



Trabajo Fin de Grado

Estudio de la viabilidad de la adopción del modelo
de la plataforma del lanzador MANPADS en los
vehículos carrozados del ET.

Autor

CAC. D. Adrián Fernández Perona

Directores

Cap. D. Raúl Cáceres Saavedra
D. Joaquín Sancho Val

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar

Año 2016

Resumen

El siguiente Trabajo Fin de Grado (TFG) consiste en un análisis de la posible incorporación del misil MISTRAL en la plataforma MANPADS en los vehículos carrozados del Ejército de Tierra (ET). Este proyecto ha sido planteado en respuesta a la necesidad de un vehículo antiaéreo MISTRAL que proporcione seguridad, alta movilidad y que además, permita que las unidades apoyadas dispongan rápidamente de protección.

Actualmente las unidades de tipo MISTRAL disponen de dos modelos de vehículo. En uno se porta el lanzador MANPADS en la caja del vehículo, y en el otro modelo, el lanzador va montado sobre el mismo. En ambos casos los lanzadores se encuentran sin protección alguna y es necesario desplegar y desmontar el lanzador cada vez que el vehículo realiza un movimiento.

Por estas razones las unidades solicitan:

- Un vehículo que les ofrezca movilidad suficiente para las futuras “Brigadas Orgánicas Polivalentes.”
- Un vehículo carrozado que proteja a la tripulación ante las amenazas del combate asimétrico.

Las unidades tipo MISTRAL fueron entrevistadas (Ver Anexo E) durante el ejercicio de tiro MISTRAL en Médano del Loro (Huelva) acerca de sus necesidades. Posteriormente se realizó un estudio basado en lo que actualmente dispone el Ejército de Tierra, y en la tendencia de otros países.

Las conclusiones del estudio determinaron que se necesita un vehículo MISTRAL carrozado con una torreta automática. Esta configuración ofrece a la tripulación mayor protección y menor tiempo de despliegue. El estudio de la viabilidad de este proyecto ha mostrado que no sólo es viable para el ET sino que el Ejército del Aire, la Armada, e incluso ejércitos europeos se encuentran interesados en proyectos similares.

Abstract

The following End of Degree Project consists in the viability analysis of integrating the MISTRAL missile with the MANPADS platform on a Spanish Army covered vehicle. This project has been considered in order to supply the demand of an anti aircraft MISTRAL vehicle that unites protection, high mobility and provides quick anti aircraft support.

Nowadays the MISTRAL units have two kinds of vehicle. The first kind, the MANPADS goes in the back of the vehicle, and there is another model where the launcher goes on the top of the vehicle. In both versions the launchers don't have protection at all, and also they need packing and unpacking the launcher every time the vehicle moves.

For these reasons Spanish Army is looking for:

- A vehicle with high mobility, thinking in the future “Brigadas Orgánicas Polivalentes”
- A vehicle with protection for the crew against threats of asymmetric combat.

MISTRAL units were surveyed with a standard needs questionnaire about the MISTRAL needs (Look Annex E) during manoeuvres in Médano Del Loro (Huelva). Afterwards, a new study was done, based on the actual Army capabilities and others countries trend.

The conclusions showed that is needed a MISTRAL armoured vehicle with an automatic turret. This configuration offers protection for the crew and less deploy time. The viability analysis showed that not only is viable for the Army, the Navy, the Air Force and even European countries are also interested in similar projects.

Agradecimientos

En primer lugar deseo expresar mi agradecimiento a los directores de este TFG Cap. D. Raúl Cáceres Saavedra y D. Joaquín Sancho Val por la ayuda que me han brindado en este TFG y por sus sugerencias e ideas.

Me gustaría además agradecer al Regimiento de Artillería Antiaérea 71 (Madrid), el permitirme integrarme en una unidad tipo MISTRAL y realizar las prácticas de mando dentro de una de sus Baterías, y también a la empresa MBDA por hacer un hueco en sus apretadas agendas para ayudarme en este proyecto y permitirme conocer sus instalaciones y su forma de trabajo.

Índice

| | |
|--|-------------|
| Índice de imágenes. | iiix |
| Índice de tablas. | ix |
| Lista de Acrónimos. | x |
| 1. Alcance del proyecto. | 1 |
| 2. Objetivos del proyecto. | 1 |
| 3. Introducción al sistema de armas MISTRAL | 2 |
| 3.1. Misil MISTRAL. | 2 |
| 3.2. Composición del puesto de tiro. | 2 |
| 3.3. Empleo táctico. | 3 |
| 3.4. Método de empleo. | 3 |
| 3.5. Plataforma MISTRAL sobre vehículos del ET. | 3 |
| 3.5.1. Vehículo independiente del puesto de tiro: | 4 |
| 3.5.2. Puesto de tiro solidario al vehículo: | 4 |
| 4. Análisis de mercado. | 6 |
| 4.1. Análisis de oferta. | 6 |
| 4.1.1. Francia. | 6 |
| 4.1.2. Arabia Saudí. | 7 |
| 4.1.3. Holanda. | 7 |
| 4.2. Análisis de la demanda. | 8 |
| 4.3. Análisis Make or buy..... | 8 |
| 4.4. Estrategia del producto y proyección. | 9 |
| 4.5. Información y punto de vista del cliente. | 9 |
| 4.6. QFD. (Ver Anexo QFD)..... | 10 |
| 5. Análisis técnico-operativo. | 10 |
| 5.1. Cronograma. (Ver Anexo B) | 10 |
| 5.2. Descripción técnica..... | 11 |
| 5.2.1. Requisitos del sistema. | 11 |
| 5.3. Vehículos carrozados del ET..... | 11 |
| 5.3.1. VAMTAC ST5 | 11 |

| | |
|--|---------------|
| 5.3.2. Vehículo ligero multipropósito 4x4 Lince..... | 12 |
| 5.3.3. RG-31..... | 13 |
| 5.3.4. Elección del vehículo. | 13 |
| 5.3.5. Torre automatizada..... | 14 |
| 5.4. Análisis de riesgos. (Ver Anexo C) | 15 |
| 6. Análisis de costes. | 16 |
| 7. Análisis socioeconómico. | 17 |
| 7.1. Stakeholders (grupos de interés)..... | 17 |
| 7.2. Impacto social..... | 18 |
| 7.3. Política medioambiental. | 18 |
| 7.4. Política ética. | 19 |
| 8. Análisis comparativo..... | 19 |
| 9. Conclusiones y trabajo futuro. | 20 |
| 10. Bibliografía | 21 |
| 11. ANEXOS | ANEXOS |
| ANEXO A QFD | ANEXO A |
| ANEXO B EDT | ANEXO B |
| ANEXO C ANÁLISIS DE RIESGOS | ANEXO C |
| ANEXO D ANÁLISIS DE COSTES | ANEXO C |
| ANEXO E ENCUESTA TIPO | ANEXO E |

Índice de imágenes.

| | |
|---|----|
| Imagen 1 Puesto de tiro MISTRAL..... | 2 |
| Imagen 2 Puesto de tiro independiente..... | 5 |
| Imagen 3 Puesto de tiro solidario al vehículo. | 5 |
| Imagen 4 VBL MISTRAL..... | 6 |
| Imagen 5 Hafeet ADV | 7 |
| Imagen 6 FENNEK | 8 |
| Imagen 7 VAMTAC ST5 | 12 |
| Imagen 8 Vehículo Lince | 12 |
| Imagen 9 Vehículo RG-31..... | 13 |
| Imagen 10 Radar Chart Vehículos ET..... | 14 |
| Imagen 11Diagrama de Ishikawa | 15 |

Índice de tablas.

