto táctico dentro de vehículo? ¿Cuál? ¿Ha realizado algún curso relacionado con los medios blindados/acorazados? Si es así, indique cuál es.

Soy el sargento Samuel Serrano Chaves encuadrado en el RC España 11. He sido jefe de vehículo en un VRCC durante 6 años y no he realizado ningún curso relacionado con los medios blindados.

2. ¿Ha participado en algún evento/actividad sobre el Dragón? Si es así, indique el tipo de participación.

Si, formé parte del equipo de evaluación del 8x8 enviado por el GCLAC "Reyes Católicos" II de La Legión.

3. En su opinión, ¿qué ventajas ofrece el cañón actual del Dragón en términos de calibre y capacidad de penetración de blindaje frente al cañón del VEC de 25mm?

En mi opinión, hay pocas diferencias entre el cañón del 30mm y el cañón del VEC.

4. ¿Cree que el cañón de 30mm del Dragón puede cumplir las expectativas para las misiones de la caballería? ¿Por qué? ¿Cree que un calibre mayor sería más adecuado? ¿Por qué?

Creo que puede cumplirlas, pero opino que sería mejor apostar por un cañón de 40mm. Sería preferible un mayor calibre a la hora de hacer frente a otras amenazas blindadas.

5. Desde su experiencia, ¿cómo afectaría el aumento de calibre del cañón a la capacidad del vehículo para enfrentar amenazas blindadas en el campo de batalla?

Sus capacidades de respuesta aumentarían notablemente.

6. ¿Cuáles son los factores clave que deben tenerse en cuenta al seleccionar un cañón para un vehículo de caballería como el Dragón 8x8?

Que la tendencia en el resto de los países es colocar un calibre mayor y de no hacerlo nos quedaríamos cortos en cuanto a potencia de fuego.

7. ¿Cuál es su perspectiva sobre la viabilidad económica de aumentar el calibre del cañón actual en comparación con la adquisición de un sistema de armas completamente nuevo?

Un cañón más grande aumenta el costo de la munición. A pesar de esto considero que es viable y a largo plazo será la decisión correcta.

8. ¿Cómo valoraría la importancia de la munición si su coste es mayor que la convencional y por lo tanto se dispondrá de menor cantidad de esta?

Como el número de torres de caballería no va a ser muy elevado, no creo que este aumento del coste de la munición sea tan relevante.

9. ¿Cómo ve la evolución futura de las tecnologías de cañones en vehículos blindados en otros ejércitos en comparación con el Dragón 8x8?

La evolución de los blindajes va en aumento y esto provoca que los calibres de los cañones también aumenten. Si nosotros apostamos por los 30mm nos estaremos quedando muy por detrás del resto de ejércitos.

10. ¿Hay alguna otra información o perspectiva que crea relevante compartir en relación con el cañón del vehículo Dragón 8x8?

No.



1. ¿Quién es usted? ¿Qué empleo tiene? ¿A qué unidad pertenece? ¿Ha estado en algún puesto táctico dentro de vehículo? ¿Cuál? ¿Ha realizado algún curso relacionado con los medios blindados/acorazados? Si es así, indique cuál es.

Sgt. 1º Ximena Cecibel Sánchez Córdova.

RC "Farnesio" 12 – GCLAC "Santiago" I\12 – ELAC 3

Tiradora de VEC, Tiradora\Cargadora de VRCC Centauro, jefe de VEC.

2. ¿Ha participado en algún evento/actividad sobre el Dragón? Si es así, indique el tipo de participación.

Equipo de Asesoramiento en la empresa E&M del cañón y torre, diseño y ergonomía interior.

3. En su opinión, ¿qué ventajas ofrece el cañón actual del Dragón en términos de calibre y capacidad de penetración de blindaje frente al cañón del VEC de 25mm?

Mayor calibre y el poder emplear munición multipropósito. Rápida adaptación al manejo del cañón al ser de la misma familia que el de 25mm.

4. ¿Cree que el cañón de 30mm del Dragón puede cumplir las expectativas para las misiones de la caballería? ¿Por qué? ¿Cree que un calibre mayor sería más adecuado? ¿Por qué?

Puede cumplir las misiones como se ha estado haciendo con el cañón de 25mm. Lo adecuado sería un cañón de 40mm ya que una de las misiones de éstas plataformas es el reconocimiento y cuando hay contacto lo que se precisa es velocidad y agilidad junto a la efectividad de tiro.

5. Desde su experiencia, ¿cómo afectaría el aumento de calibre del cañón a la capacidad del vehículo para enfrentar amenazas blindadas en el campo de batalla?

De forma positiva, con un mayor calibre más certeza de daño, siempre y cuando cuente con un buen sistema de armas. Es cierto que todo va en proporción, si se aumenta el calibre aumenta el peso así como el de munición y esto disminuye la capacidad de almacenaje por lo que el tiro tiene que ser certero.

6. ¿Cuáles son los factores clave que deben tenerse en cuenta al seleccionar un cañón para un vehículo de caballería como el Dragón 8x8?

Fácil manejo en el mantenimiento, manipulación y uso.

Que pueda emplear todo tipo de munición.

Que esté en proporción con su barcaza.

7. ¿Cuál es su perspectiva sobre la viabilidad económica de aumentar el calibre del cañón actual en comparación con la adquisición de un sistema de armas completamente nuevo?

Llevamos 40 años con el mismo vehículo, se lleva años hablando de actualizar los vehículos y se han presentado alternativas conforme el resto de ejércitos se han ido modernizando. El impedimento siempre ha sido el coste de la inversión económica que se tiene que realizar para modernizar el ejército, también se puede decir que hay diferentes sistemas de armas en el mercado con diferentes costes.

8. ¿Cómo valoraría la importancia de la munición si su coste es mayor que la convencional y por lo tanto se dispondrá de menor cantidad de esta?

Mucho, es verdad que su precio es elevado en comparación a la convencional, pero al tener un sistema de armas moderno cada tripulante debería experimentar tirar al menos una vez con



esta munición. Este sistema de Armas tiene un Modo de Simulación en el que el personal se puede instruir sin tener que demandar munición para su entrenamiento.

9. ¿Cómo ve la evolución futura de las tecnologías de cañones en vehículos blindados en otros ejércitos en comparación con el Dragón 8x8?

Muy superior, cada país va modernizando sus plataformas conforme va evolucionando la tecnología no sólo en el calibre si no en lo que se refiere a cámaras térmicas, mandos y consolas, ergonomía en los puestos tácticos, blindaje y munición. Y seguirán evolucionando de acuerdo con los escenarios bélicos que se están presentando. Lo han hecho porque tienen industrias armamentísticas propias a diferencia de España que ha empezado con E&M que se ha ido haciendo hueco suministrando sistemas de armas a la Armada y que si se sigue invirtiendo en este caso en la en la torre Guardian se estará a la par que el resto de los ejércitos.

10. ¿Hay alguna otra información o perspectiva que crea relevante compartir en relación con el cañón del vehículo Dragón 8x8?

NIL.



- 1. ¿Quién es usted? ¿Qué empleo tiene? ¿A qué unidad pertenece? ¿Ha estado en algún puesto táctico dentro de vehículo? ¿Cuál? ¿Ha realizado algún curso relacionado con los medios blindados/acorazados? Si es así, indique cuál es.**

Capitán Hugo de Diego Andrés, jefe del ELAC 3 del GCLAC I del RC "Farnesio" 12. He ocupado puesto táctico de jefe de CC Leopardo 2E, jefe de VRCC Centauro, jefe de VERT y jefe de VEC. He realizado en curso CIMA (Curso de iniciación de Medios Acorazados) que se imparte de los nuevos CUMAs en las antiguas Brigadas Pesadas, así como haber realizado todos los pasos hasta certificarme con mi tripulación de Leo 2E en el nivel 1 de tripulación en el GIUACO. Además, actualmente me encuentro en la fase a distancia del CAUAM (Curso Avanzado de Unidades Acorazadas/Mecanizadas para oficiales de Caballería).

