



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Estudio de posibles mejoras a implementar en el
Vehículo de Exploración y Reconocimiento Terrestre
(VERT)

Autor

C.A.C. D. César Torrejón Miralles

Director/es

Director académico: Dra. D^a. Marta Torralba Gracia
Director militar: Cap. D. Álvaro Nevado Sienes

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar
Año 2020

Resumen

<< Estudio de posibles mejoras a implementar en el Vehículo de Exploración y Reconocimiento Terrestre (VERT)>>

Este estudio tiene como finalidad proponer una serie de mejoras de las capacidades del Vehículo de Exploración y Reconocimiento Terrestre (VERT) basándose en las carencias y fallos detectados por las Secciones de Exploración y Vigilancia encuadradas en los Escuadrones del Grupo de Caballería Ligero Acorazado "Reyes Católicos" II de la Legión, así como un análisis cuantitativo de las mismas.

Para desarrollar el estudio, se ha llevado a cabo inicialmente un análisis los problemas detectados por las unidades en los VERT, tanto en la plataforma VAMTAC ST5, como en el sensor SERT o incluso en el vehículo de mando del Jefe de la Sección de Vigilancia, a través de entrevistas y encuestas a los usuarios.

Posteriormente, se han estudiado las posibles soluciones a cada uno de los fallos y mejoras a través de entrevistas con expertos, tanto de unidades de mantenimiento del ET como de los diferentes fabricantes de los sistemas del vehículo y estudios comerciales.

En tercer lugar, se ha desarrollado un análisis de dichas mejoras, a través de estudios de tipo coste-beneficio y multicriterio con la finalidad de seleccionar la más óptima en función de cada escenario.

Por último, se han detallado unas conclusiones que incluyen futuras líneas de trabajo sobre los vehículos de las Secciones de Vigilancia, así como un apartado dedicado a las referencias bibliográficas consultadas para la realización de este trabajo.

Es importante destacar como conclusión que una gran capacidad de obtención de información es clave para el jefe a la hora de la toma de decisiones; por tanto, ya que los VERT son uno de los principales medios de obtención de dicha información, mejorar los mismos significa mejorar las decisiones del mando.

Abstract

<<Study of possible improvements to implement in the Land Scouting and Reconnaissance Vehicle (VERT) >>

This study has the aim of coming up with a series of improvements of the capabilities of the Land Scouting and Reconnaissance Vehicle (VERT) based on the deficiencies and failures perceived in the Scout and Surveillance Platoons framed in the Squadrons of the Light Armoured Cavalry Group "Reyes Católicos" II de la Legión, and a quantitative analysis of them.

In order to develop the study, an initial analysis of the problem detected by the units in VERT, including the VAMTAC ST5, the sensor SERT and even the command vehicle of the platoon leader, has been done through surveys to users and interviews with experts.

Later, possible solutions have been studied for each of the deficiencies perceived through interviews with maintenance units of the Army and experts from different manufacturers of the vehicle systems and commercial studies.

Thirdly, a quantitative analysis of the improvements has been developed through cost-benefit and multi-criteria studies with the aim of choosing the best option for each possible scenario.

At the end, a sort of conclusions have been detailed, including future work lines about the vehicles on the Surveillance Platoons, and a paragraph with the references in the project.

It is important to highlight as a conclusion that a great capability to obtain information is key to the commander in order to take a good decision; for that reason, since VERT are one of the main means to obtain that valuable information, improving them means improving the decisions of the commander.

Agradecimientos

Este trabajo es la culminación de muchos años de formación, de trabajo y esfuerzo; por ello, todas las personas que de una forma u otra recorrieron parte del camino conmigo han contribuido a lo que soy hoy.

Me gustaría agradecer al Comandante de Caballería D. Alberto García García y al Capitán de Caballería D. Jaime Baylos González que me han guiado en mi comienzo en el Arma de Caballería, infundiéndome el Espíritu Jinete y transmitiéndome todos sus conocimientos sobre el Arma.

En segundo lugar, agradecer a todo el personal del GCLAC "Reyes Católicos" II de la Legión por su acogida a lo largo de las prácticas, en concreto al 1º Escuadrón "Lanceros del Tercio", que me ha permitido descubrir el día a día de una Unidad de Caballería. Expresar mi gratitud a mi Director Militar el Capitán de Caballería D. Álvaro Nevado Sienes por su permanente esfuerzo en que aprovechara al máximo mi periodo de Prácticas Externas, y a los Tenientes de Caballería D. David Mora Castilla y D. Vicente Gil Lobato por guiarme en mis primeros pasos en la Legión y mostrarme el día a día en una Sección de Exploración y Vigilancia.