| | |
|---|----|
| Tabla 1 DAFO de puesto de tiro independiente. | 4 |
| Tabla 2 DAFO puesto de tiro solidario al vehículo..... | 5 |
| Tabla 3 Datos VBL..... | 6 |
| Tabla 4 Datos Hafeet ADV | 7 |
| Tabla 5 Datos FENNEK | 8 |
| Tabla 6 Datos VAMTAC ST5..... | 12 |
| Tabla 7 Datos lince | 12 |
| Tabla 8 Datos RG-31 Mk. 5E..... | 13 |
| Tabla 9 Resumen de gastos de proyecto..... | 16 |
| Tabla 10 Incremento de coste por característica. | 16 |
| Tabla 11 Comparativa | 19 |
| Tabla 12 QFD | A1 |
| Tabla 13 EDT | B1 |
| Tabla 14 Análisis cuantitativo de riesgos | C1 |
| Tabla 15 Matriz Impacto-Probabilidad..... | C3 |
| Tabla 16 Resumen de riesgos | C3 |
| Tabla 17 Estimación de costes..... | D1 |
| Tabla 18 Estimación Coste/Vehículo | D2 |
| Tabla 19 Tabla de incremento de precio por característica. | D2 |

Lista de Acrónimos

| | |
|-----------|---|
| COAAAS | Centro Coordinador de Fuegos Antiaéreos. |
| COAAAS L | Centro Coordinador de Fuegos Antiaéreos Ligero. |
| CPR | Conjunto pila refrigerador. |
| CUD | Centro Universitario de la Defensa. |
| DGAM | Dirección General de Armamento y Material. |
| DAA | Defensa Antiaérea. |
| EDT | Estructura desglosada del trabajo. |
| ET | Ejército de Tierra. |
| FAS | Fuerzas Armadas. |
| IED | Improvised Explosive Device. |
| ISO | International Organization for Standardization. |
| ISO 14001 | Normativa ISO para la gestión medioambiental. |
| ISO 9001 | Normativa ISO para la calidad. |
| MANPADS | Plataforma lanzamisiles para MISTRAL. |
| MBDA | Empresa fabricante del misil MISTRAL. |
| MINISDEF | Ministerio de Defensa. |
| QFD | Despliegue de la función calidad. |
| TFG | Trabajo Fin de Grado. |
| TI | Terminal inteligente. |
| UE | Unión Europea. |
| VAMTAC | Vehículo de Alta Movilidad Táctico. |

1. Alcance del proyecto.

Definir el alcance del proyecto consiste en definir los puntos a alcanzar para adecuar el proyecto a los recursos disponibles [1]. Este proyecto consiste en la realización de un estudio de la viabilidad acerca de incorporar el lanzador MANPADS y el misil MISTRAL a un vehículo carrozado que actualmente disponga el Ejército de Tierra. Para ello el vehículo seleccionado debe ofrecer las mejores prestaciones posibles y debe permitir la integración del misil.

El vehículo:

- Será capaz de recibir las trazas y seguir las, así como también será capaz de hacer fuego sin exponer a la tripulación, usando una consola desde el interior.
- Debería permitir destacar esta consola fuera del vehículo mediante cable, beneficiando a la seguridad y protección del personal.

Por las limitaciones de este proyecto quedan fuera del alcance el diseño de la torre y los estudios medioambientales.

2. Objetivos del proyecto.

Actualmente la plataforma MISTRAL se ha incorporado a vehículos, como el URO VAMTAC, utilizando plataformas en las que el personal encargado del puesto de tiro viaja al descubierto sin protección, o el puesto de tiro es desplegado independientemente al vehículo. Ante la necesidad de seguridad, surge el interés de proporcionar un vehículo que permita que la tripulación del vehículo operar el sistema de armas desde el interior y no sea requerido desplegarlo.

Por lo tanto el objetivo de este proyecto es proporcionar suficiente información para decidir si es posible, viable e interesante el diseño de un vehículo carrozado con una plataforma MISTRAL, en el que a diferencia de los que se dispone actualmente, la tripulación disponga de la protección que ofrece el propio vehículo.

Los objetivos a cumplir en el proyecto serán los siguientes:

- Estudiar la plataforma MANPADS MISTRAL.
- Recopilar requisitos, necesidades y limitaciones.
- Estudiar el estado del arte de vehículos similares.
- Estudiar los vehículos que dispone el Ejército de Tierra.
- Realizar estudio de mercado.
- Realizar estudio técnico-operativo.
- Realizar una estimación económica-financiera.
- Realizar estudio de socioeconómico.
- Elaborar resumen y conclusiones.
- Decidir la viabilidad del proyecto.

3. Introducción al sistema de armas MISTRAL

El misil MISTRAL [2] es un misil antiaéreo de baja/muy baja cota portátil. Está ideado para la infantería y recientemente está siendo incorporado en buques de guerra y helicópteros. El MISTRAL permite, con una razonable relación coste/eficacia la defensa de proximidad contra aeronaves de vuelo supersónico y helicópteros anticarro.

3.1. Misil MISTRAL.

El misil MISTRAL [3]-[7] es del tipo autoguiado directo pasivo. Una vez es disparado sigue una trayectoria de navegación proporcional. Esto quiere decir que el misil es del tipo Fire and Forget (dispara y olvida). Una vez el misil ha fijado su blanco y es lanzado, funciona de forma autónoma utilizando el infrarrojo para la detección y seguimiento del objetivo. Pero lo que convierte realmente a este misil en un misil letal, es el ser un misil pasivo. El misil no emite, ni necesita de otro sistema que le guie hasta el objetivo. Esto hace que el objetivo sea incapaz de detectar que está siendo fijado. El misil es capaz de seguir al objetivo por la firma térmica emitida. Para aumentar su letalidad, es poco vulnerable a las contramedidas. Además este tipo de misil dibuja una silueta térmica (no seguirá bengalas) que hace mucho más difícil que sea contrarrestado.

3.2. Composición del puesto de tiro.

La pieza MISTRAL [8] (ver Imagen 1) está conformada por el puesto de tiro, los conjuntos de munición necesarios (Misil, CPR (conjunto pila refrigerador)), elementos para transmisiones, vehículo de apoyo y elementos auxiliares, como son la cámara térmica, SILAM [9], y el terminal inteligente (TI en adelante) que le permite enlazarse con el COAAAS-L¹. Para operarlo, el personal necesario en cada puesto de tiro se compone del jefe de pieza (suboficial), apuntador-tirador (tropa), y conductor (tropa).

Imagen 1 Puesto de tiro MISTRAL.



¹ El COAAAS-L [4] se trata de un centro de mando que tiene la capacidad de integrarse en la DAA y, además, ejercer el control para unidades de fuego para baja y muy baja altura.

Tras el estudio de la disposición del material que compone el puesto de tiro, se ha comprobado que los elementos no facilitan al operador el uso del puesto de tiro. Un ejemplo es que el TI se encuentre en la parte inferior del lanzador, obligando al tirador a perder visión del misil. Otro fallo de diseño es que la cámara nocturna dispone de poco ángulo de visión. Esto obliga a que sea un auxiliar el que vuelva a orientar el misil en caso de que la aeronave se desenganche. En caso de ser operado desde el interior el misil debería ser capaz de apuntarse solo, mientras se sigue el objetivo.

3.3. Empleo táctico.

El sistema MISTRAL [10] permite el situar la plataforma en casi todo tipo de terreno, estando, en principio, diseñado para ser un arma portátil. Se ha logrado incorporar a los vehículos VAMTAC de forma que se consigue mayor movilidad. Una vez el afuste es desplegado y el sistema está preparado consigue su altísima letalidad a baja/ muy baja cota contra aeronaves. Esto es gracias a sus despliegues, a su capacidad de disparo todo-tiempo y a su configuración pasiva que lo hace indetectable.

3.4. Método de empleo.

El jefe de pieza [3] localiza la traza en su terminal inteligente y orienta al tirador. El sistema SILAM permite, desde el TI al jefe de pieza, ver que traza está enganchado el MISTRAL. Una vez el tirador confirma la traza, el suboficial le dará permiso para realizar fuego. Cuando el tirador tenga visualmente a la traza, alimentará el sistema de armas con la CPR y dispondrá de 45 segundos para fijarla y hacer fuego.