- 2. ¿Ha participado en algún evento/actividad sobre el Dragón? Si es así, indique el tipo de participación.**

No.

- 3. En su opinión, ¿qué ventajas ofrece el cañón actual del Dragón en términos de calibre y capacidad de penetración de blindaje frente al cañón del VEC de 25mm?**

Al tener un mayor calibre, esto va a permitir mayor alcance, así como mayor poder de penetración con respecto al actual cañón de 25mm. Estas serían solamente las ventajas de aumentar 5 mm el calibre sin entrar a hablar sobre direcciones de tiro, tipos de munición, etc...

- 4. ¿Cree que el cañón de 30mm del Dragón puede cumplir las expectativas para las misiones de la caballería? ¿Por qué? ¿Cree que un calibre mayor sería más adecuado? ¿Por qué?**

Si que creo que el cañón de 30 mm puede cumplir las expectativas, aunque con ciertas limitaciones. En los últimos años, algunos países están adquiriendo blindados con cañones de 40 mm, lo cual les aporta una ventaja sobre los cañones de 30 mm, además de que los blindajes se encuentran en constante evolución y un calibre mayor ayudaría a hacer frente a estas mejoras. El cañón de 30 mm creo que es apto para nuestras unidades, aunque no sea el más idóneo. También hay que tener en cuenta que un calibre mayor va a implicar inconvenientes, ya que ocupa un mayor espacio y no se podría llevar la misma cantidad de munición en el vehículo, así como aumentar el peso a transportar y la huella logística, por lo que la adquisición de un calibre u otro hay que valorarla teniendo en cuenta estos detalles, que son determinantes en el combate. Un blindado con cañón de 40 mm puede ser que tenga capacidad para 300 disparos y el de 30 mm puede que se acerque a 500.

- 5. Desde su experiencia, ¿cómo afectaría el aumento de calibre del cañón a la capacidad del vehículo para enfrentar amenazas blindadas en el campo de batalla?**

Como ya he tratado en el punto anterior, un mayor calibre va a aportar mayor capacidad de penetración y mayor alcance, en detrimento de la capacidad para llevar munición y un aumento de huella logística e incluso un aumento del peso del propio blindado. El análisis tiene que enfocarse no solo en nuestras capacidades si no en las que tienen el resto de los países para valorar si es necesario o no ese aumento de calibre.

- 6. ¿Cuáles son los factores clave que deben tenerse en cuenta al seleccionar un cañón para un vehículo de caballería como el Dragón 8x8?**

Alcance, precisión, capacidad de penetración, tipos de munición, dirección de tiro, capacidad de almacenamiento de munición del vehículo.



7. ¿Cuál es su perspectiva sobre la viabilidad económica de aumentar el calibre del cañón actual en comparación con la adquisición de un sistema de armas completamente nuevo?

Desconozco a ciencia cierta la información sobre este asunto, pero creo que, si se pudiera adaptar el actual cañón para aumentar su calibre, sería más viable económicamente que adquirir uno nuevo, ya que el funcionamiento y sistemas base sería el mismo, y si fuera necesario siempre se podría volver al cañón de 30mm. Como diré más adelante, sí que considero que dicha torre debería ser tripulada y no remota como se pretende en los 8x8 para el arma de infantería.

8. ¿Cómo valoraría la importancia de la munición si su coste es mayor que la convencional y por lo tanto se dispondrá de menor cantidad de esta?

Creo que es algo a valorar, y es importante disponer de la munición tanto para instrucción como para el combate, y hacer una valoración económica en este aspecto es necesario.

9. ¿Cómo ve la evolución futura de las tecnologías de cañones en vehículos blindados en otros ejércitos en comparación con el Dragón 8x8?

Creo que el programa 8x8 llega tarde y desfasado con respecto otros ejércitos, habiendo torres mucho más modernas y de nueva generación que van a superar a la del 8x8 en el momento en el que esta comience a operar.

10. ¿Hay alguna otra información o perspectiva que crea relevante compartir en relación con el cañón del vehículo Dragón 8x8?

Debido a las particularidades y misiones que se le encomiendan a una unidad de Caballería, se debe tener en cuenta la necesidad de que dichas torres sean tripuladas, ya que es necesario mantener la capacidad de combate con la torre del Dragon 8x8, siendo esta la principal arma con la que combate nuestra arma.



Anexo III. Ficha técnica munición encapsulada del CT40

APFSDS-T: Aleta Perforadora de Armadura Estabilizada Descartando Sabot-Tracer

Mayor penetración a mayor alcance.

El proyectil de tungsteno del APFSDS-T puede penetrar más de 140 mm de RHA (armadura homogénea enrollada) a 1.500 m, derrotando tanto a vehículos ligeros como a vehículos fuertemente protegidos con blindaje adicional avanzado.

CARACTERÍSTICAS	
DIMENSIONES	65x255mm
MASA DE MUNICIONES	1900 gramos
MASA DEL PROYECTIL	550 gramos
VELOCIDAD DE SALIDA	> 1500 m/s
DISPERSIÓN	< 0,3 mrad
PERFORACIÓN	140 mm RHA a 1500 m
ALCANCE EFECTIVO	> 2500 metros



Tabla 6 Características munición APFSDS-T. Fuente: CTA International.

GPR-AB-T: Ronda de uso general – Explosión aérea – Trazador

Derrota a objetivos escondidos o atrincherados.

Produce una detonación explosiva por encima del objetivo a una distancia de 60 a 2500 m. Esta munición programable de alto explosivo está optimizada para efectos de fragmentación y proporciona una cobertura de hasta 125 m² en el suelo o detrás de obstáculos. Es particularmente eficaz contra determinadas aplicaciones terrestres, como infantería o ópticas o antenas cegadoras de vehículos.

El GPR-AB-T también puede funcionar en modo de detonación puntual.

CARACTERÍSTICAS	
DIMENSIONES	65x255mm
MASA DE MUNICIONES	2400 gramos
MASA DEL PROYECTIL	980g
VELOCIDAD DE SALIDA	1000m/s
DISPERSIÓN	< 0,5 mrad
PERFORACIÓN	> 210 mm de hormigón a 1000 m > 15 mm RHA a 1000 m
ALCANCE EFECTIVO	2500 metros



Tabla 7 Características munición GPR-AB-T. Fuente: CTA International.

**GPR-KE-T: Ronda de propósito general – Energía cinética – Trazador**

Esta bala de energía cinética de calibre completo es la versión inerte del GPR-PD.

Solución rentable para atacar estructuras improvisadas, búnkeres y otros objetivos de bajo valor.

CARACTERÍSTICAS	
DIMENSIONES	65x255mm
MASA DE MUNICIONES	2400 gramos
MASA DEL PROYECTIL	980g
VELOCIDAD DE SALIDA	1000m/s
DISPERSIÓN	< 0,5 mrad
ALCANCE EFECTIVO	2500 metros



Tabla 8 Características munición GPR-KE-T. Fuente: CTA International.

GPR-PD-T: Ronda de propósito general – Detonación puntual – Trazador

Municiones de espoleta de retardo de impacto

Altamente eficaz contra estructuras reforzadas, tropas desmontadas y vehículos blindados ligeros. Incumple más de 210 mm de hormigón armado doble. La espoleta está optimizada para maximizar el efecto de fragmentación "detrás de la protección".

CARACTERÍSTICAS	
DIMENSIONES	65x255mm
MASA DE MUNICIONES	2400 gramos
MASA DEL PROYECTIL	980g
VELOCIDAD DE SALIDA	1000m/s
DISPERSIÓN	< 0,5 mrad
PERFORACIÓN	> 210 mm de hormigón a 1000 m > 15 mm RHA a 1000 m
ALCANCE EFECTIVO	2500 metros



Tabla 9 Características munición GPR-PD-T. Fuente: CTA International.

