



Trabajo Fin de Grado

Mejora de las condiciones de seguridad en el
vehículo M-548 para el transporte de proyectiles.

Autor/es

C.A.C. Diego González Madurga

Director/es

Profesor D. Jorge Sierra Pérez
Comandante D. José Manuel Duarte García

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar
Año 2015

Contenido

1. Introducción.....	3
1.1. Antecedentes.....	3
1.2. Objetivo.....	3
2. Metodología.....	4
2.1. Descripción del vehículo.....	4
2.2. Análisis del ámbito de uso.....	6
2.2.1. Mercado.....	6
2.2.2. Municiones.....	7
2.3. Análisis de secuencia de uso del TOA M-548.....	10
2.4. Entrevistas a los usuarios.....	11
2.5. Conclusiones de los análisis.....	12
3. Resultados.....	13
3.1. Diseño de un contenedor específico para munición	13
3.2. Mejora del TOA M-548.....	15
3.3. Envase para protección de munición.....	15
3.4. Valoración de las diferentes alternativas.....	16
3.4.1. Análisis DAFO.....	17
3.4.1.1. Contenedor específico de transporte	17
3.4.1.2. Modificación de TOA M-548	18
3.4.1.3. Envase para transporte de munición	18
3.4.2. Matriz de Decisión	19
4. Conclusiones.....	20
BIBLIOGRAFÍA.....	22
ANEXO 1	
ANEXO 2	
ANEXO 3	
ANEXO 4	

1. Introducción.

1.1. Antecedentes.

El M - 548 (TOA M-548), es un vehículo usado para el transporte de munición o material. Fue desarrollado en el año 1960, a requerimiento del Cuerpo de Comunicaciones del Ejército de los EEUU, como vehículo de transporte de alta movilidad todoterreno, capaz de transportar toda clase de equipos. El M-548 incorpora componentes motrices del M-113A1 a cuya familia, M-113, pertenece¹) y, tras algunos años de evaluación, se empezó a construir en serie en 1.965 por FMC en Charleston.

Fue un vehículo con una gran difusión, siendo adquirido por casi todos los países occidentales y muchos de otras partes del mundo. Se ha mantenido en activo hasta nuestros días, aunque, por el tiempo de uso, por las nuevas necesidades respecto a carga, movilidad y protección y por el desarrollo de la tecnología, el vehículo está quedando obsoleto.

Actualmente el Ejército español emplea este vehículo en todas las Unidades de las especialidades fundamentales de Ingenieros (Zapadores), Artillería e Infantería pertenecientes a las Fuerzas Pesadas, estando localizados en las siguientes Unidades:

- BRIMZ "Guzmán el Bueno" X.
- BRIMZ "Extremadura" XI.
- BRIAC "Guadarrama" XII.
- BRICAB "Castillejos" II.
- MACA²
- MING³

1.2. Objetivo.

El principal objetivo del trabajo es aumentar la seguridad del transporte de los proyectiles, la facilidad de dicho transporte y la manipulación durante el proceso, así como la óptima conservación de la munición. Esto implica analizar las condiciones de transporte de los proyectiles actuales en la fase de entrega al usuario final.

Para ello se contemplarán tanto las condiciones de la caja trasera del vehículo como las de los empaques en los que son transportados los proyectiles, proponiendo

¹ Se considera una familia de vehículos a todos aquellos que comparten la misma base.

² Mando de Artillería de Campaña: Órgano del que dependen todas las Unidades de Artillería de Campaña.

³ Mando de Ingenieros: Órgano del que dependen todas las Unidades de Ingenieros.

mejoras en ellas. Posteriormente, se compararán con las posibles soluciones que ofrece el mercado o los posibles desarrollos a realizar y se tratará de llegar a un resultado objetivo

2. Metodología.

Para la consecución de los objetivos planteados se van a realizar una serie de análisis referentes al vehículo.

- Se contemplará el vehículo de transporte de munición para analizar sus posibilidades tácticas y la situación en la que se encuentra actualmente.
- Se estudiarán otros vehículos que existan en el mercado para este mismo cometido. Con esto se pretende ver qué mejoras podemos aplicar y qué utilidad nos pueden dar.
- Se realizará un estudio de las municiones que son y serán usadas por el Ejército de Tierra (ET). Con este estudio se pretende saber cuáles son los puntos débiles de las municiones para obtener una serie de requisitos.
- Se analizarán las condiciones de transporte, carga y descarga para poder entender las carencias de este material así como las de los empaques en los que son transportados los proyectiles, proponiendo mejoras en ellas. Posteriormente, se compararán con las posibles soluciones que ofrece el mercado o los posibles desarrollos a realizar y se tratará de llegar a un resultado objetivo.

2.1. Descripción del vehículo.

El TOA M-548 lleva activo más de 50 años y aún cumple su función. Sin embargo, tiene algunas carencias propias de la antigüedad y de la evolución de los posibles escenarios de empleo que hacen que, con la evolución sufrida por los materiales y municiones, sus características de seguridad y capacidad de transporte no sean las idóneas.

Tiene un peso de 6.8 toneladas⁴. Se trata de un transporte oruga de carga ligero y no acorazado para el transporte de municiones y aprovisionamientos en terrenos difíciles. El compartimiento de carga es algo peculiar; la plataforma tiene seis planchas de aluminio que pueden retirarse. Cuando están colocadas proporcionan un suelo totalmente plano, y,

⁴ Manual ACART –MT-054

al ser retiradas, permiten ampliar la capacidad de carga o disponer de asientos para tropa. Para el transporte de municiones conviene tener el suelo plano. La plataforma puede ser cubierta por una lona impermeable. En ella, colocada a través de unas barras de acero lleva una viga doble T por la que se desliza una polea de cadena para izar y trasladar la carga pesada. Como el vehículo matriz de la familia, TOA M-113, EL TOA de carga es anfibio.

El M-548 posee un casco construido a base de planchas de aluminio soldadas, con la posición del conductor en la parte delantera izquierda, el jefe en el centro y el compartimiento para la tropa en la parte posterior. El jefe del vehículo tiene a su disposición una cúpula que puede girar 360º. En la parte exterior de la cúpula se encuentra el afuste para una ametralladora de calibre 12,7 mm. Sin embargo, su empleo presenta el problema de que el jefe de vehículo no posee protección a la hora de hacer fuego, lo que ha hecho que muchos países lo hayan modificado.

El tren de rodaje se compone de cinco ruedas de marcha con cubiertas de caucho a cada lado, una rueda tractora delante y una tensora detrás. Es tipo Christie, por lo que carece de rodillos de apoyo. La suspensión, que es mediante barras de torsión, no permite un desplazamiento suave por terrenos accidentados.

En referencia a su fiabilidad, se trata de un vehículo bastante fiable en términos generales, contrastado por la experiencia recogida en los datos proporcionados por el 2º Escalón⁵ de la Unidad (GACA XI), obtenida durante los muchos años de servicio del vehículo:

- En lo referente al tren de rodaje y suspensión, las cadenas no ofrecen problemas de resistencia. Tan solo requieren el mantenimiento normal: sustitución de zapatas y tensado con posible eliminación de eslabones dentro de los límites de tolerancia especificados por el fabricante. Esto es un hecho destacable debido a que es una de las partes que más problemas dan en todos los vehículos. Además, en cuanto a suspensión, este vehículo posee una suspensión mediante barras de torsión que, tal y como ya se ha dicho, se caracterizan por su incomodidad pero también por su resistencia, ya que no suelen dar más problemas que los de desgaste natural generados por el paso del tiempo y el uso.
- Respecto al motor y la transmisión, este vehículo posee un bloque más que probado y que no ha sufrido modificación alguna (tan solo potenciación) en todos los años que lleva en uso. Aún así, su potencia es escasa constituyendo una limitación para posibles reformas en otros elementos. Comparte con toda la familia M-113 tanto base como motor y transmisión.

⁵ 2º Escalón de mantenimiento (orgánico de la Unidad): Aquel en el que se realizan todas aquellas revisiones y arreglos que tienen una entidad superior a la que puede realizar la tripulación de cada vehículo.

Respecto a la movilidad, tiene unos ángulos de entrada y salida y unas aptitudes para su manejo en campo muy grandes, por lo que es un vehículo que sigue siendo útil y válido actualmente y por ello, además de por motivos económicos, una actualización del mismo será una de las posibles soluciones a considerar.

2.2. Análisis del ámbito de uso.

2.2.1. Mercado.

Atendiendo a las posibles opciones que se pueden encontrar en el mercado, se ve que considerando la pieza M 109 A5 o sus evoluciones como la que va a continuar prestando servicio en el ET e IM, solo aparece un vehículo de municionamiento específico.

Se trata del M-992⁶, un vehículo fabricado por EEUU que años atrás adquirió el Ejército español para La Armada (Infantería de Marina). Este vehículo está basado en la pieza a la que acompaña, el ATP M-109 A5. Los Ejércitos que poseen este vehículo son EEUU, España, Chile, Egipto, Corea del Sur, Suiza y Tailandia.



Imagen 1. ATP M-109 y vehículo M-992

A continuación se muestran en la *Tabla 1* las características comparadas del vehículo actual y la única opción que muestra el mercado.

	TOA M-548	M-992
PAÍS DE ORIGEN:	Bélgica/España	EEUU
TRIPULACIÓN:	2+11	3
PESO (ton):	De 12 a 18, según protección y carga	26,1
LONGITUD (m):	4,86 / 5,30	6,668
ANCHURA (m):	2,69	3,15
ALTURA (m):	2,52 (1,85 hasta el techo)	3,239
ARMAMENTO:	Ametralladora de 12,70 mm	Ametralladora de 12,70 mm
MOTOR:	Detroit Diésel 6V53T/TA, de	Detroit Diésel 8V71T 420

⁶ www.armada.mde.es/ArmadaPortal/page/Portal/ArmadaEspanola/buques_infanteria/prefLang_es/05_material-armamento-infanteria-marina--06_armamento--vehiculo-municionador-m-992_es

	265/300 cv (A2+) y de 300/350 cv (A3)	cv (310 kW)
TRANSMISIÓN:	Automática GMC Allison X-200-4	XT6 441-2A Allison
POTENCIA ESPECÍFICA (cv/ton.):	De 19 a 22, según el modelo	16,1
TREN DE RODAJE:	5 ruedas de rodaje, sin rodillos de apoyo, rueda motriz delantera y tensora posterior, en cada lado	7 ruedas de rodaje, sin rodillos de apoyo, rueda motriz delantera y tensora posterior, en cada lado
SUSPENSIÓN:	Barras de torsión y amortiguadores en la 1 ^a y 5 ^a ruedas	Barras de torsión y amortiguadores hidráulicos de doble efecto
SISTEMA ELÉCTRICO (v):	24 V	24 V
VELOCIDAD MÁXIMA (km/h):	De 60 a 65,7 km/h (5,8 km/h en agua)	65 km/h
AUTONOMÍA (km):	480	352
PENDIENTE (%):	60	60
PERALTE (%):	30	60
OBSTÁCULO VERTICAL (m):	0,61	0,53
CRUCE DE ZANJAS (m):	1,68	
VADEO (m):	Anfibio	No anfibio
CAPACIDAD DE CARGA	-	93 proyectiles

Tabla 1. Comparación de vehículos

2.2.2. Municiones.

Tanto en Artillería como en Unidades de Carros de Combate, este vehículo se usa para el transporte de munición en su fase final. Por ello se va a estudiar la munición que va a transportar centránodos en la Artillería, la más complicada técnicamente, exponiendo sus características, para una mejor elección a la hora de escoger la opción más idónea.

Las municiones que se desarrollan a continuación son:

- Munición no guiada⁷. 155mm
- Munición guiada⁸ (Excalibur)

Munición no guiada.

⁷ Manual ACART-MT-101.

⁸ Excalibur Overview. 250 Aniversario Real Colegio de Artillería. Tim Prendergast Raytheon. 2014

Este proyectil sigue una trayectoria balística. Se trata de un proyectil convencional que puede tener distintas configuraciones según su objetivo táctico.

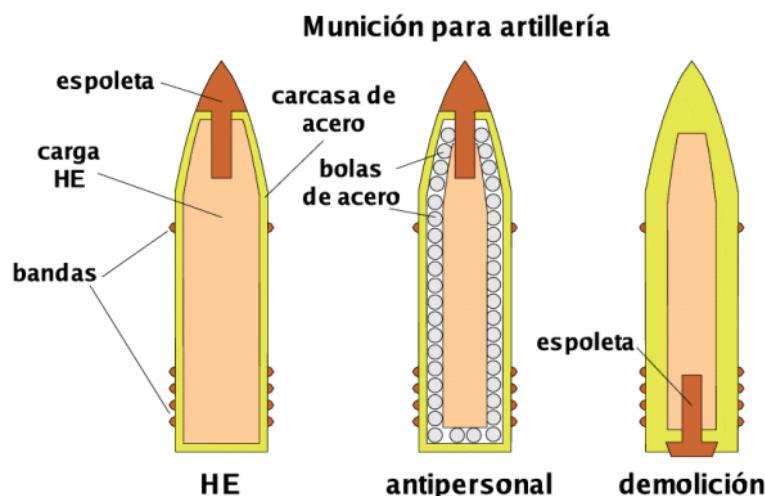


Ilustración 2. Componentes munición no guiada.

El proyectil completo pesa 43,2 kg, mide 800 mm de largo y contiene 15.8% de su peso en explosivo. Esta munición está compuesta por el cuerpo principal, la carga de proyección y la espoleta.