Agradecer también la incansable labor de mi Director Académico, la Dra. D^a. Marta Torralba Gracia, por sus constantes consejos y dedicación para perfeccionar este trabajo al máximo; sin su labor, este trabajo no sería más que un conjunto de ideas desordenadas.

Por último, agradecer a mi familia por toda su paciencia, cariño y amor; a mis padres, mi hermano, mis abuelos y mis tíos que han estado ahí desde mis primeros días en la carrera de las armas. A mis amigos, por su apoyo incondicional, y a mi pareja, porque ha sabido animarme a seguir avanzando pese a las dificultades.

Finalmente, gracias a todos

Índice

Índice	I
Índice de Anexos	III
Índice de Ilustraciones	V
Índice de Tablas	VII
Abreviaturas	IX
1. Introducción	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Vehículo de Exploración y Reconocimiento Terrestre (VERT)	1
1.3. Ámbito de aplicación	4
1.4. Objetivos, alcance y metodología	5
1.5. Estructura de la memoria	7
2. Estudio de fallos y carencias en el VERT y posibles soluciones	7
2.1. Situación inicial	7
2.2. Plataforma VAMTAC ST5	8
2.2.1. Falta de potencia	9
2.2.2. Reparación de grandes fugas en neumáticos	10
2.2.3. Falta de potencia en el sistema eléctrico	11
2.2.4. Deficiencia ergonómica del vehículo	13
2.3. SERT	14
2.3.1. Fallo de la cámara diurna	14
2.3.2. Obsolescencia terminal OBS/JV	15
2.3.3. Dificultad de transmisión de objetivos JV-OBS	15
2.4. Necesidades del vehículo del JSEV	16
2.4.1. Plataforma vehicular	16
2.4.2. Armamento	17
2.4.3. Medios CIS	17
2.5. Estudio AMFE de posibles mejoras	18
3. Análisis cuantitativo de mejoras	18
3.1. Análisis multicriterio	19
3.1.1. Análisis multicriterio para las soluciones a la falta de potencia	19
3.1.1. Análisis multicriterio para las soluciones a la falta de potencia del sistema eléctrico ..	21
3.2. Análisis costes	23
3.3. Análisis coste-beneficio	23
4. Implementación piloto	25
5. Conclusiones	27
6. Bibliografía	28

Índice de Anexos

Anexo A. Ficha técnica VERT y RCWS Mini Samson 12,70mm	29
Anexo B. Diagrama de Gantt.....	33
Anexo C. Entrevistas	37
Anexo D. Mando Yamaha 704	43
Anexo E. Ficha técnica alternador 24V/200A	47
Anexo F. Encuesta ergonomía VERT	51
Anexo G. Ficha técnica filtro UV "Rosco"	55
Anexo H. Ficha técnica VAMTAC ST5	59
Anexo I. AMFE.....	65
Anexo J. Cuestionario metodología AHP.....	68
Anexo K. Desarrollo metodología AHP	75
Anexo L. Análisis de Costes	81

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Organigrama ELAC (Escuadrón Ligero Acorazado)	2
Ilustración 2. Organigrama SEV (Sección de Exploración y Vigilancia)	2
Ilustración 3. Principales partes del VERT	4
Ilustración 4. Esquema resumen de Objetivos, Alcance y Metodología del TFG realizado.....	6
Ilustración 5. Vista lateral del VERT. Pueden observarse las placas de blindaje cerámico en las puertas.....	9
Ilustración 6. Afuste rueda de repuesto.....	11
Ilustración 7. Posición del mando acelerador de mano en el puesto del conductor	12
Ilustración 8. Cuadro distribuidor de potencia U-18. Pueden apreciarse los fusibles U-5 y U-6.....	13
Ilustración 9. Gráfica resumen de la encuesta sobre ergonomía.....	14
Ilustración 10. Interfaz del programa "Team Viewer" al vincular los terminales	16
Ilustración 11. Esquema de medios CIS de la SEV según doctrina del ET. Fuente Apuntes Comb. Cab. [10]	17
Ilustración 12. Esquema resumen del análisis multicriterio para las soluciones a la falta de potencia	20
Ilustración 13. Esquema resumen del análisis multicriterio para las soluciones a la falta de potencia del sistema eléctrico	22
Ilustración 14. Gráfico coste-beneficio soluciones falta de potencia	24
Ilustración 15. Gráfico coste-beneficio para soluciones falta de potencia del sistema eléctrico	25
Ilustración 16. Interfaz software GIS del terminal "Hércules" replicado en el terminal "GESCOM"	26
Ilustración 17. VERT. Fuente: MT-204 [17]	31
Ilustración 18. RCWS Mini Samson 12,70 mm. Fuente: MT-204 [17].....	32
Ilustración 19. Mando Yamaha 704. Fuente: Departamento comercial de Yamaha Motor Europe [18]	45
Ilustración 20. Alternador Prestolite A0014740JB. Fuente: Prestolite electric [19].....	49
Ilustración 21. URO VAMTAC ST5. Fuente: TFG Antonio López Añón [9].....	61