**KE-AB: Explosión de energía cinética**

Municiones de Defensa Aérea para derrotar las amenazas aéreas

Aprovechando la tecnología probada Airburst, la munición KE-AB entrega una carga útil de perdigones de tungsteno con un efecto terminal direccional. Es particularmente efectivo contra todas las amenazas aéreas, así como ciertas aplicaciones terrestres como infantería o ópticas o antenas cegadoras de vehículos.

CARACTERÍSTICAS	
DIMENSIONES	65x255mm
MASA DE MUNICIONES	3000 gramos
MASA DEL PROYECTIL	1400 gramos
VELOCIDAD DE SALIDA	900m/s
DISPERSIÓN	< 0,5 mrad
ALCANCE EFECTIVO	3500m



Tabla 10 Características munición KE-AB. Fuente: CTA International.

TP-T: Práctica de tiro – Trazador

Ronda de entrenamiento estándar

Esta munición de entrenamiento inerte reproduce la trayectoria balística de las municiones GPR-PD-T, GPR-KE-T y GPR-AB-T permitiendo el entrenamiento en condiciones realistas.

CARACTERÍSTICAS	
DIMENSIONES	65x255mm
MASA DE MUNICIONES	2400 gramos
MASA DEL PROYECTIL	980 gramos
VELOCIDAD DE SALIDA	1000m/s
DISPERSIÓN	< 0,5 mrad



Tabla 11 Características munición TP-T. Fuente: CTA International.

**TPRR-T: Práctica de tiro de alcance reducido – Trazador**

Ronda de entrenamiento de alcance reducido

Esta munición de entrenamiento inerte coincide con la trayectoria balística de las municiones GPR-PD-T, GPR-KE-T y GPR-AB-T hasta un alcance de 1200 m. Su perfil específico permite reducir drásticamente las líneas de seguridad de los campos de tiro (< 5.000 m).

La munición TPRR-T ofrece una solución de entrenamiento ideal y rentable.

CARACTERÍSTICAS	
DIMENSIONES	65x255mm
MASA DE MUNICIONES	1900 gramos
MASA DEL PROYECTIL	730 gramos
VELOCIDAD DE SALIDA	1000m/s
DISPERSIÓN	< 0,5 mrad



Tabla 12 Características munición TPRR-T. Fuente: CTA International.



Anexo IV. Ficha técnica munición 30x173mm



General Dynamics Ordnance and Tactical Systems has been producing 30mm ammunition for over 40 years. Our experience in design, development and manufacturing of these cartridges establishes General Dynamics as a globally recognized supplier of high quality ammunition. The 30mm x 173mm family includes armor-piercing, anti-personnel, airburst and low cost training ammunition providing enhanced accuracy, penetration and lethality necessary to defeat a spectrum of threats on the battlefield.

MK264 MPLD-T

- Mature multipurpose technology in 30mm envelope provides both armor piercing and high explosive incendiary effects
- Available with or without self-destruct

MK258 APFSDS-T

- Latest long rod tungsten penetrator design provides unmatched armor penetration
- Already in service in NATO and fully interoperable with MK44 Bushmaster cannon
- Swimmer version also available

MK310 HEAB-T

- Airburst mode programmable in single shot, full auto, or "String of Pearls" firing sequence
- Gunner selectable point detonation or point detonation delay



GENERAL DYNAMICS
Ordnance and Tactical Systems

*MK258 and MK264 are produced in collaboration with Nammo.



30x173MM AMMUNITION SUITE

MK264 MPLD-T - MK239 TP-T - MK238 HEIT/SD
MK258 APFSDS-T - 30mm HEAB-T - MK317 TPDS-T



Our Ammunition Suite for the MK44 Automatic Gun Systems Includes:

Target Practice - Tracer (TP-T), MK239: Low cost training ammunition ballistically matched with HEIT, MPLD-T and HEAB-T



High Explosive Incendiary Tracer with Self Destruct, MK238: Low cost proven HEIT with reliable M758 point detonating fuze with self destruct

Multipurpose Low Drag - Tracer (MPLD-T), MK264: Light armor piercing capability with delayed explosive reaction. Available with and without self destruct

Armor Piercing Fin Stabilized Discarding Sabot - Tracer (APFSDS-T), MK258: Armor piercing capability

High Explosive Air Burst - Tracer (HEAB-T), MK310: Programmable reaction for effective air burst over protected threats and available gunner selectable PD/PD delay modes

Target Practice Discarding Sabot - Tracer (TPDS-T) MK317: Low cost training ammunition ballistically matched with APFSDS-T

High Explosive Air Burst - Tracer (HEAB-T), MK310	
Length	290mm
Cartridge Mass	860gm
Projectile Mass	388gm
Muzzle Velocity	1090 M/sec
Chamber Pressure	345 MPa
Fuze	programmable time to target
Dispersion	0.5 Milliradian

High Explosive Incendiary Tracer with Self Destruct, MK238	
Length	290mm
Cartridge Mass	670gm
Projectile Mass	365gm
Muzzle Velocity	1080 M/sec
Chamber Pressure	345 MPa
Fuze	M758
Dispersion	0.5 Milliradian

Multipurpose Low Drag-Tracer (MPLD-T), MK264*	
Length	290mm
Cartridge Mass	835gm
Projectile Mass	363gm
Muzzle Velocity	1070 M/sec
Chamber Pressure	345 MPa
Fuze	Chemical
Dispersion	0.5 Milliradian

Target Practice - Tracer (TP-T), MK239	
Length	290mm
Cartridge Mass	670gm
Projectile Mass	365gm
Muzzle Velocity	1080 M/sec
Chamber Pressure	345 MPa
Dispersion	0.5 Milliradian

Armor Piercing Fin Stabilized Discarding Sabot - Tracer (APFSDS-T), MK258*	
Length	290mm
Cartridge Mass	706gm
Projectile Mass	230gm
Muzzle Velocity	1430 M/sec
Chamber Pressure	345 MPa
Dispersion	0.4 Milliradian

Target Practice Discarding Sabot - Tracer, MK317 TPDS-T	
Length	290mm
Cartridge Mass	445gm
Projectile Mass	140gm
Muzzle Velocity	1600 M/sec
Chamber Pressure	460 MPa
Dispersion	0.4 Milliradian

GENERAL DYNAMICS
Ordnance and Tactical Systems

11399 16th Court N. - Suite 200 - St. Petersburg, FL 33716 - (727) 578-8100 - www.gd-ots.com - Approved for public release 3/9/2016
*MK258 and MK264 are produced in collaboration with Nammo.

6-2016



30x173MM

AMMUNITION SUITE FOR MK44 CANNON AMMUNITION SUITE FOR MK44 CANNON

MK239 TP-T - MK264 MPLD-T - PGU-13D/B - PGU-15A/B



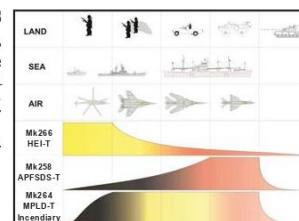
30x173mm Ammunition Family for MK44 Cannon