El cuerpo principal (ver *Ilustración 2*) está compuesto por una ojiva⁹ de acero que contiene explosivo en su interior, ya sea TNT o varias mezclas de RDX¹⁰ (estables almacenados). Esto hace que el proyectil sea muy estable y resistente a golpes y situaciones potencialmente peligrosas, como explosiones por simpatía o incendios.

La carga de proyección del proyectil se compone de una serie de sacos pequeños (cargas) con pólvora en su interior que se introducen en el cañón después de introducir el proyectil y que serán las encargadas de proyectarlo hacia el exterior. El aspecto más importante a tener en cuenta con esta parte del proyectil es que deben ir separadas del cuerpo principal hasta el momento del uso por razones de seguridad.

La espoleta es el dispositivo que inicia la carga del proyectil provocando su explosión. Va separada del cuerpo principal hasta el momento de efectuarse el disparo. Por sí sola es un elemento que no implica peligro alguno si se conserva en sus envases.

Las diferentes configuraciones son las siguientes:

- Proyectil 155 mm M107 HE¹¹.
- Proyectil 155 mm M116A1 HC.
- Proyectil 155 mm M485A2 ILUMINANTE.

⁹ Ojiva: Envoltorio o carcasa del proyectil.

¹⁰ RDX: Ciclotrimetilentrinitramina. Explosivo ampliamente utilizado en aplicaciones militares.

¹¹ HE: High Explosive.

- Proyectil 155 mm ER02/BT HE.
- Proyectil 155 mm ER02/BB HE

Por lo expuesto, se puede afirmar que la munición no guiada que posee el Ejército de Tierra es segura para su transporte siempre que se respete la normativa referente al mismo.

Munición guiada.

Se trata del Proyectil de Artillería Guiado de Precisión y Alcance Extendido de 155 mm “Excalibur” también conocido como proyectil M982 ER21. (*Ver Ilustración 3*). Es una munición inteligente del tipo “Dispara y Olvida”. Este proyectil puede ser disparado desde cualquier obús de 155 mm, incluido el M-109 A-5 ATP y el 155/52 SIAC remolcado que posee el Ejército de Tierra español. Tiene un alcance comprendido entre 7,5 y 47 Km. Se puede disparar en todo tipo de condiciones meteorológicas y en cualquier tipo de terreno. Su trayectoria no balística durante parte de la rama descendente de la misma, finaliza con un ángulo de ataque casi vertical que sumado a su precisión produce efectos letales sobre el objetivo.

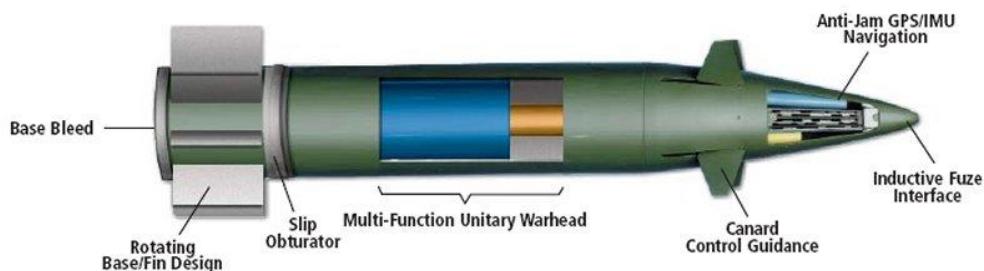


Ilustración 3. Componentes de la munición Excalibur

Características:

- Tecnología de guía empleada: Son las partes más delicadas e importantes del proyectil ya que es la que informará sobre la situación el objetivo. La componen la Unidad de Referencia Inercial (IMU) o GPS y el Sistema de Seguimiento del Proyectil (PTS).
- Trayectoria: Sigue una trayectoria no balística, ya que está dotado de unas superficies de control para proporcionar planeo y control de vuelo al proyectil. Estas consisten en cuatro aletas desplegables situadas en su parte anterior y una base rotatoria con ocho aletas. Esta capacidad para corregir la trayectoria durante el vuelo, permite que el proyectil pueda ser disparado en orientaciones distintas a la del objetivo. Sin embargo, para el transporte, estas superficies de control son el elemento más propenso a sufrir daños.

Debido a la mencionada sensibilidad de los componentes, estos proyectiles deben ser cuidados para que se mantengan intactas sus cualidades a la hora de hacer fuego.

2.3. Análisis de secuencia de uso del TOA M-548

Los procesos que se describen a continuación son de vital importancia para el cumplimiento de la misión, ya que, en caso de error o imposibilidad de ser llevados a cabo, el obús no podría hacer fuego. Se deben poder realizar bajo cualquier condición climatológica.

A continuación se muestra la manera de introducir la munición en la caja trasera:

- Se abren las dos puertas que cierran la caja de carga y se retira la lona.



1º. Se abre la puerta principal.



2º. Se abre la puerta inferior que deja la boca de carga accesible totalmente.

- Los proyectiles agrupados en palés de 8 proyectiles cada uno son colocados en el suelo al lado de la boca de carga, se desplaza la polea por el raíl que hay situado en la parte superior de la caja de carga hasta situarse fuera de la misma, en el límite del raíl y se baja la cadena hasta poder enganchar el palé.



Dispositivo que permite deslizar la polea por el raíl.

Imagen 6. Fuente: elaboración propia

c. Se levanta el palé ayudándose de las poleas que permiten levantarla con un menor esfuerzo y se coloca el palé a la altura del suelo de la caja de carga.



Imagen 8. Fuente: elaboración propia



Imagen 7. Fuente: elaboración propia

d. Se desplaza la polea hasta el fondo de la caja de carga llevando consigo el palé con los proyectiles y dejándolo en la situación deseada.



Imagen 9. Fuente: elaboración propia

Para la extracción de la munición, se realiza el proceso inverso.

El proceso, tanto de introducción como de extracción, es bastante lento y conlleva el manejo de grandes pesos, condicionando la capacidad de tiro del obús.

2.4. Entrevistas a los usuarios.

Con el objetivo de tener un resultado basado en datos reales más que en tecnicismos, se han realizado una serie de entrevistas y encuestas a personal de la Unidad (GACA XI) implicado en el uso diario de este material.

Se pretende saber cuáles son los principales inconvenientes que encuentran al material actual y, tras la explicación de las opciones de mejora que se plantean, escojan aquella que les parezca idónea.

Para llegar a los resultados se ha realizado primero un cuestionario para obtener unos primeros resultados y, posteriormente, corroborarlos en las entrevistas personales.

Tras la realización de dichas encuestas y entrevistas personales se han obtenido los resultados mostrados en el *Anexo 1*. En ellos se aprecia que una amplia parte de los encuestados consideran que la mejor solución sería el desarrollo de un nuevo modelo de contenedor. Este resultado se debe a que ven la necesidad de encontrar un sistema que les permita llevar la munición en diferentes plataformas adaptándose a las necesidades de cada Unidad. La inmediata implantación de las denominadas Brigadas Polivalentes, las cuales tendrán unidades tanto de cadenas como de ruedas, hace aún más necesario disponer de un medio que pueda ser transportado sobre distintas plataformas.

Una segunda opción es la modificación del TOA M-548. Esta se ve favorecida por el temor de algunos componentes de la Unidad a tener que aprender a convivir y manejar un nuevo vehículo.

2.5. Conclusiones de los análisis.

De los análisis realizados se obtiene unas conclusiones que serán tenidas en cuenta en la valoración final.

- a. Diseño de nuevo contenedor: Fue la más valorada debido a que, como se ha mencionado, tiene la posibilidad de transportarse en diferentes plataformas y, en una Unidad que va sobre ruedas y sobre cadenas, cobra gran importancia. Además consideraban que era la opción que aporta una mayor seguridad a la munición.
- b. Reforma del TOA M-548: la mayoría de los que escogieron esta opción fue por el profundo conocimiento e, incluso, simpatía por un material que han utilizado durante todo el tiempo de su servicio. Otros atribuyeron su opción a que el mantenimiento seguiría siendo el mismo por lo que no sería necesario adquirir nuevas herramientas ni realizar cursos para tener capacidad de solventar problemas y percances.
- c. Diseño de nuevos envases para munición: Prácticamente no la eligió ningún usuario y casi todos lo veían como una opción que retardaría mucho todo el proceso de entrega, además de aportar poca mejora según su criterio.

3. Resultados

3.1. Diseño de un contenedor específico para munición

En la *Tabla 2* se especifican los requerimientos a cumplir por el contenedor. Estos se han agrupado en:

- Requerimientos del sistema: Se especifican aquellos requerimientos básicos que debe tener.
- Requerimientos de capacidad: Teniendo en cuenta el tamaño máximo del contenedor, este debe reunir los requisitos planteados en cuanto a peso y cantidad de munición.
- Requerimientos estructurales: Son aquellos requerimientos técnicos que debe reunir y su disposición interior.
- Requerimientos de los subsistemas: Elementos electrónicos y eléctricos que aportan seguridad y comodidad para su uso.
- Posibles vehículos: Son las plataformas en las que debe poder ser transportado.

Estos requisitos se han extraído del *Anexo 2* y de las normativas de Transporte de Mercancías Peligrosas¹² y de la clasificación, inutilización, almacenamiento y transporte de la munición¹³. Además de lo señalado cumplen con la normativa ISO.

¹² Normativa de Transporte de Mercancías Peligrosas ST/SG/AC.10/1/Rev.18 (Vol. I y II)

¹³ Manual MT7-023. Clasificación, inutilización, almacenamiento y transporte de la munición

Requerimientos del sistema	Requerimientos de capacidad	Requerimientos estructurales	Requerimientos. Subsistemas	Posibles vehículos
Protección: Protección Nivel III en todas sus caras laterales, salvo parte delantera	Capacidad máxima de transporte (disparos 155mm): 16 Palés (96 proyectiles) 80 Cargas de proyección 80 Espoletas	División interna en tres compartimentos (habitáculos), uno de ellos subdividido	Electricidad: Suministrada por el vehículo. Suministrada por grupo auxiliar: 4 kW	Cadenas: TOA M-548 PIZARRO Carga
Tamaño: Tamaño adecuado para ser transportado en el vehículo cuya plataforma sea la de menor superficie	Capacidad estándar: 80 disparos completos	Avance para transporte de maquinaria interna del contenedor	Izado de puerta trasera: electromecánico	Ruedas: Camión IVECO MP380E37H. Futuro vehículo 8x8 del ET.
Distribución interior: Disponer de compartimentos aislados para transporte de municiones o subelementos de las mismas incompatibles	Condicionantes: Separación mediante mampara blindada de los distintos componentes del disparo	Estructura autoportante de acero de diversas calidades según requerimientos. Estructura interna de ángulo de acero de refuerzo	Movimiento de plataforma suelo: electrohidráulico	
Facilidad de empleo: Fácil descarga desde el propio vehículo. Es conveniente que pueda ser independiente del vehículo que lo transporta	Peso máximo transportado: 6.196 kg. Peso estándar transportado: 4.740 kg.	Sistema de fijación: En base, mediante pernos. Puntos de amarre a media altura. Puntos de amarre superiores	Antiexplosiones: SPECTRONIC estándar en familia M-113	
Seguridad: Sistema antiexplosiones. Puntos de ruptura ante explosiones internas		Soldadura blanda en techo para facilitar punto de ruptura ante explosiones		
		Plancha base deslizante con rodillos y sistema de calzos para carga		

Tabla 2. Requerimientos del diseño de contenedor para munición.

3.2. Mejora del TOA M-548

Igual que lo expuesto en el apartado anterior, esta mejora debe reunir una serie de condiciones mostradas en la *Tabla 3*. En este caso se han agrupado en requerimientos internos y externos. Los primeros definen las condiciones a cumplir por el vehículo en cuanto a seguridad del interior, estructura y capacidad.

Los requerimientos externos hacen referencia a las características que debe reunir para su manejo, materiales y tamaño.

Estos requerimientos se han extraído del *Anexo 3* y de las normativas del transporte de Mercancías Peligrosas y de la clasificación, inutilización, almacenamiento y transporte de la munición. Además cumplen la normativa ISO.

Requerimientos Internos	Requerimientos externos
Capacidad mínima de transporte (disparos 155mm): 10 Palés (80 proyectiles)	Estanqueidad ante la lluvia y otros agentes climatológicos.
Distribución interior: Disponer de un compartimento interior para eventual maquinaria y sistemas de seguridad	Doble puerta trasera de apertura manual.
Seguridad: Sistema antiexplosiones	Estructura: Aluminio forrado interiormente de madera ignífuga.
Equipamiento adicional: Climatización del habitáculo. Grupo auxiliar de potencia.	Tamaño: El mismo que la plataforma de carga del TOA M-548

Tabla 3. Mejora del TOA M-548

3.3. Envase para protección de munición.

Esta mejora, siendo la más sencilla de todas, también debe reunir una serie de condiciones que se exponen en la *Tabla 4*. Como en la segunda opción planteada se han agrupado en requerimientos internos y externos. Los primeros definen las condiciones a cumplir por el vehículo en cuanto a seguridad del interior, estructura y capacidad como el apartado anterior, incorporando además resistencia a una serie de condiciones.

Los requerimientos externos hacen referencia a las características que debe reunir en cuanto a materiales y tamaño se refiere.