Índice de Tablas

Tabla 1. AMFE Inicial.....	8
Tabla 2. AMFE Final	18
Tabla 3. Escala de Saaty	19
Tabla 4. Resultados análisis multicriterio para las soluciones a la falta de potencia.....	21
Tabla 5. Resultado análisis multicriterio para las soluciones a la falta de potencia del sistema eléctrico	22
Tabla 6. Tabla resumen de costes de las mejoras	23
Tabla 7. Resultados estudio de caso práctico con el software "Team Viewer"	26
Tabla 8. Ficha técnica Vert. Fuente MT-204 [17].....	32
Tabla 9. Ficha técnica RCWS Mini Samson 12,70mm. Fuente MT-204 [17]	32
Tabla 10. Detalle actividades Diagrama de Gantt	35
Tabla 11. Ficha técnica alternador Prestolite. Fuente: Prestolite electric [19].....	50
Tabla 12. Ficha técnica URO VAMTAC ST5. Fuente: TFG Antonio López Añón [9]	63
Tabla 13. 2ª Etapa método AHP para las mejoras a la falta de potencia del VERT.....	77
Tabla 14. 3ª Etapa del método AHP para las mejoras de la falta de potencia	78
Tabla 15. 2ª Etapa metodología AHP para las mejoras de la falta de potencia eléctrica.....	78
Tabla 16. 3ª Etapa metodología AHP para las mejoras de la falta de potencia eléctrica.....	79
Tabla 17. Coste de implementación de cambio de motor.....	83
Tabla 18. Coste de reducción de blindaje	83
Tabla 19. Coste de implementación de rueda de repuesto	83
Tabla 20. Coste de cambiar el alternador	83
Tabla 21. Coste de implementación de un acelerador de mano.....	83
Tabla 22. Coste de instalación de filtro UV.....	83
Tabla 23. Coste de modernización de los terminales del JV y el Observador	84
Tabla 24. Coste anual del software "Team Viewer".....	84
Tabla 25. Coste del Vehículo del Jefe de SEV.....	84
Tabla 26. Estimación del coste horario efectivo del personal interno de las FAS	84

Abreviaturas

AHP	Analytic Hierarchy Process
AMFE	Análisis Modal de Fallos y Efectos
CD	Conductor
CIS	Communication and Information Systems
CTIS	Central Tire Inflation System
ELAC	Escuadrón Ligero Acorazado
EMAN	Escalón de mantenimiento
ET	Ejército de Tierra
GCLAC	Grupo de Caballería Ligero Acorazado
GESCOM	Gestor de las Comunicaciones
GIS	Geographic Information System
IPOE	Intelligence preparation of the Operating Environment
IR	Infrarrojo
ISTAR	Intelligence, Surveillance, Target Acquisition and Reconnaissance
JSEV	Jefe de la Sección de Exploración y Vigilancia
JV	Jefe de Vehículo
OBS	Observador
PPO-T	Proceso de Planeamiento de las Operaciones a nivel Táctico
RC	Regimiento de Caballería
RCWS	Remote Control Weapon Station
RI	Razón de Inconsistencia
SERT	Sistema de Exploración y Reconocimiento Terrestre
SEV	Sección de Exploración y Vigilancia
SIGLE	Sistema Integrado de Gestión Logística del Ejército de Tierra
TAC	Terminal de ayuda a la conducción
TEA	Terminal de Estación de Armas
TOBS	Terminal del Observador
TR	Tirador
VERT	Vehículo de Exploración y Reconocimiento Terrestre

1. Introducción

Este Trabajo Fin de Grado (TFG) con título "Estudio de posibles mejoras a implementar en el Vehículo de Exploración y Reconocimiento Terrestre (VERT)" se enfoca en la búsqueda y propuesta de mejoras que solventen algunas carencias del vehículo o aumenten sus capacidades. A continuación se muestran los antecedentes del mismo.