Esto se debe a que la duración de la pila no excede los 45 segundos pues su función es la de refrigerar la cabeza del misil y alimentar la circuitería del sistema. Cuando el tirador ha logrado enganchar a la traza, el sistema elabora un tiro predictivo, de forma que el tirador tiene que situar al avión en su nuevo objetivo en el visor. Una vez se ha lanzado el misil funciona totalmente autónomo.

3.5. Plataforma MISTRAL sobre vehículos del ET.

Actualmente en el ET la plataforma MANPADS del MISTRAL se ha integrado de dos formas. En la primera modalidad la plataforma es independiente del vehículo y en la segunda va montada sobre el techo del vehículo. En ambas modalidades es necesario montar el afuste cada vez que se quiere utilizar el sistema, y desmontarlo antes de iniciar el movimiento. Esto supone un tiempo en el que desde que el vehículo se posiciona y despliega, las unidades apoyadas y el propio lanzador se encuentra sin protección. Con la finalidad de conocer los aspectos más positivos y negativos de estas integraciones y mejorar el futuro sistema se ha realizado un análisis DAFO².

²El análisis DAFO [11] consiste en la representación en una matriz de las Debilidades y Fortalezas internas frente a las Oportunidades y Amenazas externas de forma que se pueden conocer las ventajas competitivas respecto al entorno.

3.5.1. Vehículo independiente del puesto de tiro:

El vehículo que se utiliza es el VAMTAC 1,5t que ofrece un altísimo rendimiento y adherencia al terreno. El afuste viaja en la caja del vehículo junto con la munición. Es la forma más sencilla de incorporar el MISTRAL a un vehículo, obteniendo así similar movilidad que las unidades apoyadas. Según normativa, para mejorar la seguridad, en las cajas de los vehículos sólo es posible transportar al personal o al material, pero no ambos. Este sistema reduce el personal por vehículo. En el vehículo únicamente podrán viajar el conductor y el jefe del vehículo. La forma de operar este puesto de tiro consiste en sacar el afuste del vehículo, montarlo, acoplar los elementos de puntería y finalmente incorporar el misil. (Ver Tabla 1 e Imagen 2)

Tabla 1 DAFO de puesto de tiro independiente.

| Debilidades | Amenazas |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none">• Necesita de baterías y fuentes de alimentación.• Hay que desplegar también gran volumen de materiales. (Radios, GPS, TI, CPR, Munición...)• Perdida de movilidad.• Necesita mayor tiempo para desplegar el puesto de tiro. | <ul style="list-style-type: none">• No se dispone de ningún tipo de protección.• La munición viaja en la caja.• Los vehículos no podrán transportar personal. |
| Fortalezas | Oportunidades |
| <ul style="list-style-type: none">• Sistema muy económico.• Mayor ángulo de visión.• Mayor facilidad de enmascaramiento.• Silueta reducida. | <ul style="list-style-type: none">• Puede ser destacado en terreno dominante (cotas, zonas de difícil acceso...).• Detección enemiga nula.• Es posible transportarlo en cualquier vehículo. |

De este sistema de adaptación del MISTRAL es destacable lo económico y sencillo, pero es lento de desplegar. No es una configuración adecuada para apoyar unidades muy móviles. Sin embargo si nuestro objetivo es la defensa de zona, punto vital o un itinerario predefinido, esta configuración es suficiente.

3.5.2. Puesto de tiro solidario al vehículo:

En esta segunda modalidad, sobre el vehículo VAMTAC 1,5t se ha logrado incorporar el MISTRAL utilizando un afuste plegable en el techo del vehículo. Además de que en el techo de este vehículo el material viaja plegado, se dispone de un espacio específico para el almacenamiento de los misiles. Siendo esta configuración capaz de portar 7 misiles y transportar 4 personas.

La forma de operar esta configuración consiste en [12]: Una vez detenido el vehículo, el personal encargado despliega el afuste. Una vez desplegado, se le incorporan los elementos de puntería y el misil. El jefe de pieza dirige con su TI el puesto de tiro desde dentro o desde el techo, quedando el personal encargado de realizar fuego en el exterior sin cubierta. (Ver Tabla 2 e Imagen 3)

Tabla 2 DAFO puesto de tiro solidario al vehículo.

| Debilidades | Amenazas |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Personal sin protección. • No es posible con el afuste sobre el vehículo destacarlo sobre terreno complicado. | <ul style="list-style-type: none"> • El vehículo incrementa el perfil. • No dispone de blindaje. |
| Fortalezas | Oportunidades |
| <ul style="list-style-type: none"> • Mucha mayor movilidad. • Permite el transporte de más personal. • Es posible llevar más material auxiliar (GPS, radios...) • Incorpora el sistema SILAM. | <ul style="list-style-type: none"> • Es posible desmontar el afuste para montarlo fuera del vehículo. • Dispone de fuente de alimentación para incorporar más sistemas. |

Esta configuración a diferencia del anterior nos aporta mayor movilidad y la capacidad de portar más material y personal, pero aun sigue necesitando tiempo para montar el afuste y sigue careciendo de protección.

Imagen 2 Puesto de tiro independiente.



Imagen 3 Puesto de tiro solidario al vehículo.



El estudio de la viabilidad se desglosa del siguiente modo en el apartado siguiente:

- Análisis de mercado.
- Análisis técnico-operativo.
- Análisis económico-financiero.
- Análisis socio-económico.

4. Análisis de mercado.

4.1. Análisis de oferta.

El siguiente proyecto ha sido solicitado por las unidades de defensa antiaérea basadas en el empleo del sistema MISTRAL, las cuales solicitan un vehículo de alta movilidad o movilidad similar a las unidades a las que proporcionan apoyo [13]. Estas unidades, debido a los actuales escenarios de conflicto solicitan también protección. Actualmente en el mercado ya existen vehículos que incorporan un sistema de misiles antiaéreos, ofrecen blindaje y protección antiminas. Se puede plantear la adquisición de estos vehículos o tomarlos como ejemplo para el desarrollo de un vehículo nuevo. Se hace necesario por tanto, realizar una comparación de los vehículos y aprender de los errores de diseño. Algunos países que han desarrollado estos sistemas de armas carrozados, se citan a continuación:

4.1.1. Francia.

El misil MISTRAL es un misil de fabricación francesa. Ha sido el Ejército Francés el que ha conseguido incorporarlo con éxito en el vehículo VBL MISTRAL. El vehículo VBL [14] pertenece a una familia de vehículos ligeros, que además permiten la incorporación de blindaje. Estos ofrecen una relativa seguridad frente a minas e IEDs debido a la particular forma del vehículo. Existen distintos modelos, cada uno con sus características, pero el que interesa para el proyecto, es el modelo MISTRAL. El vehículo tiene un blindaje capaz de resistir fuego de fusilería y un blindaje inferior capaz de resistir minas e IEDs. (Ver Tabla 3 e Imagen 4)

Tabla 3 Datos VBL.

| | |
|----------------|----------------------------|
| LONGITUD | 3.71 -3.96 m |
| ANCHO | 2.02 m |
| ALTURA | 1.70 m |
| PESO | 4500 a 5000 Kg |
| MOTOR | 125CVDiesel |
| VELOCIDAD | 100 Km/h |
| VADEO | 0.90 metros |
| PENDIENTE MÁX. | 50% Frontal 30% Lateral |
| AUTONOMIA | 600 a 1000 km |

Imagen 2 VBL MISTRAL.