Estos requerimientos se han extraído del *Anexo 3* y de las normativas del transporte de Mercancías Peligrosas y la munición y de la clasificación, inutilización, almacenamiento y transporte de la munición. Además cumplen la normativa ISO.

Requerimientos Internos	Requerimientos externos
Capacidad de transporte (disparos 155mm): 8 proyectiles.	Medidas: Largo: 94,5 cm Ancho: 35,5 cm Alto: 75,0 cm
El envase debe proporcionar seguridad a los proyectiles ante: Caídas (0.9 m). Inmersiones de una hora. Altas temperaturas (48 horas a 70º). Bajas temperaturas (24 horas a -40º), Presiones elevadas (25 Kpn). Vibraciones (2 horas a 3-5 Hz).	Asas en acero inoxidable Cierres perimetrales estancos y junta de estanqueidad.

Tabla 4. Envase para protección de munición

3.4. Valoración de las diferentes alternativas.

Para realizar la evaluación de las diferentes alternativas se han tenido en cuenta tanto virtudes como defectos que repercutan positiva o negativamente en el transporte de la munición así como otros aspectos tales como las posibilidades económicas actuales o previstas, las dificultades de implementación o las dificultades que implicaría su introducción en el adiestramiento del personal. Por ello se ha realizado el análisis DAFO de todas las posibles opciones.

Una vez realizado dicho análisis se han evaluado de una manera objetivo todas las opciones en los aspectos más relevantes. Para esto se ha hecho uso de la Matriz de Decisión.

3.4.1. Análisis DAFO

3.4.1.1. Contenedor específico de transporte

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> - Base fácil de desarrollar. - Tecnología ya existente. - Protección contra municiones de pequeño calibre y metralla. - No hay necesidad de instruir de nuevo a la tripulación. - Flexibilidad, ya que el vehículo puede ser recargado con un contenedor lleno, dejando el vacío en el PMUN o CMUN. 	<ul style="list-style-type: none"> - Posibilidades de establecerse a la vanguardia en lo referente al transporte de munición en su fase final. - Variedad según presupuesto. - Posibilidad de exportar el producto.
DEBILIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> - Mercado muy específico. - Situación económica actual. - Posible necesidad de modificación de determinados componentes de los vehículos de transporte. 	<ul style="list-style-type: none"> - Homologaciones. - Normativa a cumplir. - Posibilidad de imitación del desarrollo.

Tabla 5. Análisis DAFO contenedor específico de transporte

3.4.1.2. Modificación de TOA M-548

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> - No hay necesidad de instruir a la tripulación. - Modificación relativamente barata. - Aumento de la seguridad pasiva. - Conservación del material transportado en terreno polvoriento o en tiempo lluvioso. 	<ul style="list-style-type: none"> - Capacidad de transporte de materiales sensibles que requieran climatización (en caso de que se dote de esta a la modificación).
DEBILIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> - La protección es la misma que en el vehículo actual. - No se puede dotar al vehículo de protección efectiva adicional, salvo quizás una jaula blindada para la tripulación. 	<ul style="list-style-type: none"> - La vejez de los vehículos implica que no puedan estar en servicio durante demasiado tiempo. Tampoco aconseja emprender modificaciones de calado, que posiblemente alcanzasen una relación coste/eficiencia prohibitiva.

Tabla 6. Análisis DAFO modificación TOA M-548

3.4.1.3. Envase para transporte de munición

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> - No hay necesidad de instruir al personal en su manejo nuevo a la tripulación. - Es relativamente económico. - Muy bajo coste de mantenimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> - Inversión válida para transporte de otros materiales frágiles o delicados. - Expansión a otros mercados.
DEBILIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> - Las inherentes al vehículo actual. - No posee protección balística. - Mecanismo de extracción lento. 	<ul style="list-style-type: none"> - Cambio de proyectiles e imposibilidad de transportar los nuevos. - Posibilidad de imitación del desarrollo. - Homologaciones. - Normativa a cumplir.

Tabla 7. Análisis DAFO envase para transporte de munición

Según esta evaluación, las opciones mostradas cumplen con los requisitos pretendidos en mayor o menor medida y teniendo todas sus ventajas e inconvenientes.

3.4.2. Matriz de Decisión

Se trata de comparar cada una de las opciones con unos mismos criterios de valoración. Con esto se obtiene una valoración objetiva. Para ello se han considerado los apartados que a continuación se describen.

Inversión económica: Se ha considerado un aspecto importante debido a la situación económica que viene arrastrando el país y a los fondos que se destinan a Defensa.

Polivalencia: Se ha tenido en cuenta ya que nos encontramos en un momento en el que se está restructurando el Ejército y se va a dotar a las Unidades de Artillería de Campaña de medios de cadenas y de ruedas, además de existir la posibilidad de usarlo para otros cometidos de otras Unidades.

Comodidad en el manejo: Se analiza este aspecto porque se va a realizar un uso diario del material que puede afectar a largo plazo a los usuarios de manera notable.

Capacidad de carga: Conviene que tenga una capacidad de carga tal que pueda proporcionar munición suficiente para el desarrollo de cualquier Operación.

Protección: El más importante de todos ya que repercute en el estado de la munición y esta debe estar en perfectas condiciones para que se puedan realizar los disparos sin problema.

Se valora de 1 a 5, siendo 1 poco favorable y 5 muy favorable.

	Inversión económica	Polivalencia	Comodidad en manejo	Capacidad de carga	Protección	TOTAL
Contenedor específico de transporte	2	5	5	5	5	22
Modificación TOA M-548	4	2	3	4	3	16
Envase para transporte de munición	5	1	3	4	2	15

Tabla 8. Matriz de decisión

Los resultados obtenidos muestran que la mejor opción de las estudiadas es el contenedor específico de transporte. Sin embargo hay que explicar algunos detalles que pueden ser relevantes a la hora de decidir.

El primero de ellos es el presupuesto actual del Ejército de Tierra, ya que con la asignación presupuestaria actual se tiene que valorar mucho esta elección puesto que el ET tiene que abarcar adquisiciones de material para el ET en otras Especialidades Fundamentales, tales como Caballería, Infantería, Ingenieros o Transmisiones. Es por ello que esta elección debería llegar al órgano superior que estudie el global de las adquisiciones para analizar su viabilidad económica en estos momentos.

Por otra parte, la modificación del TOA M-548 tiene el riesgo de que es un vehículo muy antiguo el cual puede tener problemas en cualquiera de sus partes como ya está pasando con el vehículo al que acompaña, el Obús M-109 A5. Se debe evaluar si el coste de esta modificación es asumible teniendo en cuenta el número de años que el ET quiera mantenerlo en activo y esta información se sale del alcance nuestro.

Finalmente, siendo el menos valorado, se encuentra el envase para transporte de munición que, aunque se muestra como el menos eficaz, puede ser una opción a tener en cuenta si se trata de una solución a medio plazo debido a su bajo coste y a cumplir con los cometidos exigidos.

4. Conclusiones

Con toda la información recopilada, los análisis efectuados y las encuestas realizadas se pueden obtener unos resultados claros con los que poder llegar a una conclusión correcta y objetiva.

Mejor opción

Se considera la mejor opción el diseño y construcción de un contenedor específico de transporte. Tácticamente, es la opción que ofrece mayor flexibilidad. Como se expondrá más adelante, esta también es la opción más probable.

Opción más económica

La opción más económica es la construcción de envases específicos para transporte de munición. No ofrece ventaja táctica apreciable.

Opción más probable.

En este aspecto se consideran fundamentales las posibilidades económicas de que se espera disponer, la duración del sistema en el tiempo y la flexibilidad del mismo para adaptarse a los cambios.

En cuanto a la mejora del TOA M-548, cualquiera efectuada sobre este vehículo será limitada en el tiempo por la misma permanencia del mismo en la plantilla de las Fuerzas Armadas. El TOA M-548 deberá ser renovado en un corto plazo, junto con el obús M-109 A5.

Se considera que se adoptará la construcción del contenedor. El contenedor es independiente del modelo de pieza que se elija para dotar a la Artillería de Campaña y se basa en un vehículo de transporte futuro. Podría adaptarse a otros vehículos de transporte táctico (futuro 8x8) mediante una modificación en las medidas. Con las actuales es posible su transporte sobre camiones, por lo que se puede adaptar perfectamente al nuevo concepto de Brigada Polivalente.

Económicamente, hay que tener en cuenta que el contenedor es independiente del vehículo de transporte. Su precio resulta pequeño comparado con el de los propios vehículos mientras que su empleo potencia la disponibilidad de los mismos, al poder dejarlo en una posición mientras que el vehículo de transporte cumple otro servicio. Además, el uso expuesto para el contenedor es solo uno de los muchos que se le pueden aplicar, variando su distribución e, incluso, protección: ambulancia, shelter de transmisiones, transporte de otros suministros o transporte de equipos especiales de personal. La gestión centralizada de los medios de transporte de contenedores puede conseguir que el número de vehículos necesarios para el cumplimiento de una serie de misiones a desempeñar dentro de un arco de tiempo sea muy inferior al que sería preciso disponer si, tal y como sucede en la actualidad, cada vehículo está destinado a una misión específica y especializada. Por lo tanto, a pesar de suponer una fuerte inversión, el sistema completo, teniendo en cuenta el medio de transporte, resulta muy económico.

BIBLIOGRAFÍA.

PÁGINAS WEB

WWW.ARMADA.MDE.ES/ARMADAPORTAL/PAGE/PORTAL/ARMADAESPANOLA/BUQUES_INFANTERIA/PREFL
ANG_ES/05_MATERIAL-ARMAMENTO-INFANTERIA-MARINA--06_ARMAMENTO--VEHICULO-
MUNICIONADOR-M-992_ES

WWW.INETRES.COM/GP/MILITARY/CV/ENG/M992.HTML

WWW.MAXAM.NET/ES/EXPAL/PRODUCTOS/MUNICIONES/MUNICIONARTILLERIA

WWW.PORTALCULTURA.MDE.ES

WWW.ARPAEMC.COM

WWW.HISPANOVEMA.ES

WWW.ACEROSBHOLDER.COM

LIBROS:

DEGARMO, PAUL KOSHES, RONALD. BLACK, T. *DE GARMO'S MATERIALS AND PROCESSES IN MANUFACTURING.*
2^a EDICIÓN. ED. MCMILLAN PUBLISHING&CO. 1994

SÁNCHEZ GÁLVEZ, VICENTE. MATERIALES PARA LA DEFENSA. *CUADERNOS CÁTEDRA ISDEFE-UPM. 2012*

MANUAL DE ARTILLERÍA *MEMORIAL DE ARTILLERÍA.* JUNIO 2009.

MANUAL ACART-MT-101. *MUNICIONES*

TIM PRENDERGAST RAYTHEON. *EXCALIBUR OVERVIEW. 250 ANIVERSARIO REAL COLEGIO DE ARTILLERÍA.*
2014

ST/SG/AC.10/1/REV.18 (VOL. I Y II). *NORMATIVA DE TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PELIGROSAS
CLASIFICACIÓN, INUTILIZACIÓN, ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE DE LA MUNICIÓN*

MANUAL MT4 - MI. 50-01-ES. *MANUAL TÉCNICO AMETRALLADORA BROWNING*

MANUAL MT-7 023 *NORMAS PARA LA CLASIFICACIÓN, INUTILIZACIÓN, ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE DE
LA MUNICIÓN*

MANUAL DE REFORMAS DE VEHÍCULOS. REVISIÓN 2^a. MARZO 2014

RD 97/2014. OPERACIONES DE TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PELIGROSAS POR TERRITORIO ESPAÑOL

RD 230/1998. REGLAMENTO DE EXPLOSIVOS

ANEXO 1

ENCUESTA Y ENTREVISTAS

Encuesta sobre el vehículo de transporte de munición M-548

NATURALEZA Y FINALIDAD DE LA ENCUESTA

Esta encuesta está diseñada para recabar datos sobre el funcionamiento del vehículo de transporte de munición M-548, utilizando para ello a los usuarios directos del material mencionado. La encuesta está realizada dentro del marco de un Trabajo Fin de Grado (TFG) de la titulación de Ingeniería en Organización Industrial, para la escala de oficiales del ejército de tierra. El fin último de la misma es la posible mejora del vehículo transporte de munición M-548 en un futuro.

SECRETO ESTADÍSTICO

Todos los datos personales aquí recogidos quedarán amparados por el secreto estadístico puesto que se analizarán conjuntamente, de un modo agregado.

INSTRUCCIONES:

Siga en todo momento las instrucciones particulares de cada apartado.

Cada vez que se le pregunte por el material nos referiremos al TOA de carga M-548.

Se ruega **máxima seriedad e implicación**, con la finalidad de sacar los datos más fiables posibles.

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

Contacto: CAC. de Artillería Diego González Madurga

dgonmad@et.mde.es

DATOS DEL ENCUESTADO

Empleo: _____

Edad: Inferior a 23 24 a 35 36 a 45 más de 45

Tiempo en el ejército (años/meses): /

Tiempo trabajando con el material (años/meses): /

Escala a la que pertenece (Tropa, Suboficiales): _____

Puesto que ocupa o ha ocupado en relación al material: _____

DATOS GENERALES DEL MATERIAL (Marque con una X)

1. ¿En qué punto de la vida útil cree que se encuentra el material?

Madurez	Plenitud	Necesitaría modernizarse	Debería haber terminado su servicio	No sabe /No contesta

2. ¿En su opinión cree que el material ha de modernizarse?