1.1. Antecedentes

El arma de Caballería se define tradicionalmente como el arma del reconocimiento, la seguridad y el contacto; por ello, la Caballería históricamente ha contado con medios rápidos, desde veloces jinetes que reconocían el terreno a vanguardia, hasta los primeros vehículos dotados con los más modernos elementos de observación.

Además, en los últimos años, con el desarrollo de la sociedad globalizada, la tecnología y la llegada de la llamada "Era de la Información", los escenarios bélicos están adoptando nuevas dimensiones además de las físicas (Terreno, enemigo, fuerzas propias) y una de ellas es la información.

Por ello, la doctrina militar se ha adaptado con la llegada del nuevo PPO-T (Proceso de Planeamiento de las Operaciones a nivel Táctico), en el cual se otorga una especial relevancia a la información como factor en las operaciones, y destaca su importante papel en el planeamiento de las operaciones militares, en concreto, en el llamado proceso IPOE (Intelligence Preparation of the Operating Environment) [1].

El Vehículo de Exploración y Reconocimiento Terrestre (en adelante VERT), como vehículo más moderno en dotación, supone la materialización de dicha necesidad de información, conjugando las históricas misiones de la Caballería con los últimos avances tecnológicos para constituirse en la principal plataforma de obtención de información del arma.

1.2. Vehículo de Exploración y Reconocimiento Terrestre (VERT)

El VERT es el medio principal con el que cuentan las Secciones de Exploración y Vigilancia (SEV) de Caballería para llevar a cabo sus cometidos. El vehículo consta de una serie de sensores de altas prestaciones que permiten de manera eficaz mantener una vigilancia completa sobre el campo de batalla. Además, el vehículo posee alta capacidad para transmitir la información que recogen sus sensores a través de equipos de radio con direccionamiento IP.

Las Secciones de Exploración y Vigilancia (SEV) se encuadran según la estructura orgánica en todos los Escuadrones Ligero Acorazados (ver Ilustración 1). Sin embargo la realidad es que, ya que las unidades aún no han sido dotadas del VERT, tan sólo están activadas en el Regimiento de Caballería "España" nº 11, GCLAC "Reyes Católicos" II de la Legión y dos Pelotones de Exploración y Vigilancia en el Regimiento de Caballería "Farnesio" nº 12.

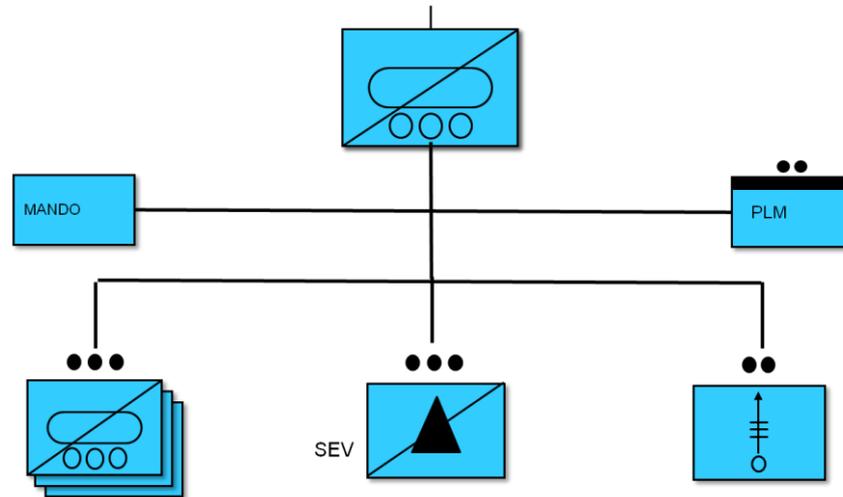


Ilustración 1. Organigrama ELAC (Escuadrón Ligero Acorazado)

Según la doctrina del Ejército de Tierra (ET) [2], la estructura orgánica de la SEV es de un vehículo de mando del JSEV (Jefe de Sección de Exploración y Vigilancia) tipo URO VAMTAC ST5 y cuatro vehículos VERT repartidos en dos pelotones (ver Ilustración 2).