	MK239 Target Practice, Tracer (TP-T)	MK264 Multipurpose Low Drag - Tracer (MPLD-T)	PGU-15A/B Target Practice (TP)	PGU-13D/B High Explosive Incendiary (HEI)
Caliber	30x173mm	30x173mm	30x173mm	30x173mm
Type	TP-T	MPLD-T Incendiary	TP	HEI
Cartridge Length	290mm	290mm	290mm	290mm
Cartridge Weight	670g	835g	670g	670g
Projectile Weight	365g	363g	363g	363g
Propellant Weight	153g	150g	147g	147g
Case Length	173mm	173mm	173mm	173mm
Case Material	Aluminum	Aluminum	Aluminum	Aluminum
Primer	M36A2 Percussion	M36A2 Percussion	M36A2 Percussion	M36A2 Percussion
Fuze	N/A	Chemical	N/A	M505
Muzzle Velocity (typical)	1080 m/sec	1070 m/sec	1020 m/sec	1020 m/sec
Chamber Pressure	345 MPa	345 MPa	375 MPa	375 MPa
Dispersion	0.5 Milliradians	0.5 Milliradians	0.6 x 0.6	0.6 x 0.6
Rate of Fire	100/200 rounds/minute	100/200 rounds/minute	4,200 rounds/min (variable)	4,200 rounds/min (variable)
Effective firing range (naval)	5,100m	5,100m	1,220m	1,220m
Applicable to use in weapons	MK44	MK44	GAU-8 & MK44	GAU-8 & MK44
Packing	Per US Govt Approved TDP	Per US Govt Approved TDP	Per US Govt Approved TDP	Per US Govt Approved TDP
Can	Metal - M592	Metal - M592	Metal - M592	Metal - M592
Rounds/Can	30 rounds/can	30 rounds/can	30 rounds/can	30 rounds/can
Cans/Pallet	24 cans/pallet	24 cans/pallet	24 cans/pallet	24 cans/pallet
Rounds/Pallet	720 rounds/pallet	720 rounds/pallet	720 rounds/pallet	720 rounds/pallet
Pallets/Container	13 pallets/container*	13 pallets/container*	13 pallets/container*	13 pallets/container*
Manufacturing Year	New Production	New Production	New Production	New Production

The 30mm Mk264 MPT/SD provides several advantages over the 30mm x 173 Mk266 HEIT, including armor penetration, lower drag, better terminal performance, and an increase in accuracy of approximately 50%. The Mk264 is much more versatile when firing against structures, such as vehicles, boats, etc. Finally, its self-destruct fuze adds a level of safety not provided with the 30mm x 173 Mk266 HEIT.

*Limited by the maximum weight allowable for the container ~38,000lbs.
Each pallet weights ~4,002 lbs

GENERAL DYNAMICS
Ordnance and Tactical Systems



11399 16th Court N. - Suite 200 - St. Petersburg, FL 33716 - (727) 578-8100 - www.gd-ots.com - Approved for public release 3/9/2016

*MK258 and MK264 are produced in collaboration with Nammo.

4-2016



Anexo V. Munición Super Forty o Super Shot

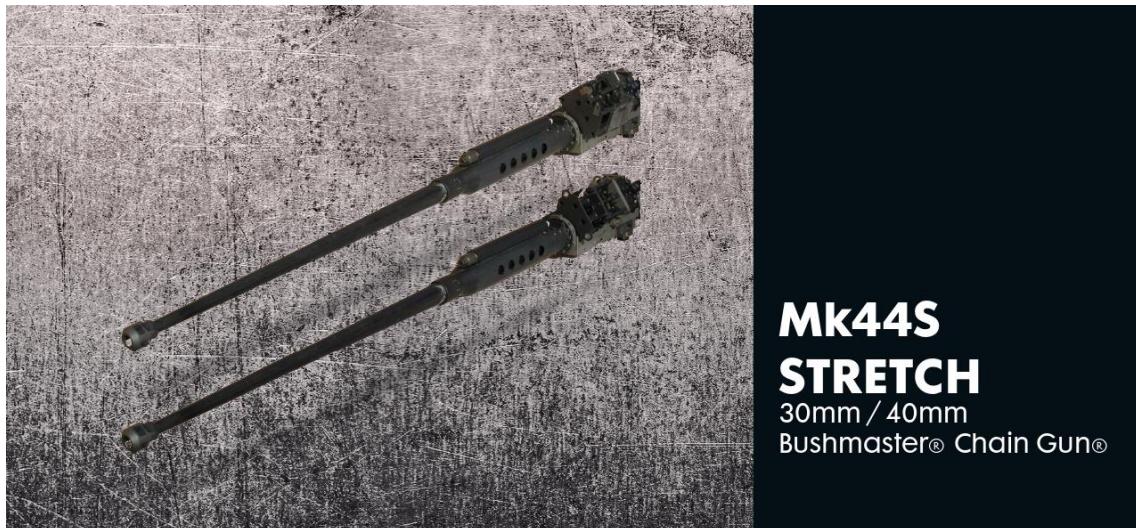
30/40mm Cartridge Comparisons



Ilustración 17 Comparativa de tamaño munición Super Forty de 40mm y 30x173mm. Fuente: General Dynamics.



Anexo VI. Ficha técnica cañón MK44S Stretch 30/40mm



Mk44S STRETCH

30mm / 40mm
Bushmaster® Chain Gun®

Northrop Grumman's Medium caliber cannons boast unrivaled reliability and effectiveness. When paired with our exceptional training services, certified accessories, and OEM warranties, Northrop Grumman delivers best-in-class value and a guarantee of optimal performance. No matter what your mission critical objectives are; combat, peacekeeping, or training; we offer the necessary services to maintain your weapons systems at a fully mission capable rating and the ability to consistently sustain and optimize your fleet.

Guns Segment Market

The Gun Systems Market Segment exists to meet the ever changing demands of the warfighter through innovation in technology, program execution, lifecycle cost, and product delivery. The guns team is committed to becoming the undeniable global leader in medium caliber gun systems support, an agile competitor and respected worldwide as a preeminently responsive partner.

Facts At A Glance

Fires all 30mm x 173mm cartridges including Northrop Grumman's Programmable Air Bursting Munition (MK310)

Upgrades to fire 40mm Super Forty Ammunition

Growth version of standard 30mm MK44

90% logistics commonality with MK44; 90% operator and maintenance training commonality

Compact size and weight facilitates easy upgrades of existing turrets

Reliability, safety, low life cycle costs

Dual feed system, variants available in linked or linkless ammunition feed systems

Minimal intrusion into turret/personnel area

Available with open or closed bolt configurations



Automatic Cannon

The 30mm/40mm MK44S Stretch Bushmaster® Chain Gun® automatic cannon is a next generation weapon available, battle-proven and in use today. It continues the Bushmaster® tradition of excellence with its design simplicity, external power, positive round control, ease of maintenance, and constant velocity ammunition feed. The MK44S Stretch is also capable of firing the new programmable air burst munitions. What's more, it incorporates all of the battle-proven features of the 25mm M242 Bushmaster® Cannon®, with significant system commonality for low-risk, proven performance.

Combat Proven - Ease of Integration

Demonstrated accuracy and performance (combat proven)

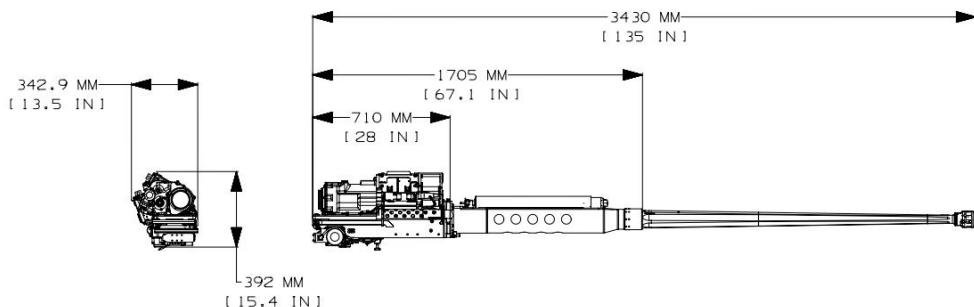
Ease of integration along multiple variants:

- Compact size and weight
- 60% parts & 90% maintenance commonality with M242

Unmatched Reliability

High Reliability, Low Life Cycle Cost

In current production (COTS), established logistics



Characteristics

	Imperial	Metric
Recoil (30mm ammo)	6,500 lb	28,913 N
Recoil (40mm ammo)	11,000 lb	48,930 N
Weight*		
Receiver	134 lb	60.8 kg
Feeder	76 lb	34.5 kg
Barrel	153 lb	69.4 kg
Total	363 lb	164.7 kg
Rate of Fire	Single shot, Burst, Full automatic @ 200 SPM	
Power Requirement	1.0 HP @ 24 VDC	
Clearing Method	Open bolt or closed bolt	
Safety	Anti-hangfire safety	
Case Ejection	Forward	