SI	NO

3. ¿Cree que de necesitarse hoy en día el material en una operación estaría preparado para cumplir sus cometidos?

SI	NO	NS/NC

MEJORAS POSIBLES AL SISTEMA

En caso de que pudieran realizarse mejoras sobre el sistema existente, según su criterio y valorando desde 1 a 5, siendo 1 ninguna utilidad, 2 poca utilidad, 3 medio, 4 bastante utilidad y 5 mucha utilidad, responda acerca de los siguientes elementos:

1. Sistema de carga

1	2	3	4	5

2. Capacidad de almacenamiento

1	2	3	4	5

3. Seguridad de la carga

1	2	3	4	5

4. Sistema NBQ efectivo

1	2	3	4	5

5. Climatización de la caja de carga

1	2	3	4	5

6. Otro: _____

1	2	3	4	5

EMPLEO TÁCTICO

1. Durante las actividades de instrucción, ¿cree que el material le ayuda a cumplir sus objetivos? ¿Observa alguna limitación (debida al material) en el cumplimiento?

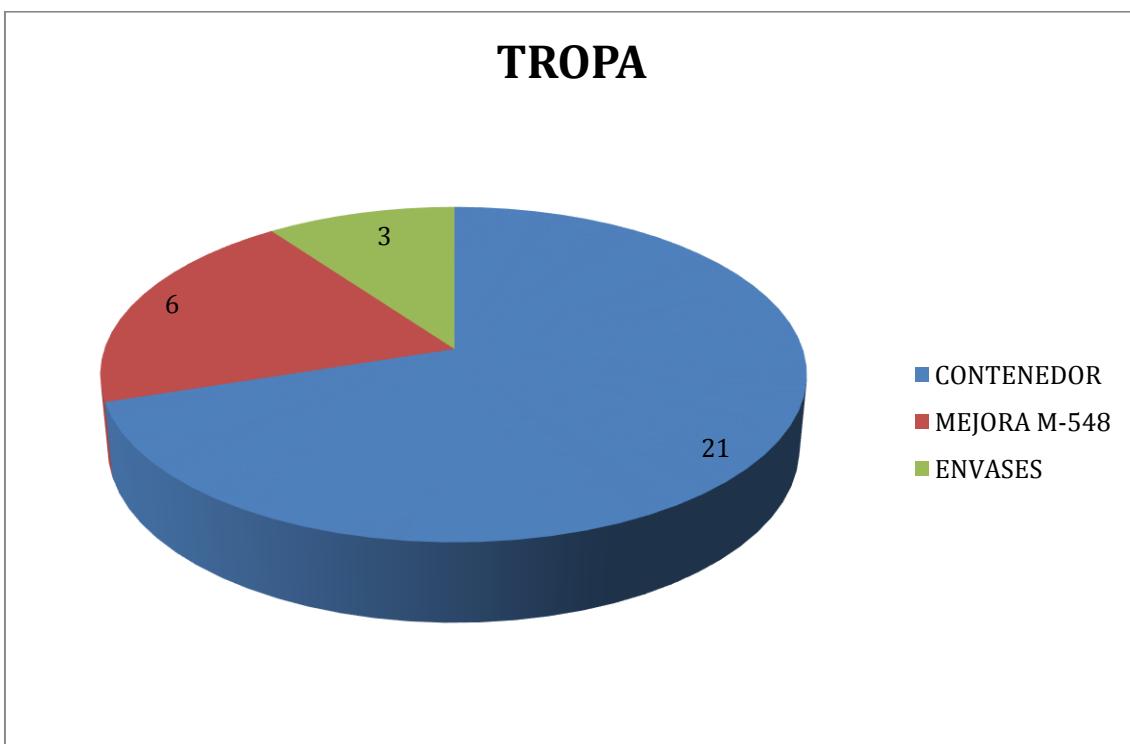
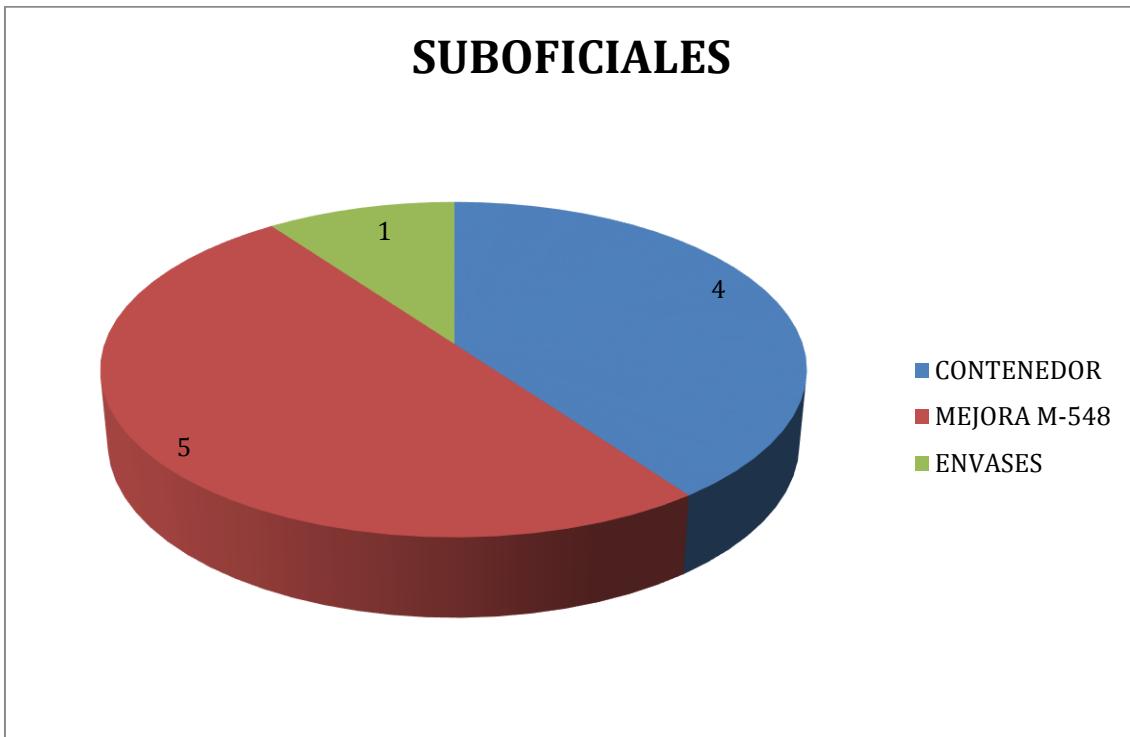
.....
.....
.....
.....

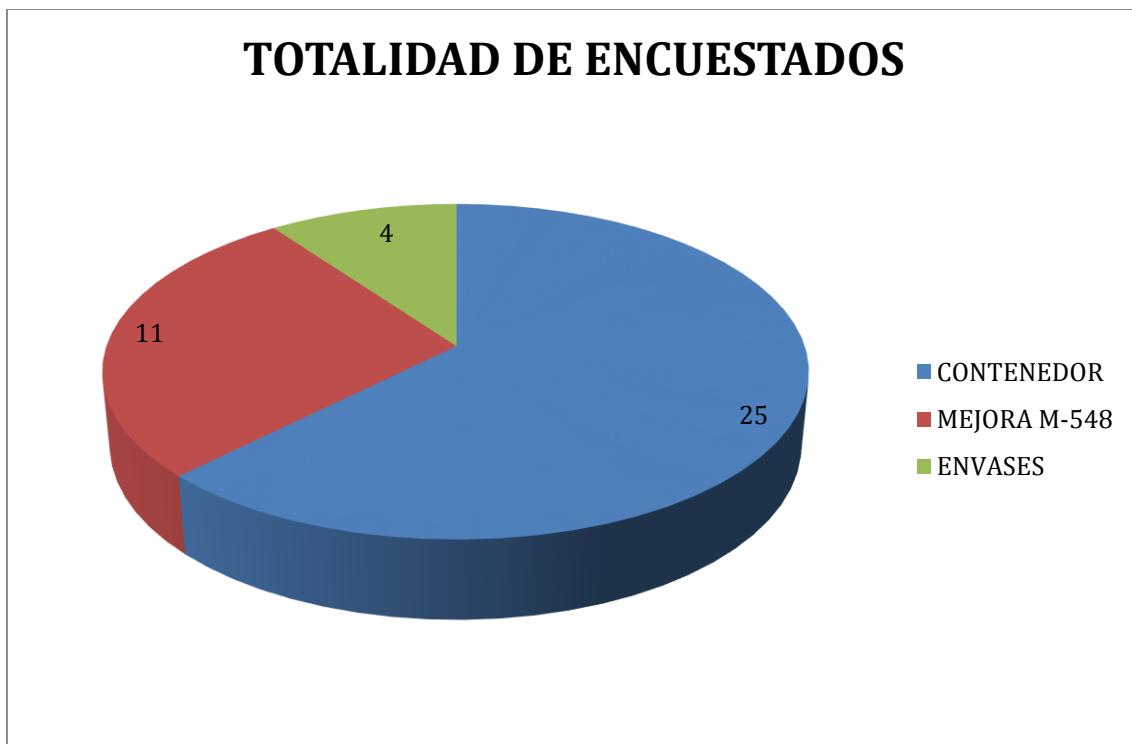
2. ¿Cómo cree que debería ser este material para ser desplegado en las operaciones que sostiene España actualmente? Marque con una X e indique su razonamiento.

El existente Modernizado Sustituido Otros: _____

.....
.....
.....
.....

RESULTADOS





ANEXO 2

CONTENEDOR PROTEGIDO DE MUNICIÓN

Apéndices:

- Apéndice 1: Vista lateral y medidas
- Apéndice 2: Distribución interna del contenedor.
- Apéndice 3: Superficies planas
- Apéndice 4: Perfiles de estructura interna
- Apéndice 5: Pesos de los componentes de la estructura.
- Apéndice 6: Capacidad de carga y peso transportado
- Apéndice 7: Cálculos para el motor eléctrico.
- Apéndice 8: Cálculos para el circuito hidráulico.
- Apéndice 9: Puntos de sujeción.
- Apéndice 10: Base móvil.
- Apéndice 11: Soportes opcionales manuales.

1. OBJETO

Contenedor para llevar en su interior munición de artillería y carros de combate, con aptitud de usos múltiples apto para ser portado por vehículos tácticos de carga en situaciones de combate, protegido e intercambiable.

2. REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA

Para cumplir la premisa de poder ser empleado en situaciones de combate desde baja hasta alta intensidad y poder ser portado por un vehículo de transporte presente o previsiblemente futuro, el contenedor debe cumplir los siguientes requerimientos.

- Protección Nivel III en todas sus caras laterales, salvo parte delantera. Se considera que en el techo un blindaje semejante no aportaría ninguna seguridad, dado el tipo de munición que, por lógica puede atacar por ese punto.
- Tamaño adecuado para ser transportado en el vehículo cuya plataforma sea la de menor superficie.
- Posibilidad de transporte logístico en medios rueda (camiones).
- Estar dotado de sistema antiexplosiones.
- Disponer de compartimentos aislados para transporte de municiones o subelementos de las mismas incompatibles.
- Fácil descarga desde el propio vehículo hacia las piezas o Carros de Combate.
- Empleo de componentes sencillos y baratos.

3. PARTES Y SUBSISTEMAS DEL CONTENEDOR

Según las condiciones definidas para el sistema, se consideran las siguientes partes o subsistemas en el mismo:

- a. Caja y estructura parcialmente blindada, con puerta trasera abatible.
- b. Subsistema electromecánico para izado y abatimiento de la puerta trasera.
- c. Subsistema electrohidráulico para desplazamiento de plancha base.
- d. Subsistema eléctrico que debe suministrar corriente a los siguientes elementos:
 - Iluminación cuatro bombillas de bajo consumo
 - Accionamiento electromecánico de izado y abatimiento de puerta
 - Accionamiento electrohidráulico para desplazamiento de plataforma suelo.
- e. Subsistema de fijación a la plataforma mediante pernos y/o mordazas, más posibilidad de instalar tensores, según el medio de transporte.
- f. Plancha base deslizante mediante accionamiento electro hidráulico.
- g. Sistema antiexplosiones.

4. POSIBLES VEHÍCULOS DE TRANSPORTE

El vehículo, que presentaría una menor superficie de carga sería un posible vehículo sobre base PIZARRO/ASCOD. Aún no está fabricado, si bien existe en tablero de dibujo. Proporcionará una plataforma muy buena para realizar misiones de abastecimiento de munición y el peso del conjunto no será un problema, ya que tiene un motor cuya potencia alcanza desde 600 CV a 800 CV, según versiones. Tampoco tiene problemas de movilidad gracias a su tracción oruga que le permitiría alcanzar cualquier punto de despliegue de obuses M-109 o, incluso Puestos de Municionamiento de unidades VCI¹⁴ o de CC¹⁵.

El contenedor podría ser transportado en una plataforma tipo VEMPAR por carretera siempre y cuando se dispusiera los medios de sujeción y amarre necesarios.

¹⁴ Vehículo de Combate de Infantería

¹⁵ Carro de Combate

5. DESCRIPCIÓN DE LAS PARTES Y SUBSISTEMAS DEL CONTENEDOR.

a. Caja y estructura parcialmente blindada con puerta abatible.