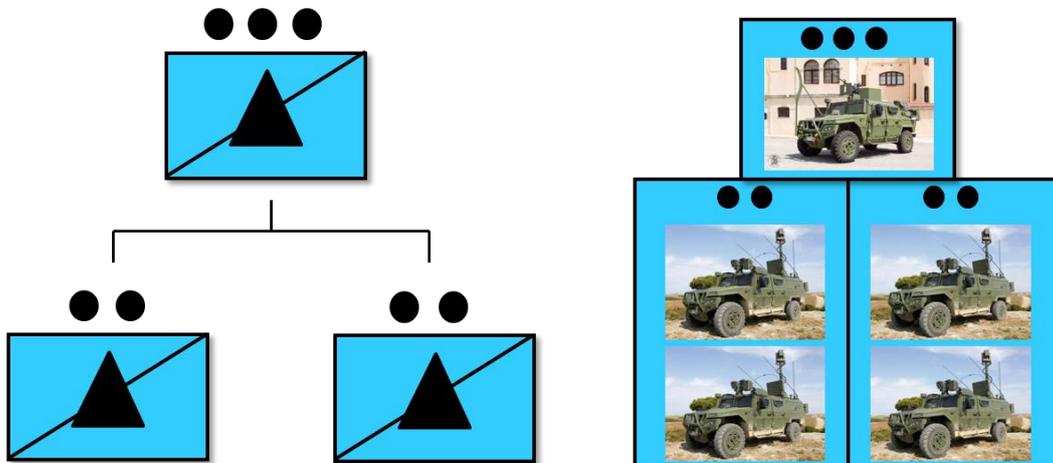


Ilustración 2. Organigrama SEV (Sección de Exploración y Vigilancia)

Con la finalidad de desarrollar un estudio del vehículo (ficha técnica del VERT en el Anexo A), éste se dividirá en sus tres principales partes [3], tal y como se muestra en la Ilustración 3:

1. **SERT:** Se trata del principal sensor del vehículo. Consta de un mástil retráctil, un pedestal de sensores, un sensor meteorológico, un Sistema de Gestión del Campo de Batalla (BMS por sus siglas en inglés) y una serie de mandos y terminales donde se ejecutan los interfaces hombre-máquina.

Cabe destacar que el pedestal de sensores está giroestabilizado, y lo componen una cámara diurna de espectro visible, una cámara térmica IR y un telémetro láser, entre otros.

En cuanto al sistema BMS, consta de una terminal Tacter Talos y un software que permite realizar funciones de mando y control, desde la fase de planeamiento hasta la conducción de las operaciones, replicando información sobre el vehículo vía radio VHF.

En lo relativo a los terminales, el observador cuenta con un terminal principal de control del SERT, y un terminal "Hércules" que refleja, a través de un SIG la posición del vehículo así como el sector de observación del SERT. A su vez, el Jefe de Vehículo cuenta con un Terminal de Jefe de Vehículo con capacidad para visualizar el TOBS, el TEA o el TAC, facilitando así la función de mando sobre el vehículo.

Por último, cuenta con un navegador inercial conectado al TAC que proporciona la posición del vehículo a tiempo real a través de una antena GPS.

2. Plataforma URO VAMTAC ST5: Se trata de un vehículo todoterreno con tracción permanente a sus cuatro ruedas. Es un vehículo muy común en las fuerzas armadas ya que posee distintas versiones que se adaptan a las necesidades de las unidades en las que se encuadran (Blindados, ambulancia, porta-morteros, carga...). En el caso concreto del VERT, se trata de un VAMTAC ST5 versión blindada con modificaciones estructurales para la instalación del sensor SERT.

En cuanto a sistemas de ayuda a la conducción destacan el TAC (Terminal de Ayuda a la Conducción) que facilita la conducción nocturna a través de imágenes IR, una cámara trasera o un sistema centralizado de inflado de neumáticos (CTIS por sus siglas en inglés).

3. Estación de armas: Sistema formado por una estación "Mini Samson" RCWS y una estación de control remoto.

El sistema "Mini Samson" posee un afuste para la ametralladora media MG3 o la ametralladora pesada M2HB. Además, integra dispositivos de visión (cámaras diurna y nocturna IR y telémetro láser) y un sistema de estabilización, todo controlado a través del TEA (Terminal de Estación de Armas) por el tirador.

Además, el vehículo posee varios sistemas de comunicación de radio de voz y datos, gestionados a través de un terminal GESCOM (Gestor de Comunicaciones) que permite al Jefe de Vehículo configurar las diferentes redes en las que puede integrarse el VERT en cada operación.