4.1.2. Arabia Saudí.

La empresa MBDA [15] ha desarrollado recientemente un vehículo blindado de características similares a las del RG-31. Denominado Hafeet ADV [16], este vehículo de gran tamaño dispone de un blindaje para fusilería y antiminadas. El vehículo aporta una sobresaliente seguridad a la tripulación y además dispone de espacio en su interior para ser utilizado como porta personal. El armamento incorporado es una torre que dispone de 4 misiles MISTRAL y una ametralladora 12,70mm para autoprotección. El vehículo dispone de medios de visión muy potentes y automatizados, que le permiten seguir a objetivos. La torre puede operarse desde el interior del vehículo y es capaz de ser teledirigida a distancia con un dispositivo electrónico portátil, lo que le permite adquirir blancos de forma remota. La torre está servo estabilizada, siendo este vehículo incluso capaz de hacer fuego con el vehículo en movimiento. Recientes pruebas han conseguido disparar a blancos aéreos con el vehículo en movimiento a 60 Km/h. (Ver Tabla 4 e Imagen 5)

Tabla 4 Datos Hafeet ADV.

| | |
|----------------|----------------------------|
| LONGITUD | 3.71 -3.96 metros |
| ANCHO | 2.02 metros |
| ALTURA | 1.70 metros |
| PESO | 15 t |
| MOTOR | 125CVDiesel |
| VELOCIDAD | 100 Km/h |
| VADEO | 0.90 metros |
| PENDIENTE MÁX. | 50% Frontal 30% Lateral |
| AUTONOMIA | 600 a 1000km |

Imagen 3 Hafeet ADV.



4.1.3. Holanda.

La incorporación de Holanda con el misil STINGER puede ser tomada como ejemplo para el MISTRAL en este proyecto. La plataforma “FENNEK” [17] es un vehículo de alta movilidad orientado a la defensa a baja cota y que dispone de sistemas de visión de video, IR y telémetro láser. El sistema permite integrar la plataforma en la defensa antiaérea. Dispone en su interior un interfaz de control de fuegos y un panel de control. Este vehículo permite una alta movilidad con una protección al fuego de fusilería y una suficiente protección contra IEDs y minas. (Ver Tabla 5 e Imagen 6)

Tabla 5 Datos FENNEK.

| | |
|----------------|----------------------------|
| LONGITUD | 5.58 m |
| ANCHO | 2.55 m |
| ALTURA | 1.79 m |
| PESO | 12 t |
| MOTOR | 177 Kw Diesel |
| VELOCIDAD | 115 Km/h |
| VADEO | 1 metro |
| PENDIENTE MÁX. | 60% Frontal 30% Lateral |
| AUTONOMIA | 860 – 1000 Km |

Imagen 4 FENNEK.



4.2. Análisis de la demanda.

La función de las unidades MISTRAL [18][19] es la de dar protección a puntos sensibles, itinerarios y defensa en zona, pero también a unidades muy maniobreras de Infantería o Caballería. Las unidades MISTRAL solicitan un vehículo que les permita rápidamente dar protección antiaérea y a la vez un cierto nivel de protección. No existe un vehículo de las características solicitadas en las FAS.

Se estima que sólo en el ET hay 170 plataformas MISTRAL. Esta estimación se ha realizado teniendo en cuenta ambos tipos de plataforma (Solidaria e independiente al vehículo) que podrían ser sustituidas por esta nueva configuración.

En un principio este proyecto estaba orientado a la solicitud del Ejército de Tierra, pero tras realizar encuestas (Ver Anexo E) en todas las unidades MISTRAL de España y con la empresa MBDA, se ha observado que no sólo el Ejército de Tierra sino que también la Armada y el Ejército del Aire se encuentran interesados en un proyecto de estas características.

4.3. Análisis Make or buy.

Se ha tomado la decisión de desarrollar el proyecto y no comprarlo. Esto se debe a que se trata de un proyecto de MINISDEF y el alcance está limitado a vehículos del Ejército de Tierra. A lo anterior, hay que sumar que los vehículos del mercado no se ha comprobado si podrían ser integrados a la DAA del ET. La mejor opción es la de desarrollar un nuevo vehículo o modificar un vehículo del ET, de forma que se trate de un vehículo propiedad de las FAS y que reduzca costes al desarrollar solamente las características interesantes para el ET.

Desarrollar el sistema dentro de nuestras fronteras otorga [1], además de exclusividad, la oportunidad a las empresas españolas de competir y demostrar que son capaces de desarrollar un vehículo puntero y de altas prestaciones.

4.4. Estrategia del producto y proyección.

Una buena estrategia de producto puede conseguir que el sistema de armas consiga mayor inversión y/o más compradores, por lo tanto:

- El producto debe cumplir las necesidades de las unidades, tanto del Ejército de Tierra como de Armada y del Ejército del Aire. Si esto es así, conseguiríamos un sistema de armas en el que los tres ejércitos estarían interesados.
- Un punto importante es el de incluir empresas españolas en el desarrollo y la producción del vehículo.
- El hecho de desarrollar un producto armamentístico de calidad español, mejoraría la imagen del ET y de las empresas españolas.
- La empresa MBDA, fabricante de los misiles MISTRAL, ha desarrollado y busca desarrollar productos de similares características dando proyección del producto a nivel europeo.
- Dar una pequeña participación a empresas de países europeos en pequeñas partes (por ejemplo, radios francesas, afuste alemán...), puede repercutir en que más países estén interesados y potencien la compra del producto o al menos no generen desinterés [1].

4.5. Información y punto de vista del cliente.

Se realizaron encuestas (Ver Anexo E) a unidades de tipo MISTRAL. Estas encuestas fueron repartidas a los oficiales, a los jefes de pieza y a los operarios. Los resultados de las encuestas se resumen en los siguientes puntos:

- Las unidades MISTRAL se encuentran interesadas en un proyecto de estas características, esto incluye unidades tanto del Ejército de Tierra, Ejército del Aire y Armada.
- Las unidades de Infantería de Marina demandan un medio de este tipo. Durante los desembarcos en la costa, estas unidades serían capaces de destacarse mucho más rápido y con mayor protección, ofreciendo mejor apoyo.
- El Ejército de Tierra tiende a disponer de medios más móviles y veloces [19], por lo que las unidades MISTRAL necesitan disponer de la misma movilidad para no retrasar a las unidades apoyadas.
- El VAMTAC actual aunque es suficiente, un punto a mejorar es la potencia del motor que debería ser incrementada. Aumentar la potencia del motor repercutiría una mayor movilidad.

- La seguridad es un factor cada vez más importante. Estas unidades de apoyo al ser desplegadas en los escenarios actuales, pueden encontrarse con enemigo asimétrico y amenazas IEDs [20], para lo cual no están preparadas.

4.6. QFD³. (Ver Anexo QFD)

Estudiados los vehículos actuales y conocida la oferta que hay en el mercado, se ha realizado una casa de la calidad. El análisis QFD permite ponderar los requerimientos y jerarquizarlos para mejorar la calidad. Se evaluaron aspectos como el blindaje, la autonomía, la capacidad de superar desniveles, la automatización de la torreta o la resistencia a los climas desérticos. Los resultados mostraron que:

- Es importante automatizar la torreta.
- Es necesario aumentar la protección frente a amenazas IED.
- Es necesario mejorar la resistencia en ambientes desérticos. Estos puedan dañar los vehículos o provocar averías.

La dificultad de mejorar estas cualidades en el vehículo es distinta en cada aspecto, siendo mayor en la automatización de la torreta. Invertir en mejorar la protección frente a IEDs y mejorar su rendimiento en el desierto [21] supondrá, además de un aumento en la seguridad del vehículo, una garantía de rendimiento. El vehículo sufrirá un menor número de averías y al ofrecer mayor protección, la tripulación podrá operar el sistema con garantías de seguridad.

5. Análisis técnico-operativo.

El siguiente análisis consiste en verificar la posibilidad técnica del producto, determinar sus requisitos y estudiar si es posible su desarrollo.

5.1. Cronograma. (Ver Anexo B)

Con el objetivo de estimar la duración del proyecto se ha realizado un EDT⁴. El EDT descompone jerárquicamente el trabajo para facilitar una estimación de la duración del mismo. Siendo la fecha de partida el 04/09/2015 el proyecto podría estar completado el 11/07/2019. Se trata de una estimación del tiempo en la que se ha valorando las limitaciones de este proyecto.