A. Dimensiones

Para definir las dimensiones se ha tenido en cuenta la munición que más pesa y que va en palé. La munición es el proyectil de artillería 155 mm M 107. El transporte de esta munición será su principal cometido. Otras posibles municiones que se pueden transportar en el contenedor, como munición para CC de 120 mm o para MP¹⁶ 120 mm presentan unas limitaciones logísticas inferiores a las del mencionado proyectil de Artillería.

Se han considerado unas dimensiones máximas que permitan transportar el siguiente material:

- Transporte de 10 palés de proyectiles 155 (80 proyectiles)
- Transporte de las cargas para los proyectiles.
- Transporte para las espoletas de los proyectiles.

Para ello, el contenedor debería tener las siguientes dimensiones externas:

Largo (base): 2,85 m

Ancho: 2,85 m

Alto: 1,70 m

El techo es 0,17 m más largo que la base, de forma que la puerta abatible trasera quede en su posición más elevada con una inclinación de -10º para que pueda abrirse.

La anchura viene limitada por plataforma del vehículo PIZARRO. Con dichas dimensiones el contenedor sobresaldría 0,15 m por cada lateral de la plataforma VEMPAR, lo que no impediría el transporte táctico sobre la misma siempre que se acondicionara un sistema de amarre. Para un transporte logístico por vía urbana o interurbana tendría consideración de transporte especial, aunque se supone que para realizar estos desplazamientos existen otro tipo de vehículos como góndolas.

En estas dimensiones se deben establecer los siguientes compartimentos:

- Habitáculo principal (a partir de ahora nº 1): con capacidad para transportar 10 palés para proyectiles de 155 mm.
- Habitáculo nº 2, separado del anterior por un suelo blindado, para transportar cargas de proyección.
- Habitáculo nº 3: para transporte de mecanismos del propio contenedor y eventual transporte de otros elementos, con extracción lateral mediante puertas.

¹⁶ Mortero Pesado 120 mm

El contenedor dispondrá de dos puertas laterales, una a cada lado, que permitan acceder al Habitáculo nº 3.

Externamente, en el frontal del contenedor, en una prolongación se situarán el sistema antiexplosiones y las bombas y motores para los sistemas de izado de puerta y deslizamiento de base.

La paletización se considera llevada a cabo según la dirección de marcha del vehículo.

El contenedor debe permitir el transporte de 10 palés (80 proyectiles) con sus correspondientes cargas y espoletas. Dejando a ambos lados, paredes laterales del contenedor, espacio suficiente para los sistemas mencionados.

B. Estructura

La estructura del contenedor es autoportante, con soldadura de alta resistencia con electrodo THERMANIT - X¹⁷ entre todas sus superficies, salvo el techo que está soldado con soldadura de latón al soplete, de mucha menor resistencia, para producir una zona de ruptura que de seguridad adicional ante explosiones¹⁸.

Como refuerzo llevará una estructura de acero, constituida por ángulo de acero al carbono de 4 cm x 4 cm y de 0,5 cm de espesor.

El contenedor tiene cuatro puntos de anclaje situados en las cuatro esquinas superiores, soldados a la estructura autoportante y a la estructura de refuerzo, que deben tener la suficiente resistencia para permitir el izado del contenedor cargado mediante grúa. También estará dotado de puntos de amarre intermedios (cuatro) y un sistema de fijación a suelo (distintas plataformas) por definir hasta conocer las características de las mismas.

C. Pesos y cargas

Pesos

La estructura interna del contenedor es de acero. Los laterales están constituidos por plancha de acero balístico con un grado de dureza Brinnel 405 y un espesor de 18,4 mm¹⁹. Esta protección es suficiente para detener impactos de 7,62 mm a distancia 0 e impactos de 12,7 mm con una velocidad remanente de 689 m/s, lo que equivale a un disparo efectuado con una AMP Browning M3 a 400m con bala perforante AP M2²⁰. Dicha plancha se emplea también para la chapa interna que constituye el piso del Habitáculo nº 2 y parte superior del Habitáculo nº 3, para aislar las cargas de proyección de los proyectiles²¹.

¹⁷ Marca de soldadores de la empresa Böhler Thyssen.

¹⁸ Datos obtenidos en PCMASA (Parque Central de Mantenimiento de Sistemas Acorazados). Segovia

¹⁹ Se han empleado los datos de acero ARMOX, de la empresa sueca SSAB

²⁰ Manual Técnico Ametralladora Browning MT4 - Mi. 50-01-Es

²¹ Tal y como marca el *MT-7 023 "Normas para la clasificación, inutilización, almacenamiento y transporte de la munición"* en su Anexo B

La puerta trasera también está construida con el mismo acero. El resto de componentes de la estructura externa estarán hecho de acero, sin especificaciones balísticas, de distinto espesor. Podría emplearse un acero de dureza Brinnel 600 con espesor de 0,5 cm, lo que conferiría a estas planchas la capacidad de soportar disparos de 7,62 mm efectuados a 30 m y con un ángulo de incidencia de 30º pero ello incrementaría el precio del contenedor y el peso sin que ofreciese una mejora efectiva en la protección. Un posible ataque por el techo será efectuado con armamento mucho más potente, como misiles o cañones de helicópteros de ataque, para los cuales no serviría de gran cosa este blindaje; otras partes no protegidas son el suelo, no expuesto y la parte delantera, protegida por el mismo vehículo y por el avance para maquinaria.

Por lo tanto, el contenedor está compuesto de las superficies planas especificadas en el *Apéndice 3 Superficies planas*.

El contenedor cuenta con una estructura interna de ángulo de acero que refuerza al conjunto, reforzado en las esquinas superiores e inferiores para permitir el izado mediante grúa. *Apéndice 4. Perfiles de estructura interna*.

Se ha estimado un peso máximo de 300 kg para la maquinaria interna del contenedor y otros componentes difícilmente cuantificables (bisagras, anclajes, ganchos, pintura,...).

Con estas características, el peso total estimado del contenedor sería 4.478,79 kg.
Apéndice 5. Pesos de los componentes de la estructura.

Carga máxima

La carga de proyectiles será transportada en los mismos palés en las que vienen de fábrica, ya que se considera beneficioso ahorrar una fase de manipulación.

Para determinar la carga, se tratará el volumen y disposición del mismo disponible, ya que se considera tan limitativo el uno como el otro.

Por problemas de peso y estructura, el contenedor llevará proyectiles de artillería empacados en la plataforma inferior (Habitáculo nº 1)²².

Las dimensiones de un palé son las siguientes:

Largo: 93,5 cm

Ancho: 34,5 cm

Alto: 74,0 cm

El peso de un palé es de 364 kg y lleva 8 proyectiles.

²² Para ver la distribución de los Habitáculos: Apéndice nº 1. Vista lateral y medidas

El contenedor no debe llevar, por incompatibilidad en el transporte de los componentes del disparo, más de 10 palés, con un total de 3640 kg de peso. Estos diez palés se corresponderían con 80 disparos completos transportados. Los 10 palés pueden ir alojados en el Habitáculo nº 1, con una profundidad de 2 y una anchura de 5. No obstante, en caso de necesidad, el contenedor puede llevar hasta 96 proyectiles en 14 palés, llevándose las cargas y espoletas que no puedan caber en otro vehículo

Las cargas correspondientes, denominadas ME3, ME3A1 y ME4, ME4A1 y 2 vienen en empaques con las siguientes dimensiones:

Largo: 95,3 cm

Diámetro: 17 cm

Peso: 12,5 kg

Las cargas se transportan sueltas, ya que por volumen, no caben empacadas en el Habitáculo nº 2 y parte superior del Habitáculo nº 3.

El peso total de las cargas es de 1000 kg.

Dada la diversidad de espoletas, se ha considerado un peso medio de 100 kg para las ochenta espoletas correspondientes a los disparos completos.

Las correspondientes espoletas van en el Habitáculo nº 3, en una separación al efecto. No pueden ir en el habitáculo nº 2 por incompatibilidades de transporte.

Las capacidades de transporte de munición 155 mm y para Carro de Combate 120 mm vienen especificadas en el *Apéndice nº 6. "Capacidad de carga y peso transportado"*.

b. Subsistema electromecánico para izado y abatimiento de la puerta trasera.

El contenedor lleva un motor eléctrico que debe proporcionar energía al resto de los elementos que funcionen mediante este medio.

Dicho motor debe ir alojado en el avance del contenedor (*Apéndice 2. Distribución interna del contenedor*) y sus características deben ser las siguientes:

- Toma de corriente: 24 V
- Potencia: 4,5 KW

Estas cifras se han obtenido de los cálculos reflejados en *Apéndice 7. Cálculos para el motor eléctrico*.

El alternador del PIZARRO proporciona una intensidad de 300 A y un voltaje de 24 V, por lo que dispone de suficiente capacidad para mover el motor. Además, el contenedor lleva un grupo de potencia independiente y compacto que proporciona la corriente necesaria independientemente del vehículo que lo transporte.

Dicho motor va unido a dos circuitos distintos, manejados por un embrague accionado desde el cuadro de mandos.

Los dos circuitos deben ser excluyentes y sucesivos. El movimiento debe ser el siguiente:

Movimiento nº 1: el motor eléctrico acciona la caja desmultiplicadora que permite la bajada de la rampa hasta alcanzar su posición más baja, ángulo de 180º respecto a la base del contenedor. Una vez alcanzado, mediante una acción independiente del movimiento anterior, se traba manualmente la rueda dentada de manera que el peso que se pueda depositar sobre la rampa abatida no repercuta sobre el sistema eléctrico. Dicho sistema de trabado deberá llevar un interruptor que impida el siguiente movimiento sin que la rampa esté fijada.

Movimiento nº 2: el motor eléctrico acciona la electrobomba que impulsa el sistema hidráulico que saca la plataforma suelo con su carga hasta la puerta, desde donde se produce la carga o descarga.

Movimiento nº 3: el motor eléctrico acciona la electrobomba para retirada hacia el interior de la plataforma suelo. Una vez terminado este movimiento, se retira manualmente el sistema de trabado de rampa, lo que obliga a realizar una comprobación por parte del operario de que el movimiento de la plataforma se ha realizado satisfactoriamente.

Movimiento nº 4: izado de la rampa.

Resumiendo los condicionantes del sistema, estos son los siguientes:

La plataforma suelo no se puede accionar:

- Si la rampa no está en su posición más abatida.
- Si el dispositivo de trabado no está puesto.

Una vez abatida, la rampa no se puede izar:

- Si la plataforma suelo no está dentro del contenedor.
- Si el dispositivo manual de trabado no está retirado.

El resto de los componentes del sistema de izado y abatimiento de rampa son los siguientes:

- Caja reductora, que reduzca el movimiento desde las revoluciones a que trabaje el motor eléctrico hasta 2π rad/seg en el torno de arrollamiento.
- Torno de arrollamiento doble, unido por vástago metálico. Según la dirección de marcha, la toma de fuerza desde la caja reductora estará en el lateral izquierdo. El torno llevará dos ruedas dentadas que servirán para fijar manualmente el sistema cuando la rampa esté abatida.
- Cable doble, de 19 mm de diámetro, con una resistencia individual de 4269 Kp.
- Sistema manual de bloqueo de rampa cuando esta haya alcanzado la posición más baja. Este sistema impedirá que el peso repose sobre el sistema eléctrico de abatimiento de rampa. Estará dotado de un sensor que impida abatir la rampa en caso

de que el sistema de bloqueo esté puesto. El movimiento se transmite mediante una biela accionada manualmente desde la caja de mando hasta la leva que se encastrará o liberará el trinquete. La palanca de accionamiento tendrá un sensor eléctrico que impedirá el movimiento de la plataforma suelo en caso de que no esté trabada la puerta y el izado de la puerta, tal y como se ha especificado en los Condicionantes del sistema.

c. Subsistema electrohidráulico para accionamiento de la plataforma suelo

El subsistema estará compuesto de los siguientes elementos:

- Embrague eléctrico que permita el funcionamiento del circuito hidráulico independientemente del circuito electromecánico de abatimiento de puerta. Para ello debe llevar un dispositivo que haga que cumpla las condiciones expresadas en Condicionantes del sistema.
- Bomba hidráulica con un caudal de 0,1 litro/seg y una potencia mínima de 7,79 W.
- Circuito hidráulico con válvula de seguridad.
- Cilindro de doble acción de diámetro reducido. Las dimensiones de pistón serían las siguientes:
 - Recorrido: 1,70 m
 - Diámetro mínimo de pistón: 2,5 cm

Dada la relativamente escasa potencia requerida, es conveniente que el cilindro será del menor diámetro posible. Ver *Apéndice 8. Cálculos para el circuito hidráulico*.

d. Subsistema eléctrico.

Las principales exigencias para el subsistema eléctrico ya han sido definidas en los requerimientos para izado de rampa trasera, ya que estos son los que más energía requieren.

El sistema eléctrico funcionará con corriente continua a 24 V. Dicha corriente puede ser suministrada por el mismo vehículo de transporte, mediante una toma situada dentro del avance. El sistema dispondrá de un cable que permita conectar el conjunto al vehículo de transporte.

Además, el contenedor llevará un grupo de potencia auxiliar de 5 Kw que permita el funcionamiento autónomo en caso de que no esté sobre ningún vehículo o el vehículo de transporte no disponga de toma adecuada (transportes civiles, a 12 V). Dicho grupo de potencia puede basarse en muchos de los que se comercializan adaptando la posición de los componentes al espacio disponible. Debe ser de gasoil y no es preciso que esté insonorizado, pues, si hace falta, es más fácil insonorizar el avance. El grupo se arrancará eléctricamente mediante una batería.