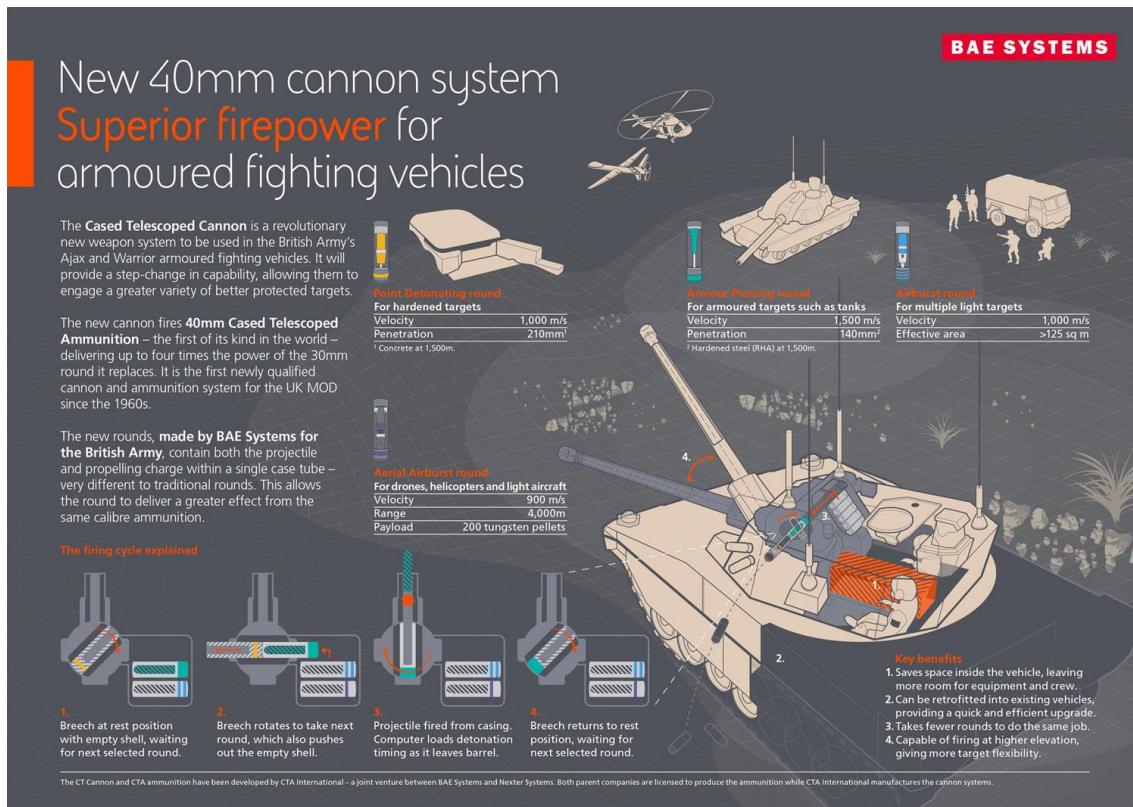
northropgrumman.com

©2022 Northrop Grumman Corporation
All Rights Reserved

**NORTHROP
GRUMMAN**



Anexo VII. Gráfico de información cañón CT40





Anexo VIII. Resultado encuesta

ALTERNATIVA AL CANON DE 30MM PARA EL DRAGÓN 8X8 DE CABALLERÍA. NECESIDADES DEL ARMA EN EL FUTURO PRÓXIMO

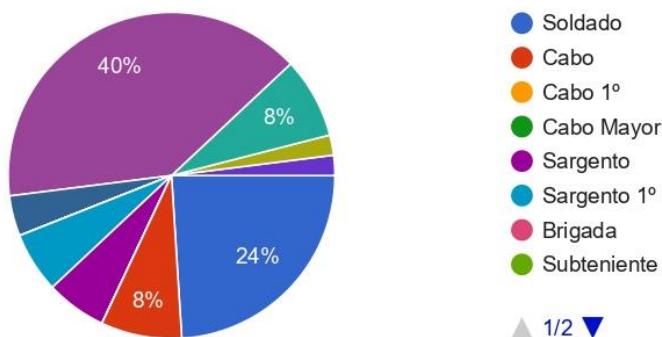
50 respuestas

[Publicar datos de análisis](#)

Copiar

Empleo

50 respuestas

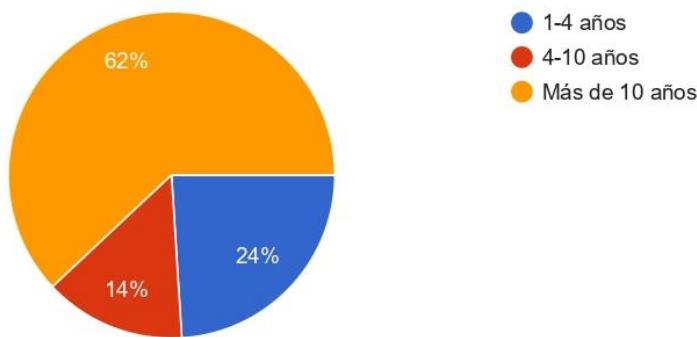


▲ 1/2 ▼

Años de servicio

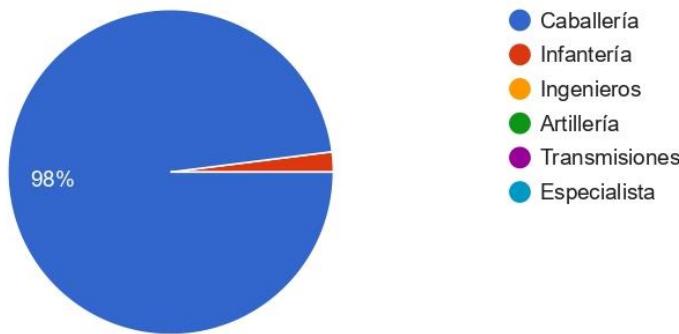
Copiar

50 respuestas

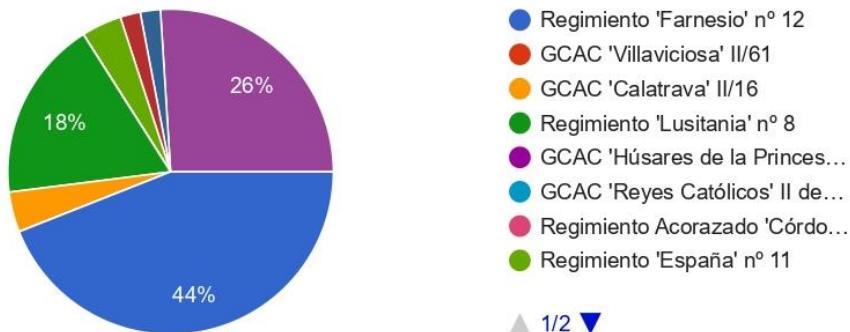


**Especialidad fundamental**
 Copiar

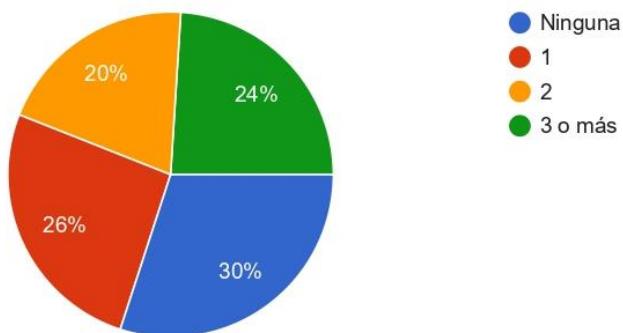
50 respuestas

**Unidad a la que pertenece**
 Copiar

50 respuestas


▲ 1/2 ▼
Nº de misiones en las que ha participado
 Copiar

50 respuestas



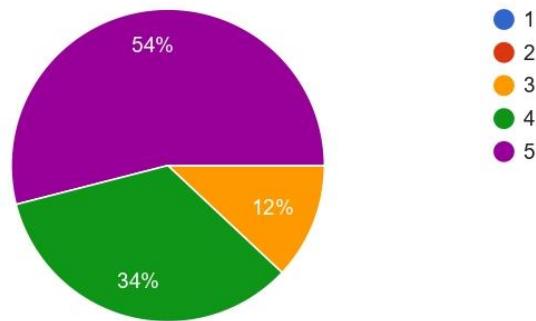
Responda a las siguientes cuestiones valorando del 1-5:



1. En términos de capacidad de enfrentamiento de amenazas blindadas, ¿Cómo calificaría la importancia del calibre del cañón en una alternativa?