³QFD [11] Se trata de una herramienta cuya finalidad es la de interpretar las opiniones del mercado a un lenguaje más técnico permitiendo definir un punto de partida del diseño y evaluar cuales son los aspectos más importantes en el diseño.

⁴EDT [1] Se trata de una herramienta técnica que consiste en la descomposición jerárquica del trabajo para lograr los objetivos del proyecto y crear los entregables requeridos, desglosándolo en trabajos más pequeños y más fáciles de gestionar.

5.2. Descripción técnica.

5.2.1. Requisitos del sistema.

Tras un análisis del sistema, la entrevista con la empresa MBDA y la realización de encuestas a todas las unidades MISTRAL, se han definido una serie de requisitos necesarios del nuevo sistema:

- El vehículo ha de tener la similar o mayor movilidad que las unidades de que apoya.
- El vehículo ha de ser carrozado, ofreciendo protección frente a fusilería y amenazas IED.
- El sistema debe poder operarse de forma manual y automática.
- La torre debe de ser operada desde el interior del vehículo, para evitar exponer a la tripulación.
- Si es manipulado desde el interior, el sistema SILAM no es suficiente (poco campo de visión, alta probabilidad de perder al blanco).
- El vehículo necesita de una cámara óptica que le permita visión todo tiempo y cámara térmica.
- La torre debe poder girar los 360° a gran velocidad para poder seguir a los blancos.
- Una vez fijado el blanco, la torre debe de ser capaz de orientar por sí sola el misil al punto futuro.
- El vehículo debe de disponer de enlace radio y datos.
- El vehículo deberá poder integrarse en los sistemas antiaéreos por vía radio y cable.
- Necesita ser capaz de transportar 7 misiles, garantizando su buen transporte.
- Tiene que ser capaz de portar al menos el personal mínimo necesario para operar el sistema y sus equipos.

5.3. Vehículos carrozados del ET.

Debido a la tendencia del Ejército de Tierra del uso de vehículos de rueda, se han seleccionado para su estudio y posible aplicación de la plataforma los vehículos:

5.3.1. VAMTAC St5

El vehículo URO VAMTAC St5 [22] es un vehículo 4x4, fabricado por la empresa española UROVESA similar al VAMTAC en dotación del ET. A diferencia de este, dispone de un mayor blindaje y UROVESA garantiza que tiene mayor soporte en climas desérticos. Existe en tres modalidades AP (Alta protección), VSP (Vadeo sin preparación), AM (Alta movilidad). No es mucha la información pública de este vehículo, pero la empresa ha publicado sus esfuerzos por mejorar la resistencia en climas desérticos y mejorar la protección. (Ver Tabla 6 e Imagen 7)

Tabla 6 Datos VAMTAC ST5.

| | |
|---------------|----------------------------|
| LONGITUD | 4.8 m |
| ANCHO | 2.1 m |
| ALTURA | 1.9 m |
| PESO | 7.1 t |
| MOTOR | IVECO 190 CV |
| VELOCIDAD | 130Km/h |
| VADEO | 1 metro |
| PENDIENTE MÁX | 70% Frontal 40% Lateral |
| AUTONOMIA | 900 Km |

Imagen 5 VAMTAC St5.



5.3.2. Vehículo ligero multipropósito 4x4 Lince.

Es un vehículo versátil de fabricación italiana blindado con tracción a las cuatro ruedas y con una importante protección antiminas[23]. Dispone de una estructura antiaplastamiento y los asientos se encuentran suspendidos en la configuración antiminas. En fábrica dependiendo del coste existen 4 variantes de protección y blindaje para el vehículo. Tiene capacidad de transporte para 5 personas y se trata de un vehículo adaptable. Las ruedas son ruedas Run-Flat, útil en casos extremos. Estos vehículos ya han sido testados en misiones y zonas de operaciones muy exigentes con excelentes resultados. (Ver Tabla 7 e Imagen 8)

Tabla 7 Datos lince.

| | |
|-----------|----------------------------|
| LONGITUD | 4.8 m |
| ANCHO | 2.2 m |
| ALTURA | 2.05 m |
| PESO | 6.5 t |
| MOTOR | IVECO 190 CV |
| VELOCIDAD | 130Km/h |
| VADEO | 1 metro |
| PENDIENTE | 60% Frontal 30% Lateral |
| AUTONOMIA | 500 Km |

Imagen 6 Vehículo Lince.



5.3.3. RG-31.

El RG-31 Mk. 5E [24] es un vehículo multipropósito (transporte, ambulancia...) dotado con los más modernos sistemas de protección y diseñado para hacer frente a IEDs. Además cuentan con un blindaje mejorado de varias placas protectoras y con un blindaje inferior en forma de “V”. La vulnerabilidad de este vehículo reside en su gran tamaño que le hace tener un centro de gravedad demasiado alto, esto sumado a que la rueda de recambio y que el depósito se encuentra en un lateral, facilita en gran medida que el vehículo vuelque. Esta vulnerabilidad es un problema grave, puesto que los MISTRAL suelen ser destacados en puntos dominantes o con desnivel. Defensa adjudicó el contrato de los blindados a General Dynamics Santa Bárbara Sistemas en 2007 con el plan de renovación de blindados y fue la empresa británica BAE System la que los ha fabricado en Sudáfrica. (Ver Tabla 8 e Imagen 9)

Tabla 8 Datos RG-31 Mk. 5E.

| | |
|------------------|----------------------------|
| LONGITUD | 6.8 m |
| ANCHO | 2.4 m |
| ALTURA | 2.7 m |
| PESO | 17 t |
| MOTOR | 290 CV |
| VELOCIDAD | 98 Km/h |
| VADEO | 1 metro |
| PENDIENTE MÁX | 60% Frontal 25% Lateral |
| AUTONOMÍA | 700 Km |

Imagen 7 Vehículo RG-31.



5.3.4. Elección del vehículo.

Para facilitar la toma de la decisión de una forma más sencilla y gráfica se ha realizado un Radar Chart⁵(Ver Imagen 10). En el gráfico se ha considerado el 100% el valor máximo de los tres vehículos de cada característica. Para la elección se ha realizado un descarte por restricciones. El orden de prioridad seguido ha sido: Pendientes, tanto lateral como frontal, autonomía, blindaje y finalmente potencia.

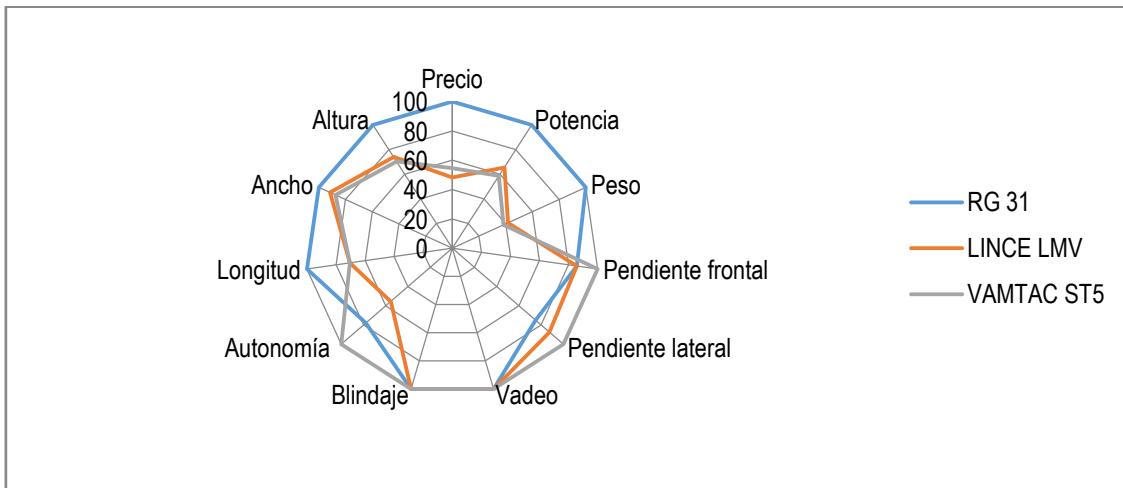
Finalmente fue seleccionado el VAMTAC St5 por las siguientes razones:

El RG 31 aunque cumple las restricciones de blindaje y autonomía, presenta falta de movilidad y gran tamaño de vehículo. En general, la facilidad de vuelco [24] del vehículo sería incrementada al aumentar su altura al incorporar la plataforma.