Todo el conjunto será manejado desde una caja de mandos situada en el lateral izquierdo del vehículo, a la cual se accederá abriendo manualmente la puerta de ese lado que da al Habitáculo nº 3. En esta caja se encontrarán los siguientes mandos:

- Mando para izado/abatimiento de portón trasero (1).
- Mando para deslizamiento de base (2).
- Mando para encendido-apagado de iluminación interior (3).
- Mando de parada de emergencia (4).

e. Sistema de fijación del contenedor

El contenedor deberá estar dotado de un sistema de fijación en base, mediante pernos, unos puntos de amarre a media altura y unos puntos de amarre superiores. Estos deben estar soldados a la estructura autoportante y a la estructura interna, para permitir el izado del contenedor a plena carga. Los puntos de sujeción son los especificados en el *Apéndice 9. Puntos de sujeción*.

f. Plancha base deslizante

Idealmente, la plancha debía estar conformada en aleación de aluminio 7075 T6²³ o L 3710 38.371²⁴. Este aluminio es empleado en construcciones aeronáuticas. Es una aleación con diversos metales, los principales de los cuales, por porcentaje, son el Zn y el Mg.

Su principal problema es que es caro y no existen en el mercado planchas de las medidas que se necesitan, ni por grosor ni por longitud²⁵, por lo que el precio total de la plancha sería bastante elevado, tanto por el material empleado como por el trabajo de mecanización necesario.

La base debe constar de un suelo provisto de acanaladuras en forma de cola de milano (ver *Apéndice 10. Base móvil*). Dichas acanaladuras tienen la finalidad de poder introducir unos calzos para impedir el movimiento de la carga. Las acanaladuras estarán situadas a una distancia tal que permitan la fijación de los palés de proyectiles de 155 mm. Deberán estar talladas en la placa.

Los calzos tendrán una estructura de sujeción tal que les permita deslizarse por las acanaladuras. Deberán estar fabricados en aluminio y su altura sobre el suelo será de 10 cm, suficiente para fijar los palés u otra carga.

La plancha se deslizará sobre un suelo de rodillos de 3,5 cm de diámetro, sujetos por sus extremos a los laterales de la base.

²³ Norma EEUU A.A.

²⁴ Norma UNE

²⁵ Datos de ThyssenKrupp Materials NA Company. El grosor máximo de plancha comercializada es 0,50" (12,70 mm), por lo que, para obtener una plancha de 29 mm como la necesaria para la base habría que soldar planchas superpuestas. Otras empresas, como ALCUPLA S.A. ofrecen la posibilidad de pedidos especiales.

El movimiento del conjunto de la base lo llevará a cabo un cilindro hidráulico, tal y como se ha especificado en **c**. Dicho cilindro va unido a un vástago que formará parte de la propia base.

g. Sistema antiexplosiones

El sistema antiexplosiones está situado en el avance. Es el mismo sistema SPECTRONIC que dota al TOA M 113. El sistema utiliza gas HALON 1301, autorizado para uso militar. Dispone de un depósito de 9 kg y un solo sensor en el compartimento. Al ser un sistema de uso generalizado y no requerir especiales adaptaciones, no se profundizará en su descripción.

6. SOPORTES OPCIONALES MANUALES.

Una opción que se puede ofrecer al contenedor y que sería independiente de lo expuesto hasta ahora es la adopción de soportes de despliegue manual que permiten que el contenedor goce de mayor flexibilidad de empleo. (*Apéndice 11. Soportes opcionales*)

El dispositivo consiste en cuatro soportes desplegables, que sobresalen de la estructura del contenedor y que permiten el izado y descenso del mismo hasta el suelo, facilitando la descarga del vehículo portador y que este se pudiera dedicar a cargar otro contenedor, recogiendo posteriormente el abandonado una vez realizadas en él las operaciones de carga y descarga. Asimismo, permitiría el equilibrado del mismo sobre terreno irregular.

Estos soportes presentan las siguientes ventajas, ya mencionadas:

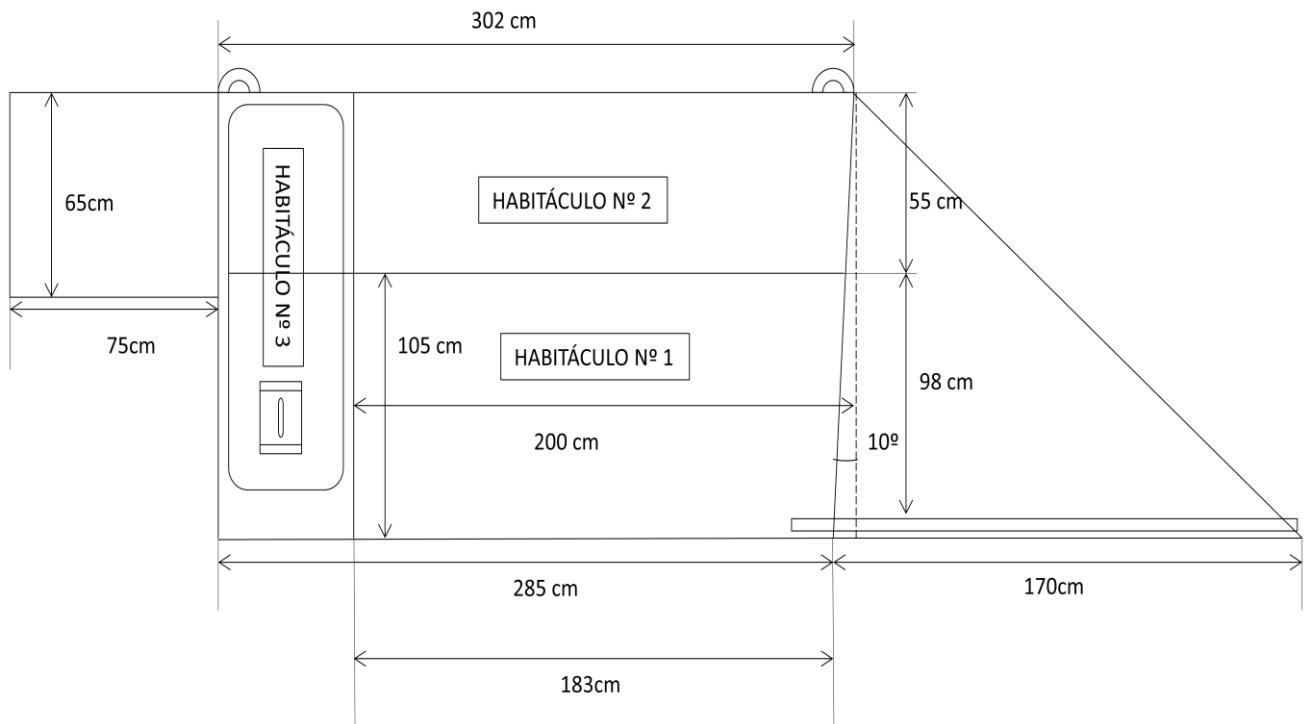
- Mayor flexibilidad de uso
- Multiplican la eficiencia del vehículo de transporte, al no tener que esperar este a la realización de las tareas de carga y descarga.
- Permite adecuar las operaciones de carga y descarga a la altura de plataforma de cualquier vehículo receptor.

Como inconvenientes, se pueden mencionar:

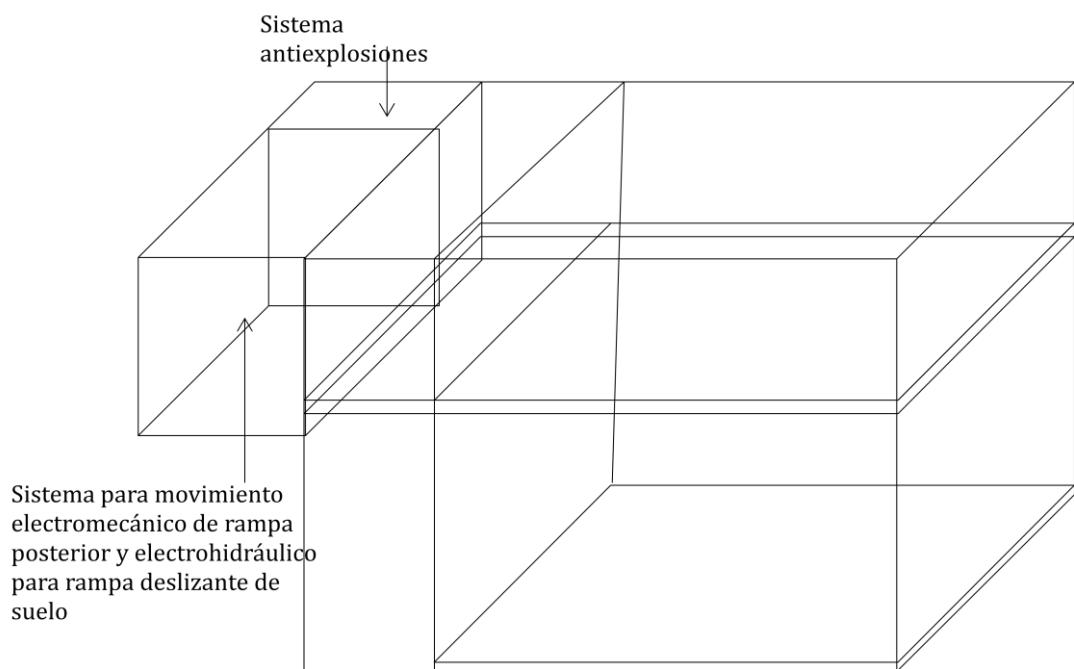
- Incrementan el precio final del contenedor.
- Incrementan el peso total, aproximadamente 840 kg. Si se les dota del mismo blindaje que las paredes laterales, aproximadamente 1000 kg.
- Incrementan las dimensiones (anchura) por lo que sobresaldrían más aún de ciertos vehículos de transporte.²⁶

²⁶ Datos proporcionados por HISPANO VEMA S.L. de Zaragoza.

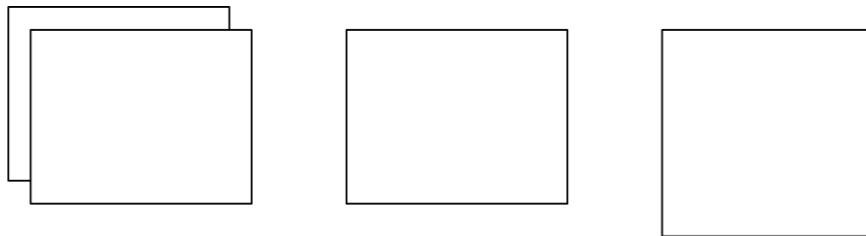
Apéndice 1. Vista lateral y medidas.



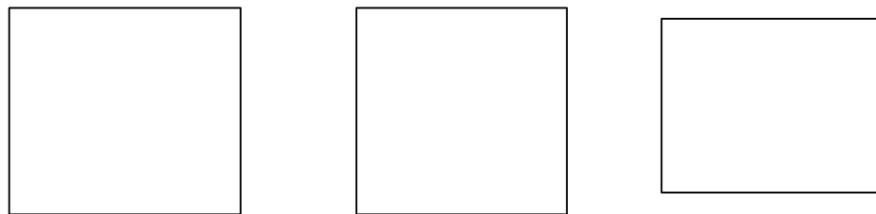
Apéndice 2. Distribución interna del contenedor.



Apéndice 3. Superficies planas.

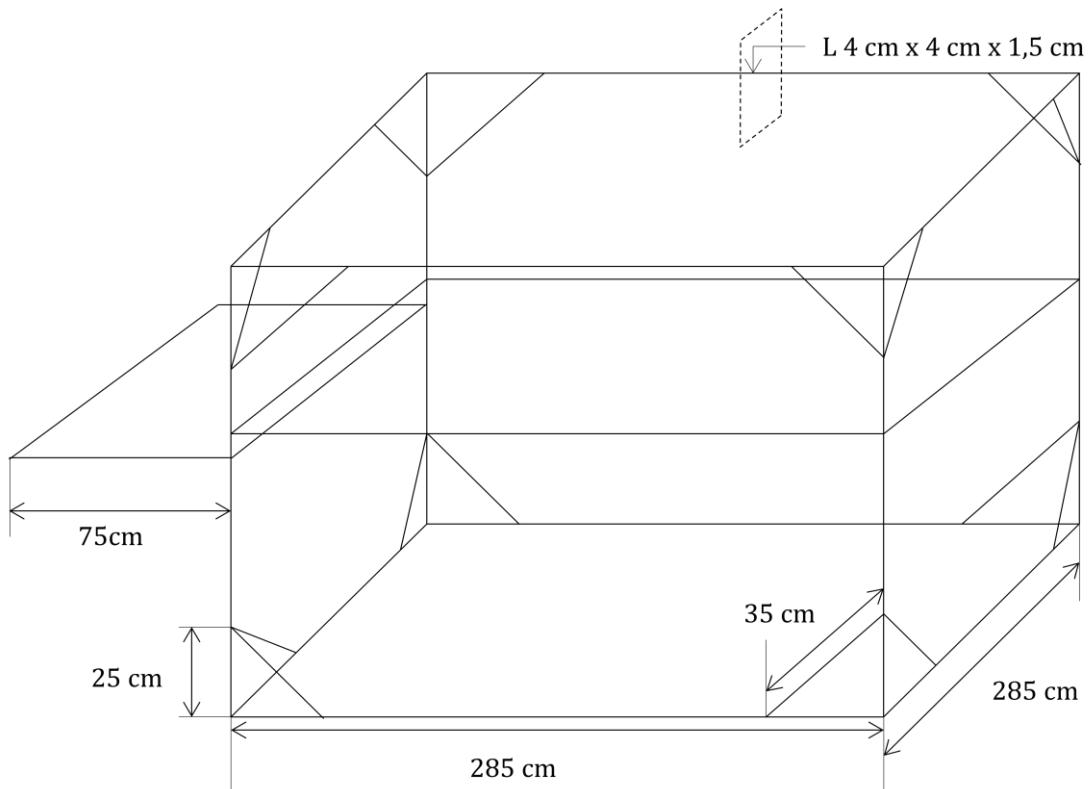


Superficie con protección Nivel III: $2,85 \times 1,70 \times 2 = 9,69 \text{ m}^2$ (LATERALES)
 $2,86 \times 1,70 \times 1 = 4,86 \text{ m}^2$ (PUERTA TRASERA)
 $2,79 \times 2,79 \times 1 = 7,78 \text{ m}^2$ (MAMPARA HORIZONTAL CENTRAL)
TOTAL $22,33 \text{ m}^2$



Superficie sin protección: $2,85 \times 3,02 \times 1 = 8,61 \text{ m}^2$ (TECHO)
 $2,85 \times 2,85 \times 1 = 8,12 \text{ m}^2$ (PUERTA TRASERA)
 $2,85 \times 1,70 \times 1 = 4,84 \text{ m}^2$ (FRONTAL)
TOTAL $21,57 \text{ m}^2$

Apéndice 4. Perfiles de estructura interna.