50 respuestas

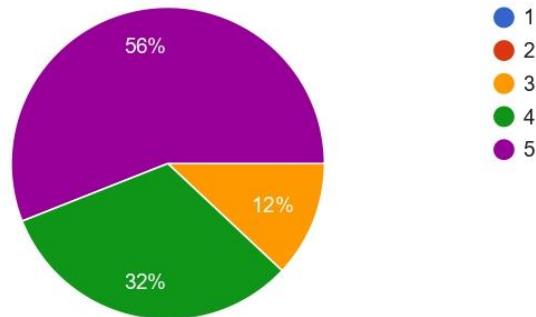
Copiar



2. ¿Cómo calificaría la importancia del alcance efectivo del cañón al evaluar una alternativa?

50 respuestas

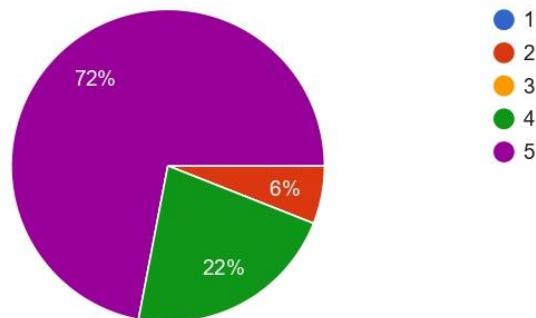
Copiar



3. Asigne la importancia que le da a la precisión del cañón.

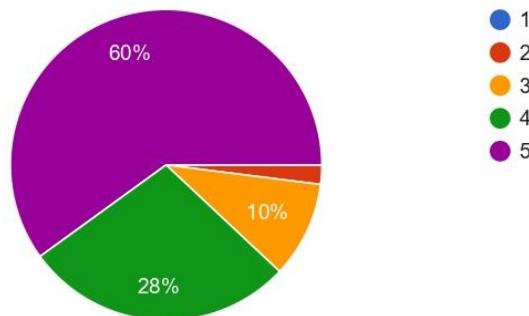
50 respuestas

Copiar

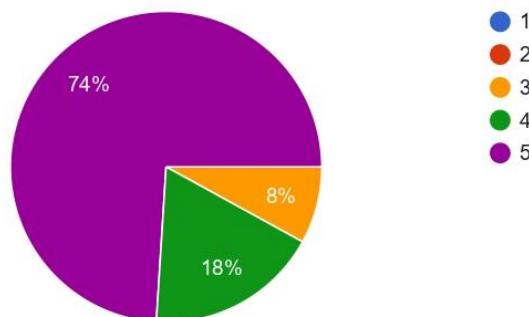


**4. ¿Qué importancia le asignaría a la capacidad de penetración del cañón al evaluar una alternativa?**[Copiar](#)

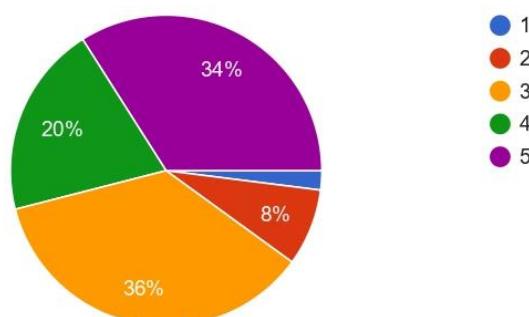
50 respuestas

**5. En términos de capacidad de penetración de blindaje, ¿Qué relevancia tiene el tipo de munición que el cañón puede utilizar?**[Copiar](#)

50 respuestas

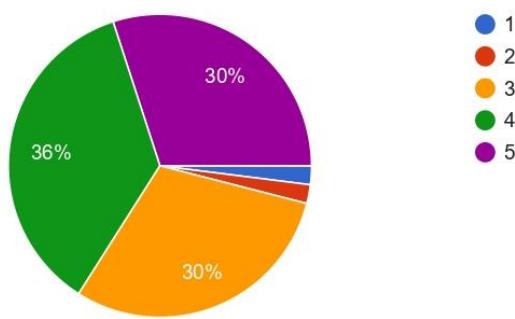
**6. ¿Cómo evaluaría la importancia de la cadencia del cañón?**[Copiar](#)

50 respuestas

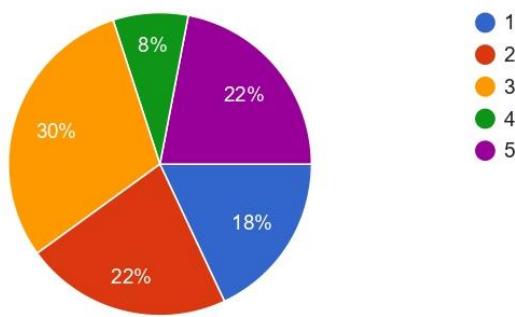


**7. ¿Cuán relevante es el tamaño del cañón y su impacto en la movilidad del vehículo para usted?**[Copiar](#)

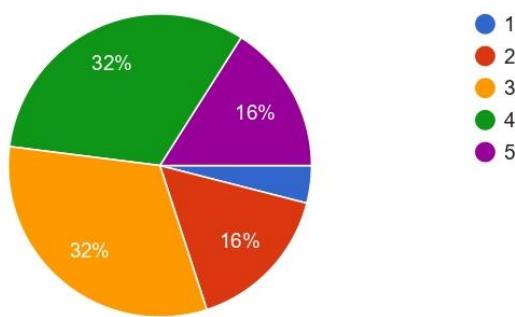
50 respuestas

**8. ¿Qué importancia tiene un menor peso del cañón para su mantenimiento y manipulación?**[Copiar](#)

50 respuestas

**9. ¿Qué tan importante es el espacio que el cañón ocupa en el vehículo?**[Copiar](#)

50 respuestas

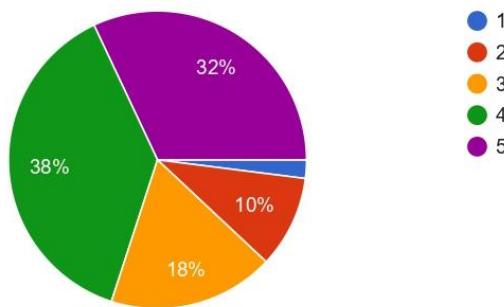




10. En términos de manipulación de la munición, ¿Qué relevancia tiene la capacidad de un cañón que permite munición más manejable?

50 respuestas

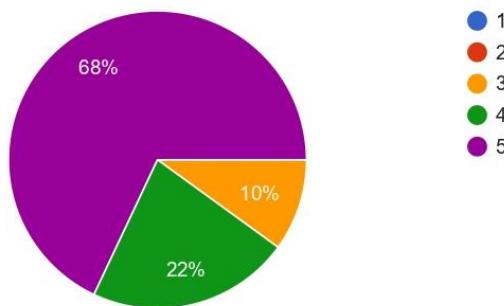
Copiar



11. Respecto a las interrupciones que se producen al efectuar disparos, ¿Qué importancia tiene la capacidad de un cañón que permite munición que produce menos interrupciones?