⁵Radar Chart [11] es un método gráfico de representación multivariable en 2D. En él se evalúan las características de cada vehículo y se representan en cada eje, mostrando las ventajas de cada vehículo.

La mala distribución del peso, hace que el centro de gravedad resulte demasiado alto y basculado hacia un lateral. Esto hace imposible que el vehículo pueda ser destacado en puntos de difícil acceso o dominantes y que su silueta sea más difícil de enmascarar.

Imagen 8 Radar Chart Vehículos ET.



En la decisión entre el Lince y el VAMTAC St5, similares en características aunque ligeramente distintos en coste, se tomó la decisión de desarrollarlo sobre el VAMTAC St5 por las siguientes razones:

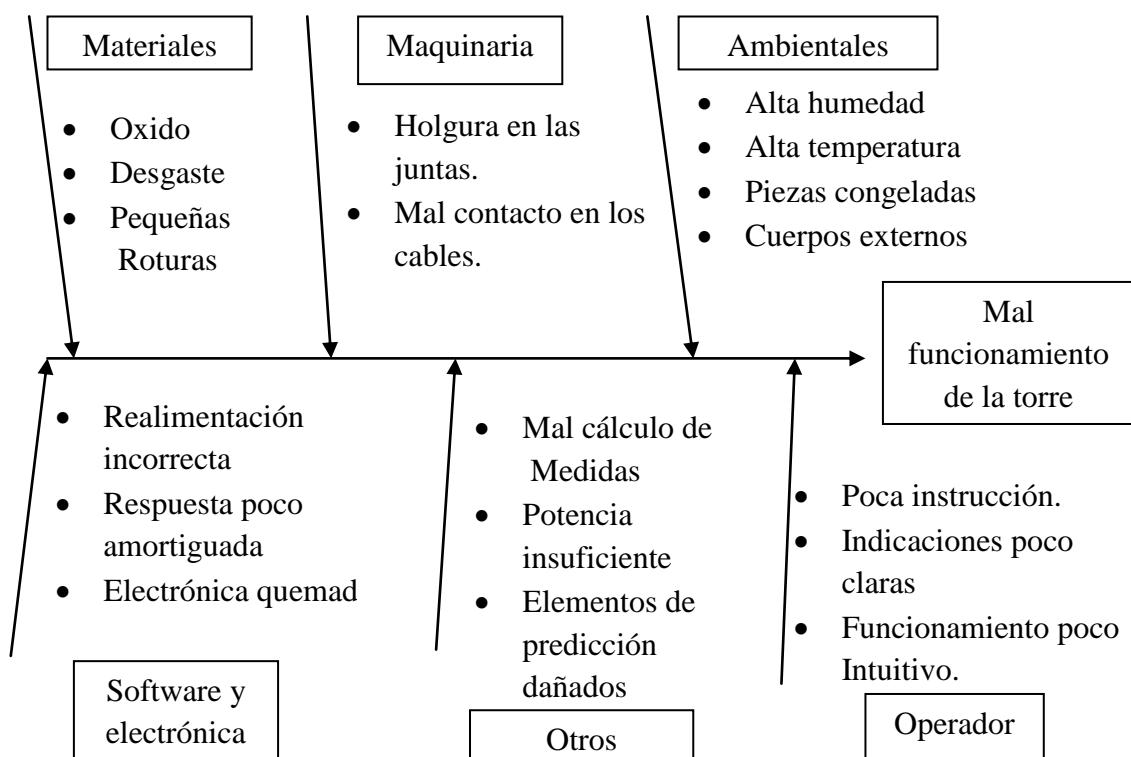
- El VAMTAC St5 ofrece mayor movilidad siendo capaz de hacer frente a mayor desnivel.
- La superioridad en la autonomía del VAMTAC St5 es fundamental.
- Los VAMTAC St5 son una gama más moderna de vehículos, que ofrecen mejores garantías en climas desérticos para lo que están mejor preparados.
- El vehículo VAMTAC St5 es de la familia española de vehículos URO, por lo que seleccionar este vehículo supone potenciar empresas españolas.
- Los vehículos VAMTAC son vehículos a los que ya se les han incorporado otros sistemas de armas como el SPIKE o el TOW, por lo que se podrían utilizar las lecciones aprendidas en esos proyectos.

5.3.5. Torre automatizada.

Con la finalidad de aumentar la protección en el vehículo carrozado, reducir el tiempo que el vehículo tarda en dar cobertura y continuar la tendencia del mercado, junto a la dificultad de su uso si el tirador se encuentra cubierto, se ha optado por integrar una torre automatizada. El diseño de esta queda fuera del alcance del proyecto, pero sí que se ha podido realizar un seguimiento mediante encuestas a los operarios y los fabricantes de los fallos que afectan a este tipo de torres. La herramienta utilizada para representar estos errores ha sido el Diagrama de Ishikawa⁶[1]. (Ver Imagen 11)

⁶Diagrama de Ishikawa [11] es una técnica que permite analizar de forma visual, clara y ordenada las causas que producen un determinado efecto analizado.

Imagen 9 Diagrama de Ishikawa.



Con la previsión de estos errores, el diseño de la torre o la selección deberán de tener medidas para hacer frente y poder solucionarlos. Existen plataformas en el ejército que actualmente ya sirven como lanzadores MISTRAL automatizados, una posible solución podría ser integrarlos y adaptarlos para hacer frente a estos errores.

Son múltiples las opciones que nos ofrece el mercado de torres automatizadas y queda fuera del alcance de este proyecto debido al estudio en profundidad necesario. Sin embargo es una tecnología que se está implantando en los nuevos sistemas de armas misil y que la empresa MBDA dispone configurable para MISTRAL. Para garantizar el buen funcionamiento de la torre debemos seleccionar una que además de las necesidades del sistema reduzca los errores debido a la criticidad de tratarse de un sistema de armas.

5.4. Análisis de riesgos. (Ver Anexo C)

Se ha realizado un análisis cualitativo de riesgos [1] que ha concluido en 78 posibles riesgos que pueden surgir en este proyecto. A cada riesgo se le ha asignado un plan de contingencia determinado con el fin de disminuir el daño que pueda causar.

El riesgo más peligroso que se ha detectado está clasificado en alta probabilidad y alto impacto, consiste en el aumento de coste durante la construcción y la homologación. Este riesgo puede ser gestionado con una correcta monitorización del proyecto. El plan de contingencia asociado es buscar mayor inversión y si esto no es posible será necesario abaratar los costes del proyecto.

6. Análisis de costes.

Se ha realizado una estimación de los costes del proyecto [1]. (Ver tabla 9) En esta estimación se han tenido en cuenta los costes de personal, administración, prototipado y reservas para planes de contingencia (Ver Anexo D). Para la estimación de los costes se ha utilizado el Convenio del Acero de 2014 (1).