Apéndice 5. Peso del contenedor

LARGO /ANCHO (cm)	ANCHO /ALTO (cm)	Nº DE PLACAS	SUPERFICIE CON NIVEL DE PROTECCIÓN III	ESPESOR	DENSIDAD	PESO (KG)
285	170	2	9,69	0,0184	7850	1399,62
286	170	1	4,862	0,0184	7850	702,27
279	279	1	7,7841	0,0184	7850	1124,34
						3226,23
SUPERFICIES SIN NIVEL DE PROTECCIÓN						
302	285	1	8,607	0,003	7850	202,69
285	285	1	8,1225	0,005	7850	318,81
285	170	1	4,845	0,0015	7850	57,05
						578,55
AVANCE						
285	75	1	2,1375	0,003	7850	50,34
285	55	1	1,5675	0,005	7850	61,52
285	75	1	2,1375	0,0015	2700	8,66
55	75	2	0,825	0,0015	2700	3,34
						123,86
PESO TOTAL DE LA ESTRUCTURA DEL CONTENEDOR						3928,64

ESTRUCTURA INTERNA DEL CONTENEDOR Y ELEMENTOS						
DOS BANDEJAS E ALUMINIO DESLIZANTES, INCLUYENDO RODILLOS						
270	183	1	4,941	0,006	2700	92,05
275	275	1	7,5625	0,003	2701	70,47
Perfil angular 4x4	5035	Peso por cm lineal		0,0314		158,10
Otros componentes						300,00
PESO TOTAL						4478,79

Apéndice 6. Capacidad de carga y de peso.**CAPACIDAD DEL CONTENEDOR**

PROYECTILES 155 mm

Dimensiones de la paleta de proyectiles (8 proyectiles)

93,5	34,5	1	0,322575
------	------	---	----------

Peso de la paleta de proyectiles

364 kg			
--------	--	--	--

La limitación de peso nos impone el siguiente límite:

Profundidad	2 paletas	187	Por lo tanto, el habitáculo debería tener un espacio de 2m longitudinalmente para alojamiento de pales
Anchura	7 paletas	241,5	

El contenedor puede transportar 14 paletas, con un total de 96 proyectiles con 80 cargas

Peso total de proyectiles transportado	14	364	5.096,00 KGS
--	----	-----	--------------

CARGAS DE PROYECCIÓN

cargas	12,5	80	1.000,00 KGS
--------	------	----	--------------

ESPOLETAS

100,00 KGS

Peso medio**PESO TOTAL**

6.196,00 KGS

No obstante, para evitar problemas de sobrepeso, se consideran 10 paletas como máximo a transportar.

Peso total de proyectiles transportado	10	364	3.640,00 KGS
--	----	-----	--------------

CARGAS DE PROYECCIÓN

cargas	12,5	80	1.000,00 KGS
--------	------	----	--------------

ESPOLETAS

100,00 KGS

Peso medio**PESO TOTAL**

4.740,00 KGS

CC 120mm

Largo	0,36	5	
Ancho	1,164	2	
Alto	0,22	4	
Total	80	proyectiles	40 EMPAQUES
PESO (KG)	40	57	2280

Apéndice 7. Cálculos eléctricos.**SISTEMA DE IZADO DE RAMPA**

Velocidad de izado/descenso	0,5m/seg
Peso de la rampa	702,27 kg

POTENCIA (Watts)			
$P=V*702,27*g$	3448,1457	más 10%	3792,96

PAR

$M=P(POTENCIA)/\omega(v. \text{ angular})$	23831,93 wat/rad
$n=\Omega*60/2\pi=v*60/r*2\pi$	95,49

$\omega=v/2\pi r$	0,16
-------------------	------

Apéndice 8. Cálculos para el circuito hidráulico.**SISTEMA DE DESLIZAMIENTO**

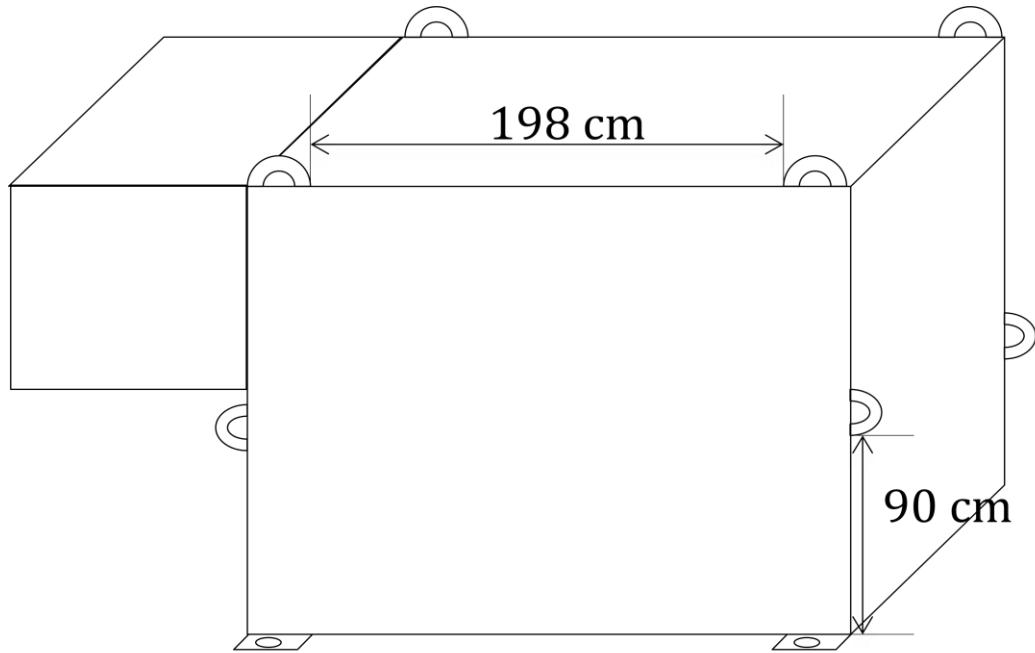
Diámetro de pistón (m)	0,025
Longitud de pistón (m)	1,7
Coeficiente de rozamiento (estimado)	0,005 Obtenido de un coeficiente $\mu=0,1$ mm correspondiente a deslizamiento de un rodamiento de acero sobre acero.
Peso máximo sobre la plataforma base (kg):	3800 kp

Fuerza:	$3800\text{kp} \times 9,8\text{N/Kp} \times 0,005=$	186,2 N
---------	---	---------

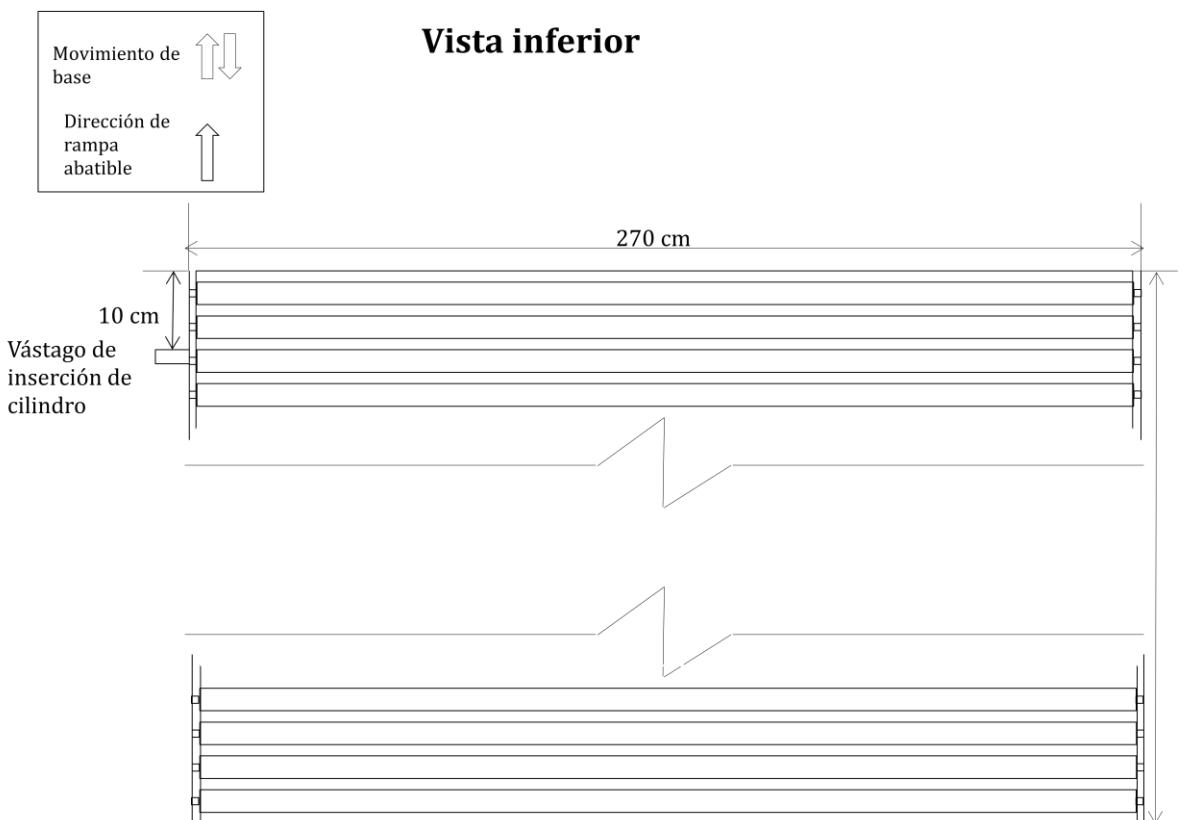
$$\text{Presión (Pr)} \quad 182,6\text{N}/4,908\text{cm}^2= \quad 36,67 \text{ N/cm}^2$$

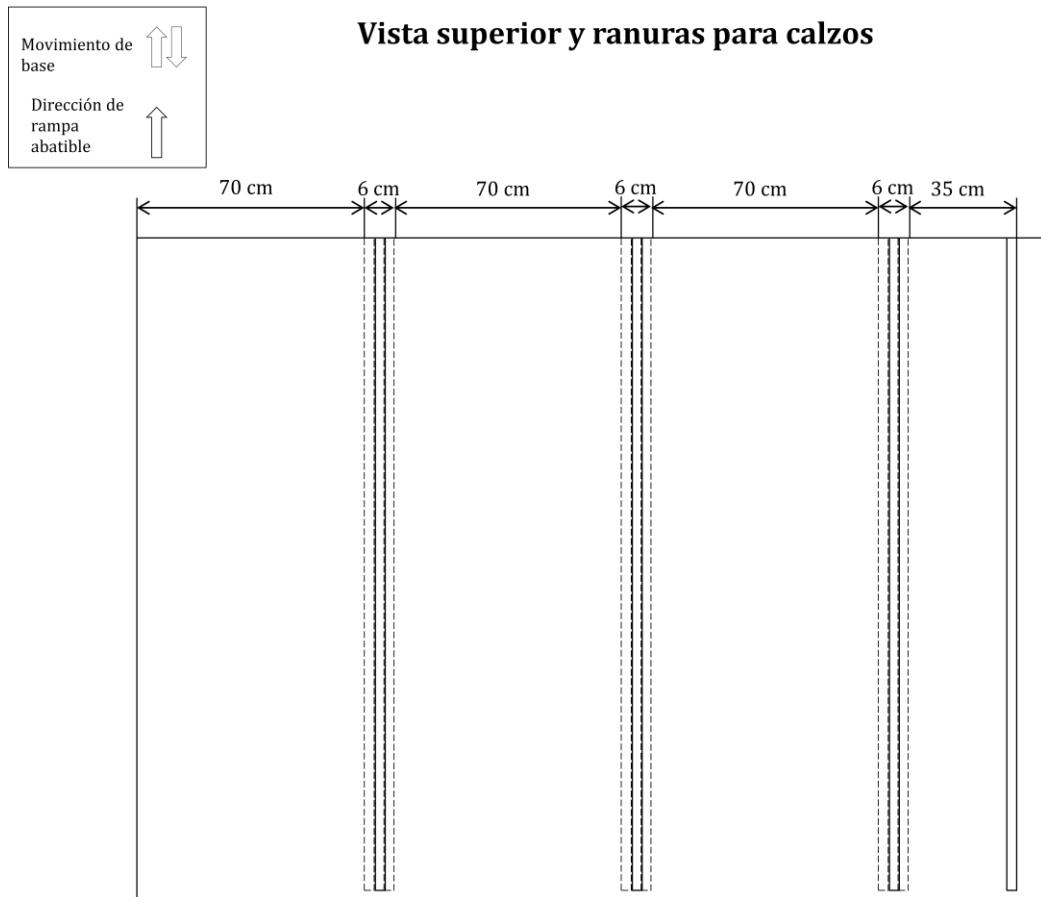
Trabajo (T)	186,2N X 1,7 m	316,54 J
Potencia necesaria	$316,54\text{J}/8\text{seg}$	39,5675 wat
Caudal necesario		0,1 l/seg

Apéndice 9. Puntos de sujeción.