50 respuestas

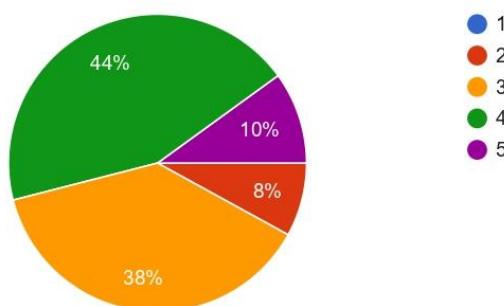
Copiar



12. ¿Qué importancia le da a la potencia de fuego respecto a la movilidad?

50 respuestas

Copiar

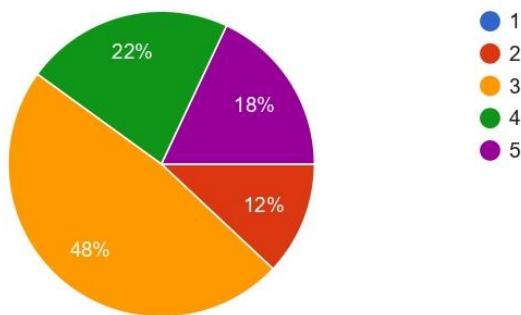




13. ¿Qué importancia le da a la potencia de fuego respecto a la protección?

Copiar

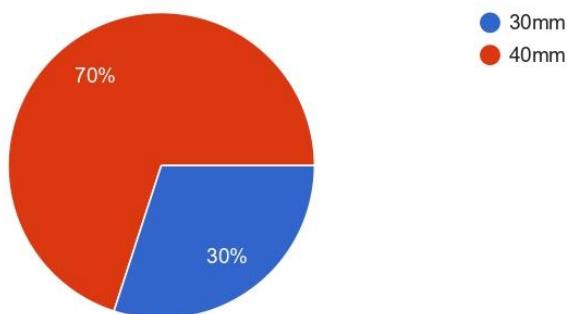
50 respuestas



14. ¿Qué calibre elegiría para el cañón del Dragón 8x8 de caballería sabiendo que es económicamente viable?

Copiar

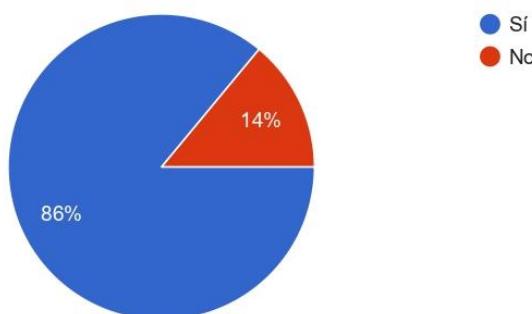
50 respuestas



15. En base a su respuesta anterior, ¿Cree que el calibre que ha elegido para el Dragón podrá cumplir con las misiones futuras de la caballería?

Copiar

50 respuestas





16. ¿Qué otros factores consideraría esenciales al evaluar una alternativa al cañón para el Vehículo Dragon 8x8? (opcional)

20 respuestas

Logística de munición y piezas. Apoyarse en un tren logístico ya establecido en la cadena logística española

Probado en combate y actualizado. Compatible con múltiples municiones. Posibilidad de fabricar sus piezas en territorio nacional.

Que sea fiable. Es preferiblemente un municionamiento eléctrico o con solo una vía de alimentación pero que le dé a la tripulación garantías de que no se va a producir una interrupción. Por ejemplo, el Pizarro depende de el sensor de centrado del DAL o del cuenta revoluciones del DAL que se suelen romper y te deja tirado en combate. Por otro lado, que las vainas caigan fuera de la cámara de armas, porque de lo contrario, como ocurre en el Pizarro, cada 100-120 disparos tengo que parar a sacar vainas. Eso son 10 secuencias de disparo contra amenazas blindadas (ridículo). El manual de IAT contempla 8 APFSDS-T vs blindado o carro o 12 MP-T vs blindado o carro. Espero que te sirva para el TFG, un saludo!

Munición encapsulada

Torre 120mm

Dirección de tiro asociada y su estabilización.
Y que dispare tan bien como el Fury del ELAC2 MILÁN

Facilidad de mantenimiento, repuestos, costos de mantenimiento, durabilidad, compatibilidad con otras plataformas, sobre todo las más extendidas en el resto de países OTAN.

Variedad y capacidades de las municiones disponibles

La efectividad frente a la amenaza y objetivo más probable, pero no sólo del cañón, si no del sistema de armas en su conjunto. Depende de para qué se quiera emplear, los parámetros de potencia de fuego, movilidad, etc, se ajustarían de diferentes maneras.

- Torre tripulada
- Capacidad de lanzamiento de drones
- Capacidad contra drones
- Posibilidad de lanzamiento de misiles contracarro
- Integración de la torre con sistemas APS (soft o hardkill)

Que sea un cañón con la fiabilidad del 25mm del VEC y que, a demás, tenga una potencia de fuego capaz de hacer frente a futuras amenazas y blindajes, puesto que los blindados tienden a protegerse frente a cañones de 30mm; por ello es de considerar la importancia de un cañón con una potencia de fuego capaz de superar cualquier situación, aún si se sacrificase cadencia frente a potencia.

Otro factor importante a evaluar es la depresión del cañón, este tendría que tener una





depresión elevada, puesto que el vehículo tiene grandes dimensiones y este aspecto, para los movimientos de caballería y las posiciones tomadas, es importante.

Estamos un país pobre.

Por tanto a mayor calibre más cara es la munición y menos instrucción se realizaría lo cual es un gran problema.

Considero el cañón importante, pero considero que es más importante los medios de adquisición de objetivos, estabilización y láser, sin estos el cañón es completamente inútil.

Se debe ponderar también el número de proyectiles que se podrían establecer como dotación, puesto que a más calibre, menos cantidad, y se necesita por ser para unidades de reconocimiento, una elevada cantidad de proyectiles

Equilibrio entre potencia de fuego, movilidad y protección.

Posibilidad de torre tripulada, y capacidad de poder ver el campo de batalla con elementos ópticos ajenos a pantallas

Estabilización del mismo y la dirección de tiro que emplee

Amplia variedad de municiones

Muy buena visión nocturna/térmica

Facilidad de homogeneización

Sistema de alimentación horizontal o de arriba a abajo para evitar interrupciones

Alimentación por cajas completas sin desengarzar proyectiles.

-Interoperabilidad/ compatibilidad con otros sistemas.

-logística sencilla de repuestos y manto.

-versatilidad (multi munición)

Los enfoques actuales de todos los países occidentales tienden al cañón de 40mm.

El estriado para la velocidad en boca y su estabilización frente a la vida útil del cañón y su compatibilidad con calibre OTAN

Que disponga de un mecanismo de arma ya probado y, a ser posible, mejorado. Que el manejo sea intuitivo y similar a otras plataformas del Ejército de Tierra para facilitar la instrucción de personal proveniente de otras unidades. Que evite o minimice los sectores prohibidos. Que esté hecho de materiales que eviten sobrecalentamientos y dobleces.



Anexo IX. Fases de la aplicación del sistema de análisis multicriterio AHP

Herramienta Ayuda Decisión - Método AHP (Etapa 1)

CRITERIOS (máx. 7)

Introduzca Criterio

Añadir Criterio

Potencia de fuego
Logística
Volumen
Fiabilidad
Munición
Integración

Eliminar Criterio

< Desactivar Subcriterios

SUBCRITERIOS (máx. 3)

Seleccione un Criterio :

- Potencia de fuego
 - Alcance eficaz
 - Poder de penetración
- Logística
 - Repuestos
 - Mantenimiento
 - Situación geográfica
- Volumen
 - Espacio tripulación
 - Cantidad de munición
- Fiabilidad
- Munición
 - Variedad
 - Tamaño
 - Prestaciones
- Integración

Introduzca Subcriterio

Añadir Subcriterio

Eliminar Subcriterio

ALTERNATIVAS (máx. 7)

Introduzca Alternativa

Añadir Alternativa

MK44S stretch 30mm
MK44S Stretch 40mm
CT40 40mm

Eliminar Alternativa

Ilustración 18 Etapa 1. Introducción de criterios y subcriterios. Fuente: Elaboración propia mediante programa AHP.