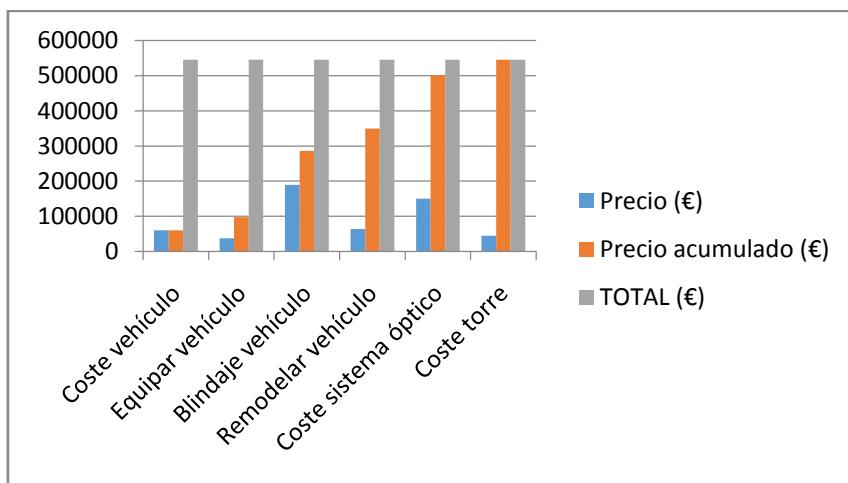
Tabla 9 Resumen de gastos de proyecto.

| Razón del gasto | Cantidad |
|----------------------------|-----------|
| Costes de personal interno | 1322400 |
| Costes de personal externo | 262000 |
| Coste de administración | 27200 |
| Costes de prototipado | 93000 |
| Costes de introducción | 544500 |
| Planes de contingencias | 200000 |
| TOTAL(€) | 2.449.100 |

El proyecto podría llevarse a cabo con un presupuesto estimado de 2.449.100€

El coste individual de cada vehículo se ha estimado en 545.600 €. Se ha realizado un estudio del incremento del precio por características [11] para comprobar si resulta rentable la incorporación de la torre automática. Concluyendo los siguientes resultados (Ver Tabla 10):

Tabla 10 Incremento de coste por característica.



El coste de la torre estimado es de 45.000€. Incluir la torre supone un incremento del 8.25%. Esto significa que incrementando únicamente un 8.25% se consigue que el vehículo pueda competir con los más modernos sistemas de armas. El aumento del coste individual de cada vehículo resulta pequeño comparado con las ventajas que puede ofrecer. El desarrollo del sistema de armas podría no solo sustituir las 170 plataformas MISTRAL del ET, sino que además, podría suponer ventas a otros países que utilizan el MISTRAL (Francia) o interesados en modernizar su defensa antiaérea (UE), lo que haría que el coste de desarrollo fuera más rentable.

7. Análisis socioeconómico.

El análisis socioeconómico [26] es uno de los puntos más importantes del proyecto. Actualmente la situación de crisis económica en la que está envuelta España, la continua lucha de las FAS por mejorar la imagen frente a la sociedad junto a la opinión pública que revisa minuciosamente los gastos, pueden conseguir que el proyecto no sólo sea un fracaso, sino que empeore la imagen del ET. Por esta razón, un correcto análisis social permite conocer y gestionar los grupos de interés. Una incorrecta gestión de los stakeholders es capaz de sabotear el proyecto.

7.1. Stakeholders (grupos de interés).

Los principales grupos de interés [1] involucrados en el proyecto son:

- Gobierno de España: Como principal inversor en el proyecto.
- Gobierno de Francia: El MISTRAL es un misil de fabricación francesa. Esto puede ser utilizado para conseguir cooperación con el gobierno francés consiguiendo mayor inversión y mejorando las relaciones entre ambos países.
- Ministerio de Defensa: Principal gestor del proyecto, Ministerio de Defensa deberá monitorizar el proyecto mantenerse informado y evitar que el proyecto se desvíe de las necesidades de las FAS.
- DGAM: Órgano encargado de planificar y comprobar el desarrollo del sistema de armas para que este cumpla los requerimientos del Ejército de Tierra.
- Ejército de Tierra, Ejército del Aire, Armada: Aunque este proyecto inicialmente estaba enfocado a las necesidades del Ejército de Tierra, tras la investigación y la búsqueda de inversión se ha detectado un notable interés por un sistema de armas de estas características en los tres ejércitos.
- Países UE y OTAN: La tendencia de la UE y la OTAN es la de integrar sus sistemas de armas.
- INTA: Centro encargado de la investigación, integración, pruebas y ensayos del sistema de armas.
- UROVESA: Si finalmente el vehículo carrozado seleccionado fuera el VAMTAC St5, la empresa URO (empresa española) sería la encargada de proporcionar los vehículos. Una inversión en una empresa española crearía más puestos de trabajo.
- MBDA: La empresa MBDA España, que recientemente ha comenzado a trabajar con las FAS y que es la proveedora del misil, dispone de la tecnología y la plataforma para el MISTRAL.
- Empresas de suministro.
- Trabajadores.

Cada uno de estos grupos de interés será gestionado de forma distinta según el grupo en el que se encuentren. Siendo mayor la gestión para los grupos que puedan afectar en mayor medida.

Existen otros stakeholders que pueden influir negativamente en el proyecto y es necesario valorarlos:

- Oposición política: Una mala gestión o falta de información pública podría hacer que el proyecto pudiera ser utilizado por la oposición como un ejemplo de mala gestión (Ej. submarino S 80, el drone Euro Hawk Alemania).
- Otros países: Puede ocurrir que otros países que no estén interesados en el MISTRAL, desvíen hacia sus productos o entorpezcan el proyecto. (Reino Unido o EEUU tienden a la inversión en el Patriot).
- Colectivos sociales: Grupos influyentes que se manifiesten en desacuerdo del gasto en defensa.(Grupo Tortuga, Insumissia, Alternativa antimilitarista ...)
- Medios de comunicación (Páginas web antimilitares, Red juvenil antimilitar...)
- Medio ambiente: Tanto el proceso de fabricación como el producto debe cumplir la normativa de medio ambiente.

7.2. Impacto social.

A corto plazo, fabricar un producto significa crear puestos de trabajo. Esto significa reducir desempleo en las localidades en las que se decida fabricar el sistema de armas. Si en el diseño y en la fabricación del producto priman las empresas españolas, se generan puestos de trabajo y además se consigue integrar empresas españolas. Esto fuerza y ayuda a estas, a que se innoven y actualicen, para conseguir un hueco en el mercado internacional.

Este producto de alta calidad desarrollado por las empresas españolas, si es gestionado correctamente, supone mejorar en el mercado internacional la imagen de España y de sus FAS. Este producto sería capaz de competir con los modernos sistemas de armas antiaéreos de baja-muy baja cota. Pudiendo ser adquirido por múltiples países a nivel OTAN o de la Unión Europea que recientemente se encuentra haciendo un esfuerzo por unificar e integrar los medios de defensa antiaérea. En este entorno podrían mejorarse las relaciones con otros países.

7.3. Política medioambiental.

Las FAS se esfuerzan cada vez más en mejorar su política medioambiental [11]. Es necesario que tanto en la fabricación como en el vehículo se cumplan las normativas medioambientales. Lo más probable es que además de las FAS, los posibles compradores exijan que el sistema de armas cumpla la normativa ISO 14001. Esto supone en el futuro un desembolso mucho mayor que si inicialmente el proyecto lo hubiera tenido en cuenta.

Las políticas medioambientales en la gestión de residuos y mejoran la imagen de las FAS. Cada vez los ejércitos son más exigentes en las políticas medioambientales. Esta inversión a corto plazo es necesaria, pues puede evitar una inversión mucho mayor para modificar el vehículo.

7.4. Política ética.

El MINISDEF se encarga de la administración militar y de la política de defensa. Este, como organismo público, necesita proporcionar una buena imagen al ciudadano. Es importante que en la fabricación y desarrollo del sistema de armas prime una correcta gestión de los fondos.

Debe evitarse la venta de este armamento a países con problemas democráticos o considerados inestables con el fin de evitar el mal uso del armamento y la mala publicidad que conlleve. Si no se evita esto puede desembocar en repercusiones para las empresas involucradas y para la imagen de España, además de ser una oportunidad utilizada por la oposición política que puede sabotear el proyecto.