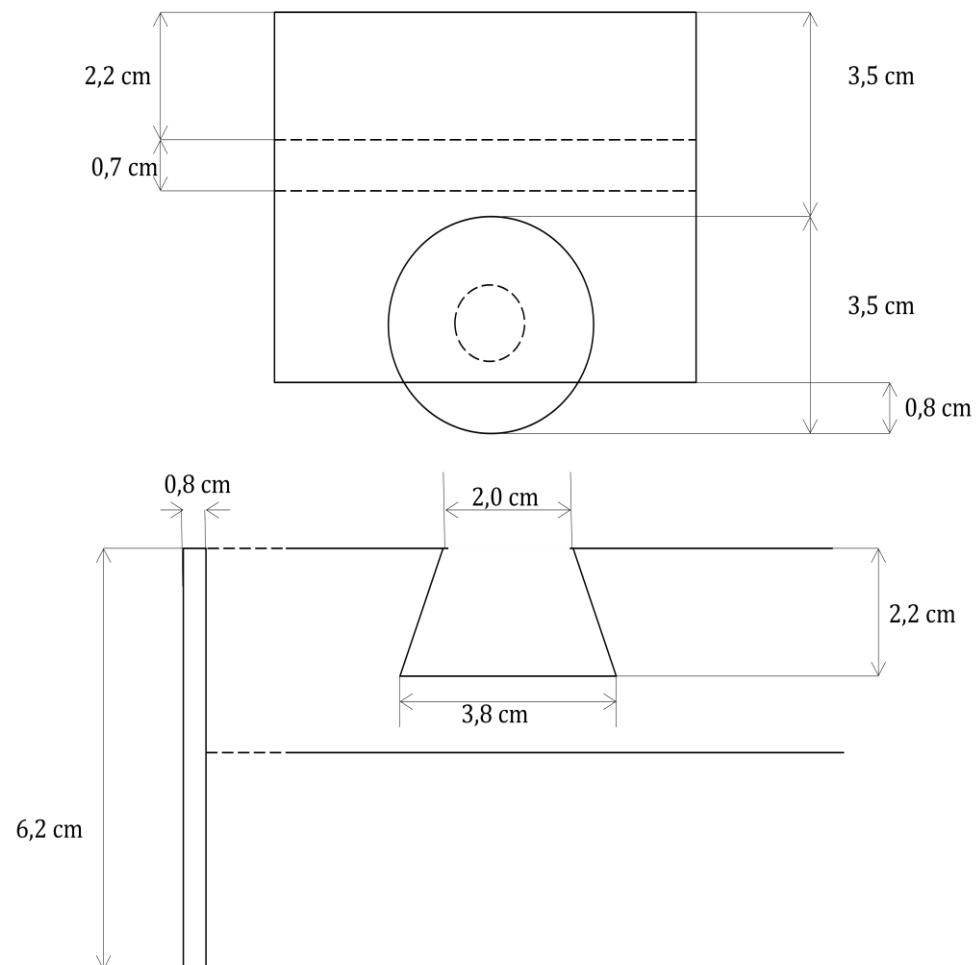


Apéndice 10. Base móvil.





Corte de perfiles transversales y posteriores



Apéndice 11. Soporte opcional manual.

Fotografía cortesía de HISPANO VEMA S.L.



ANEXO 3

MEJORA DEL TOA M-548

1. OBJETIVO

La mejora propuesta consiste en cubrir la caja del actual vehículo de transporte, TOA M 548 con una casamata de aluminio, cerrada, que permita un transporte de la munición con mayor seguridad, limpieza de la misma y posibilite transportes tanto de munición especial como de otros productos que requieran una temperatura estable.

2. CONDICIONES DEL SISTEMA.

La modificación debe cumplir los siguientes requisitos:

- No debe implicar una fuerte disminución de la capacidad de carga del vehículo.
- No es preciso que preste protección balística apreciable al vehículo. Se pueden instalar soportes (puntos de fijación mediante tornillos) para losetas externas de protección balística que proporcionarían una protección Nivel III.
- Debe proporcionar estanqueidad a la zona de carga ante lluvia u otros agentes atmosféricos.
- Protección antiexplosiones.
- Precio reducido.

3. MODIFICACIONES

La modificación consistirá en la construcción de una estructura estanca de aluminio (a), soldada a la plataforma de carga de forma que quede una estructura completamente cerrada, con puertas traseras de apertura manual.

Dentro de la estructura se situará el sistema antiexplosiones (b).

4. DESCRIPCIÓN DE LAS MODIFICACIONES

a. Estructura de aluminio

La estructura estará constituida por planchas de aluminio colocadas sobre perfiles, soldadas a la propia plataforma. Por facilidad técnica se puede respetar la estructura existente que forma la actual caja y los tubos existentes para proporcionar consistencia al habitáculo de transporte, lo cual implicaría únicamente colocar las planchas sobre los tubos y paredes, soldándolas parcialmente a los mismos. La estructura también se soldaría externamente a la actual caja, de manera que no disminuyese el volumen disponible. Las paredes laterales del

habitáculo proporcionaran una pequeña protección adicional ante metralla o proyectiles de pequeño calibre y contribuirán a la consistencia del conjunto-

Se elimina la lona, sustituida por la estructura, y la puerta trasera, sustituida por dos puertas.

Todas las planchas de aluminio que van a constituir la estructura deberán estar forradas interiormente con madera ignífuga (M1)/hidrófuga de 4mm de espesor.

Interiormente se montará una mampara de separación, dotada de una puerta, y situada a 60 cm de la parte delantera de la estructura. En el habitáculo resultante se instalará el sistema antiexplosiones así como otros que se estimen necesarios dependiendo del uso que se le vaya a dar al vehículo. En caso de que no se emplee en su totalidad, se pueden transportar elementos que deban ir separados, aunque no sean componentes de proyectiles, ya que no ofrece protección.

Como resultado de las modificaciones expuestas, se dispondrá de un habitáculo cerrado, dotado de dos puertas traseras con apertura horizontal manual. No es necesario el hermetismo total del habitáculo, ya que no se prevé protección NBQ.

Pesos

El peso añadido será el correspondiente a la estructura de aluminio y al sistema SPECTRONIC de extinción de incendios.

Consideraremos que las placas laterales cubren toda la superficie de la estructura, permaneciendo los actuales componentes (laterales de la caja y apoyos para la lona) en el interior de la estructura. Desaparece la puerta trasera del vehículo. (*Apéndice 1. Superficies planas*)

Se ha considerado plancha de aluminio 7075 T6, aunque se pueda emplear otra aleación de inferior calidad y precio, de 15 mm de espesor. Este espesor se considera suficiente, ya que va soldado a la estructura existente en el vehículo, para dar rigidez al conjunto.

El peso total añadido de la estructura será de 1549,56 kg. (*Apéndice 2. Peso de la estructura*). No obstante, a este incremento hay que descontar la puerta trasera, de 48,5 kg.

Se ha considerado incluido un peso extra de 100 kg que corresponden a elementos difícilmente cuantificables, como cerradura de las puertas, posibles desfases, soldaduras y sistema SPECTRONIC.

Carga máxima

La carga máxima del vehículo actualmente es de 5443 kg. Si a esta cantidad le restamos el peso de la estructura añadida, el vehículo podrá cargar 4.108 kg.

Las dimensiones de un palé son las siguientes:

- Largo: 93,5 cm
- Ancho: 34,5 cm
- Alto: 74,0 cm

El peso de un palé es de 364 kg y lleva 8 proyectiles .El vehículo podría transportar 10 palés (80 proyectiles), si bien, al no contar con divisiones internas, las cargas de proyección y espoletas tendrían que ir en otro vehículo²⁷.

b. Sistema antiexplosiones.

El sistema antiexplosiones irá situado en el interior de la estructura, en un cajón metálico separado del resto del transporte. Será el mismo sistema SPECTRONIC que dota al TOA M 113. El sistema utiliza gas HALON 1301, autorizado para uso militar. Dispone de un depósito de 9 kg y un solo sensor en el compartimento. Al ser un sistema de uso generalizado y no requerir especiales adaptaciones, no se profundizará en su descripción.

5. OTRAS MEJORAS PROPUESTAS.

a. Climatizador.

No se ha considerado la introducción de serie de este elemento porque no aporta nada a una mejor conservación de la munición durante un espacio de tiempo que no debe ser prolongado por definición del propio cometido táctico del vehículo. Para otros transportes, como determinados tipos de explosivos, algunos alimentos no envasados y personal, se puede instalar un climatizador constituido por un equipo de aire acondicionado con bomba de frío y calor y un transformador para transformar la corriente que proporciona el vehículo, a 24 V, a corriente comercial a 230V.

b. Grupo auxiliar de potencia

También en caso necesario se dotará al vehículo de un grupo auxiliar de potencia de 5 kw, que funciona de manera independiente, dotado de arranque mediante batería y con motor de gasoil. Dicho grupo debe dar potencia a los siguientes elementos:

- Climatizador
- Iluminación interna.
- Tendido eléctrico externo para proporcionar energía a tiendas de uso general o específico.

²⁷ Tal y como marca el MT-7 023 "Normas para la clasificación, inutilización, almacenamiento y transporte de la munición" en su Anexo B

c. Mejora de protección de la cabina de tripulación

Para mejorar el vehículo, se propone la creación de un habitáculo protegido Nivel III para la tripulación. Dicho habitáculo no se detallará ya que requeriría un estudio aparte. Consistiría en lo siguiente:

- Planchas de 1,8 mm de acero que proporcionarían una protección frontal hasta el nivel de los parabrisas.
- Plancha trasera en toda la altura de la cabina de las mismas características que la anterior.
- Plancha suelo, con capa de kevlar intermedia (entre el suelo del vehículo y la chapa de blindaje).
- Parabrisas blindados abatibles, con mirillas simples de cristal blindado y aspillera para fuego frontal.
- Cambio de las puertas actuales por otras blindadas, con cristal blindado y aspilleras para disparo laterales.
- Marco de sujeción de las puertas, ya que pesan más.
- Eliminación del actual afuste externo, sustituido por armas internas.
- Idealmente: arco interior para colgar los asientos. Dos grupos de dos lanzafumígenos en cada lateral.

ANEXO 4

ENVASE PARA LA PROTECCIÓN DE LA MUNICIÓN

Esta opción trata sobre el desarrollo de nuevos envases donde transportar la munición dentro del vehículo existente actualmente sin realizarle al mismo ninguna modificación.

La parte positiva de esta opción es el coste de adquisición de dicho envase, ya que su desarrollo y los costes materiales se encuentran muy lejos de los de las opciones desarrolladas con anterioridad. Además, no repercutiría en ninguna especificación del vehículo actual, por lo que no afectaría a sus aptitudes. El último aspecto positivo a destacar es la posibilidad de que, mediante un acuerdo con la empresa que proporciona los proyectiles al Ejército, esta los envíe estibados en los envases desarrollados y así se consiga una mayor facilidad logística de transporte y manipulación de los mismos. Además, el envase es reutilizable.

La parte negativa de esta opción es que aumentaría el tiempo de traspaso de la munición al ATP M-109, ya que sería necesario que la tripulación tuviera que abrir el envase, sacar la munición y llevarla hasta la pieza, lo que en una situación de urgencia supondría un grave inconveniente.

A continuación se muestran las características²⁸ del envase:

CARACTERÍSTICAS TECNICAS	
Materia base	Polietileno inyectado
Procedimiento de fabricación	Rotomoldeado
Asas	Integradas en acero inoxidable
Junta de estanqueidad	Integrada en la tapa con reborde de presión en cuerpo principal
Cierres	Embutidos y perimetrales con cierre con giro estanco 180º
Refuerzos	Integrados en el moldeado
Protección interior	Gomaespuma de serie

Estas características permiten que el envase permanezca inalterado ante caídas (0.9 m), inmersiones de una hora, altas temperaturas (48 horas a 70º), bajas temperaturas (24 horas a -40º), presiones elevadas (25 Kpn) y vibraciones (2 horas a 3-5 Hz). Con estos datos se demuestra su alta capacidad para mantener en perfectas condiciones los materiales más sensibles.

²⁸ Características obtenidas en colaboración con la empresa HIPANO VEMA S.L.