Método AHP - Evaluación de Criterios (Etapa 2)

Evaluación de CRITERIOS

	CRITERIOS	Potencia	Logística	Volumen	Fiabilidad	Munición	Integración
Potencia d....	1	3	7	7	7	5	
Logística	1/3	1	5	5	5	3	
Volumen	1/7	1/5	1	5	3	1/3	
Fiabilidad	1/7	1/5	1/5	1	1/5	1/5	
Munición	1/7	1/5	1/3	5	1	5	
Integración	1/5	1/3	3	5	1/5	1	

Escala de SAATY

	Valor	Definición
PESOS(W)	0,43	a - Igual Importancia
	0,23	b - Importancia Moderada v 1/3
	0,09	c - Importancia Grande v 1/5
	0,03	d - Importancia Muy Grande v 1/7
	0,12	e - Importancia Extrema v 1/9
	0,10	

R.I. : 0,2523

Calcular

< Volver Datos AHP

Ilustración 19 Etapa 2. Cálculo ponderación de los criterios. Fuente: Elaboración propia mediante programa AHP.



Método AHP - Evaluación de SubCriterios (Etapa 2.bis)

Potencia de fuego	Alcance eficaz	Poder de penetración	PESOS(W)
Alcance eficaz	1	1	0.50
Poder de penetración	1	1	0.50

R.I. : 0,0000

Volumen	Espacio tripulación	Cantidad de munición	PESOS(W)
Espacio tripulación	1	1/3	0,25
Cantidad de munición	3	1	0,75

R.I. : 0,0000

Logística	Repuestos	Mantenimiento	Situación	PESOS(W)
Repuestos	1	3	1	0.43
Mantenimiento	1/3	1	1/3	0.14
Situación geográfica...	1	3	1	0.43

R.I. : 0,0000

Municipio	Variedad	Tamaño	Prestaciones	PESOS(W)
Variedad	1	1/3	1/3	0,14
Tamaño	3	1	1/3	0,29
Prestaciones	3	3	1	0,57

R.I. : 0,1183

Calcular < Volver

Ilustración 20 Etapa 2. Cálculo de ponderación de los subcriterios. Fuente: Elaboración propia mediante programa AHP.

Método AHP - Evaluación de Alternativas (Etapa 3)

Alcance eficaz	MK44S stretch 30mm	MK44S Stretch 40mm	CT40 40mm	PESOS(W)
MK44S stretch 3...	1	1/5	1/9	0.06
MK44S Stretch 4...	5	1	1/5	0.22
CT40 40mm	9	5	1	0.72

R.I. : 0,1035

Poder de penetración	MK44S stretch 30mm	MK44S Stretch 40mm	CT40 40mm	PESOS(W)
MK44S Stretch 4...	5	1	1/5	0.06
CT40 40mm	9	5	1	0.22

R.I. : 0,1035

Repuestos	MK44S stretch 30mm	MK44S Stretch 40mm	CT40 40mm	PESOS(W)
MK44S stretch 3...	1	1	3	0.43
MK44S Stretch 4...	1	1	3	0.43
CT40 40mm	1/2	1/2	1	0.14

R.I. : 0,0000

Mantenimiento	MK44S stretch 30mm	MK44S Stretch 40mm	CT40 40mm	PESOS(W)
MK44S stretch 3...	1	1	3	0.43
MK44S Stretch 4...	1	1	3	0.43
CT40 40mm	1/2	1/2	1	0.14

R.I. : 0,0000

Ilustración 21 Etapa 3. Cálculo de ponderaciones entre las tres alternativas. Fuente: Elaboración propia mediante programa AHP.

Método AHP - Evaluación de Alternativas (Etapa 3)

Situación geográfica	MK44S stretch 30mm	MK44S Stretch 40mm	CT40 40mm	PESOS(W)
MK44S Stretch 4...	1	1	3	0.43
CT40 40mm	1/3	1/3	1	0.43

R.I. : 0,0000

Espacio tripulación	MK44S stretch 30mm	MK44S Stretch 40mm	CT40 40mm	PESOS(W)
MK44S Stretch 4...	1	1	1/3	0.20
CT40 40mm	3	3	1	0.20

R.I. : 0,0000

Cantidad de munición	MK44S stretch 30mm	MK44S Stretch 40mm	CT40 40mm	PESOS(W)
MK44S Stretch 4...	1	1	1/3	0.20
CT40 40mm	3	3	1	0.60

R.I. : 0,0000

Fiabilidad	MK44S stretch 30mm	MK44S Stretch 40mm	CT40 40mm	PESOS(W)
MK44S Stretch 4...	1	1	3	0.43
CT40 40mm	1/3	1/3	1	0.43

R.I. : 0,0000

Ilustración 22 Etapa 3. Cálculo de ponderaciones entre las tres alternativas. Fuente: Elaboración propia mediante programa AHP.



Método AHP - Evaluación de Alternativas (Etapa 3)

				R.I. : 0.2590					R.I. : 0.00
Variedad	MK44S stretch 30mm	MK44S Stretch 40mm	CT40 40mm	PESOS(W)	Tamaño	MK44S stretch 30mm	MK44S Stretch 40mm	CT40 40mm	PESOS(W)
MK44S Stretch 4...	1	1	1	0,19	MK44S Stretch 4...	1	1	1/3	0,20
CT40 40mm	5	1	1	0,31	CT40 40mm	3	3	1	0,20
				0,50					0,60

				R.I. : 0.1206					R.I. : 0.00
Prestaciones	MK44S stretch 30mm	MK44S Stretch 40mm	CT40 40mm	PESOS(W)	Integración	MK44S stretch 30mm	MK44S Stretch 40mm	CT40 40mm	PESOS(W)
MK44S Stretch 4...	1	1	1/3	0,12	MK44S Stretch 4...	1	1	1/3	0,20
CT40 40mm	9	3	1	0,17	CT40 40mm	3	3	1	0,20
				0,70					0,60

Ilustración 23 Etapa 3. Cálculo de ponderaciones entre las tres alternativas. Fuente: Elaboración propia mediante programa AHP.

Método AHP - Jerarquización de Alternativas (Etapa 4)

MATRIZ DE DECISIÓN

CRITERIOS / SUBCRITERIOS	PESOS	MK44S stretch 30mm	MK44S Stretch 40mm	CT40 40mm
Potencia de fuego	0,43	0,06	0,22	0,72
+ Alcance eficaz	0,50	0,06	0,22	0,72
+ Poder de penetración	0,50	0,06	0,22	0,72
Logística	0,23	0,43	0,43	0,14
+ Repuestos	0,43	0,43	0,43	0,14
+ Mantenimiento	0,14	0,43	0,43	0,14
+ Situación geográfica	0,43	0,43	0,43	0,14
Volumen	0,09	0,20	0,20	0,60
+ Espacio tripulación	0,25	0,20	0,20	0,60
+ Cantidad de munición	0,75	0,20	0,20	0,60
Fiabilidad	0,03	0,43	0,43	0,14
Munición	0,12	0,15	0,20	0,65
+ Variedad	0,14	0,19	0,31	0,50
+ Tamaño	0,29	0,20	0,20	0,60
+ Prestaciones	0,57	0,12	0,17	0,70
Integración	0,10	0,20	0,20	0,60
		0,19	0,27	0,54

Ilustración 24 Resultado final con la ponderación total de cada alternativa. Fuente: Elaboración propia mediante programa AHP.