8. Análisis comparativo.

A modo de resumen, el nuevo vehículo diseñado tendría las siguientes ventajas frente al vehículo que actualmente utiliza el ET. (Ver Tabla 11)

Tabla 11 Comparativa.

| | MISTRAL independiente. | MISTRAL solidario. | MISTRAL sobre carrozado. |
|--------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Protección | Nivel 1 | Nivel 1 | Nivel 3 |
| Protección IED | NO | NO | SI |
| Tiempo de despliegue | 8` | 4` | Siempre operativo |
| Lanzador | Afuste fuera del vehículo | Afuste sobre el vehículo | Automático |
| Personal mínimo operarlo | 4 personas | 3 personas | 2 personas |
| Posición personal | Fuera del vehículo | Sobre el vehículo | Interior del vehículo |

El nuevo vehículo aporta mejoras en todos los aspectos recogidos en la tabla pero además en otros como es la potencia del vehículo, la movilidad y la resistencia a climas desérticos. En caso de adquisición el nuevo vehículo sustituiría a los anteriores modelos normalizándolos y mejorando sus capacidades tácticas y técnicas.

Con el nuevo vehículo se ha logrado cumplir los objetivos de aumentar la protección de la tripulación, reducir el tiempo de despliegue y además se han mejorado otras variables como son la movilidad y la reducción de personal necesario para operar el sistema de armas.

9. Conclusiones y trabajo futuro.

España dispone actualmente de una plataforma MISTRAL que no ofrece protección alguna para los tiradores y su integración es poco adecuada. Por estas razones el ET necesita un vehículo carrozado que proporcione principalmente seguridad y movilidad. En este proyecto se ha evaluado la posibilidad de incorporar sobre el vehículo VAMTAC St5 una torre automatizada que sea capaz de ser operada desde el interior y permita también, ser operada a distancia.

Sorprendentemente son muchas las partes interesadas en un vehículo de estas características. Ejércitos como la Armada y el Ejército del Aire han demostrado su interés por un proyecto de estas características. Así mismo la tendencia a nivel europeo es la de buscar un vehículo antiaéreo de baja/muy baja cota de estas características que sea capaz de integrarse en los sistemas de DAA europeos.

Se ha decidido desarrollar el sistema de armas sobre el vehículo VAMTAC St5 que ofrece protección, movilidad y garantiza el buen funcionamiento en climas desérticos. El funcionamiento será mediante una torre automatizada, que reduce el tiempo de despliegue y aumenta la protección, siendo capaz de ser dirigido desde distancia. Esta tecnología ya existe y hay empresas españolas que la pueden proporcionar.

Este sistema de armas supone un gasto para el MINISDEF que ya de por sí encuentra su presupuesto mermado, por lo que en el proyecto deben de conocerse y utilizarse herramientas de gestión de la calidad para evitar sobrecostes y no mostrar una imagen de mala gestión.

El análisis socio-económico es a priori positivo, debido a la gran cantidad de partes interesadas y a la generación de puestos de trabajo que supone el invertir en industria. Las comunidades que acojan este proyecto deben de ser informadas de los beneficios que aporta para sus localidades.

Para evitar posible rechazo del proyecto debido a factores externos a este, es importante en primer lugar realizar una política medioambiental y en segundo lugar una política ética que no permita que por ejemplo sea utilizado como arma política.

En el futuro este proyecto puede tomarse como ejemplo para la integración sobre otros vehículos como el 8x8. Igualmente, el ET debería invertir en un tipo de vehículo modular. Esto significa que por ejemplo sobre la barcaza del 8x8 fuera capaz de montarse y desmontarse una torre con armamento de tipo SPIKE y ser sustituida por una torre que utilice el misil MISTRAL. Este trabajo se ha desarrollado sobre la base de los vehículos que actualmente tiene el ejército, pero puede ser utilizado como ejemplo para otras plataformas o vehículos.

10. Bibliografía

1. **Acero Cacho, R & Sancho Val J.J.** *Temario de Oficina de Proyectos 4º Curso.* Zaragoza : CUD, 2014/15.
2. **Rodriguez Muñoz, Jesus. F.** *Regimiento de Artillería Antiaérea N°71* . s.l. : Galland Books S.L., 2014. ISBN 978-84-16200-03-0.
3. **MADOC.** *Manual de Adiestramiento MISTRAL MA4-310.* s.l. : Ejército de Tierra, 2006.
4. **ACART.** *Apuntes ACART MISTRAL 5º Curso.* Segovia : s.n., 2012.
5. **AGM , Departamento de Sistemas de Armas.** *Sistema de Armas Terrestres II Tomo II.* Zaragoza : AGM, 2012/13.
6. **AGM , Departamento de Sistemas de Armas.** *Sistema de Armas Terrestres II Tomo III.* Zaragoza : AGM, 2012/13.
7. **AGM , Departamento de Sistemas de Armas..** *Sistema de Armas Terrestres II Tomo IV.* Zaragoza : AGM, 2012/13.
8. **MADOC.** *Tareas Individuales Comunes Nivel II Tomo I MI7-011.* s.l. : Ejército de Tierra, 2005.
9. **MADOC.** *SILAM, Manual de Empleo y Mantenimiento MT6-337.* s.l. : Ejército de Tierra, 2006.
10. **MADOC.** *Empleo Táctico del Sistema MISTRAL PD4-314.* s.l. : Ejército de Tierra, 2011.
11. **R., Acero Cacho, Pastor Perez, J.J. y Sancho Val, J.J. & Torralba Gracia, M.** *Ingenieria de la Calidad.* Zaragoza : CUD, 2013.
12. **MADOC.** *Manual de Instrucción de los Sirvientes del Puesto de Tiro MISTRAL MI6-321.* s.l. : Ejército de Tierra, 2004.
13. **MADOC.** *Empleo de la Artillería Antiaérea TOMO I PD4-315.* s.l. : Ejército de Tierra, 2011.
14. **MISTRAL, VBL.** *Army Recognition.* 2014.
15. **MBDA.** Pagina Web Oficial MBDA. [En línea] <http://www.mbda-systems.com>.
16. —. YouTube. *MPCV Hafeet ADV Air Defense Vehicle with NIMR.* [En línea] 2015.
17. **armytechnology.** WeaponSystem.net. *Combat vehicles.* [En línea] <http://weaponsystems.net/weaponsystem/CC01%20-%20Fennek.html>.
18. **AGM, Departamento de Sistema de Armas.** *Sistema de Armas Terrestres II Tomo I.* Zaragoza : AGM, 2012/13.
19. **MADOC.** *Empleo de las Fuerzas Terrestres PD1-001.* s.l. : Ejército de Tierra, 2011.
20. **Learned, Center for Army Lessons.** *Handbook Mrap Vehicles.* s.l. : US unclassified, 2008.

21. **Jager, MAJ Don.***Mine Resistant Ambush Protected (MRAP) Vehicles: Protecting the Warfighter. U.S. Unclassified.* s.l. : NATO, ISAF , MCFI, 2008.
22. *Urovesa presenta en IDEL el VAMTAC St5 para ambientes desérticos.* s.l. : InfoDefensa, 2015, Vol. 24/02/2015.
23. **DIDOM.***Vehiculo Ligero Multiproposito LINCE.* s.l. : Biblioteca Digital.
24. **BRIMZ X, GL X PLMM.***Informe sobre las experiencias adquiridas en la conducción del vehiculo RG-31 mk5e.* s.l. : DIDOM, 2010.
25. **CCOO.** Convenio Salarial. [En línea] 2014.
http://www.industria.ccoo.es/comunes/recursos/99927/doc15655_CONVENIO_2014_-Convenio_Industria_Siderometalurgica_Zaragoza_.pdf.
26. **Aguero, Ana.***Los Stakeholders y La acción social de la empresa.* s.l. : MARCIAL PONS, 2009. ISBN 9788497683319.
27. **Azañón, Ramón.***Diario de Cordova .* 20 Noviembre, 2010, Vol. Documento, 15.
28. **MADOC.***Empleo de la Artillería Antiaérea TOMO II PD4-315.* s.l. : Ejército de Tierra, 2011