Puede contar con hasta dos radios VHF PR4G V3 "Supermux" para mando y control a través de voz y los datos replicados por el sistema BMS. También puede configurarse una red HF a través de radios Harris 117G que permiten el enlace de voz y datos con suficiente ancho de banda como para emitir imágenes captadas por el SERT en tiempo real (Streaming).

Por último, cabe destacar que posee una preinstalación para el sistema de comunicaciones de voz y datos vía satélite BGAN Explorer, sin embargo actualmente no se emplea en las comunicaciones tácticas.



- ① SERT
- ② Plataforma VAMTAC ST5
- ③ RCWS "MiniSamson"

Ilustración 3. Principales partes del VERT

La tripulación del VERT se compone de Jefe de Vehículo, Tirador, Observador y Conductor. Las funciones de cada puesto táctico son:

- Jefe de Vehículo: es el encargado de coordinar las acciones de cada tripulante. Además se encarga de enlazar con el escalón superior (Jefe de Pelotón/ JSEV), de la toma de decisiones que afecten al vehículo y es el responsable de la instrucción de la tripulación.
- Conductor: es el encargado de dirigir el vehículo así como de su mantenimiento y de la correcta distribución de la carga sobre el mismo.
- Observador: es el encargado del manejo del SERT y del terminal Hércules, así como de la localización, identificación y seguimiento de objetivos con dichos medios.
- Tirador: Es el encargado de manejar la estación de armas así como del correcto mantenimiento de la misma.

1.3. Ámbito de aplicación

Con el VERT como protagonista, el presente estudio se ha realizado en el ámbito del GCLAC "Reyes Católicos" II de la Legión, la unidad que actualmente posee mayor

número de vehículos de este tipo, ocho (8) unidades sobre un total de dieciséis (16), y dónde se han realizado las Prácticas Externas durante los meses de septiembre y octubre de 2020. No obstante, el VERT también se encuentra presente en las Secciones de Vigilancia del RC "España" nº11 y se está dotando al RC "Farnesio" nº12, por lo que, aunque el TFG se realiza en el GCLAC "Reyes Católicos" II de la Legión, las mejoras fruto del presente estudio podrían implementarse a los vehículos de estas unidades o incluso a los que están aún en fabricación pendientes de su entrega al ET.

1.4. Objetivos, alcance y metodología

Desde la incorporación del Vehículo de Exploración y Reconocimiento Terrestre (VERT) a las unidades del Ejército de Tierra, como principal medio de las Secciones de Vigilancia, y especialmente desde la entrega de las primeras unidades de este vehículo al Grupo de Caballería Ligero Acorazado (en adelante GCLAC) "Reyes Católicos" II de la Legión, se han detectado una serie de fallos y carencias que afectan notablemente a la eficacia de estos medios.

El objetivo principal de este trabajo consiste en detectar los aspectos en los que el vehículo sea susceptible de ser mejorado, así como estudiar diferentes actuaciones posibles sobre los mismos y analizar el coste, cuantificando a su vez en la medida de lo posible el grado en que dicha mejora aumentaría el rendimiento de los VERT.

Por otro lado, este trabajo pretende estudiar medidas que mejoren el VERT como sistema de armas. Para ello, es fundamental tanto mejorar el propio vehículo y sus sistemas, desde la plataforma VAMTAC ST5, pasando por el sensor SERT y los diferentes terminales que lo componen, hasta el vehículo del Jefe de la Sección de Vigilancia, dado su papel responsable de filtrar la información generada por los VERT y que actualmente carece de los medios adecuados para desempeñar su función.

Para llevar a cabo el presente estudio se han utilizado diversos recursos. Además de la revisión bibliográfica de documentos, manuales y publicaciones extraídos de la Biblioteca Virtual del ET para entender qué sistemas forman el vehículo y en qué consisten, se ha consultado con dos grupos de expertos en el vehículo que han asesorado en la elaboración del trabajo:

- Grupo de Expertos 1 (GE1): Formado por oficiales de Caballería que son o han sido jefes de una SEV, y que por lo tanto poseen amplios conocimientos del Arma de Caballería, de los VERT y sus capacidades, y conocen de primera mano, como usuarios, sus principales deficiencias.
- Grupo de Expertos 2 (GE2): Formado por especialistas de las empresas fabricantes de los sistemas que conforman el VERT, concretamente UROVESA [4] y Navantia [5], y suboficiales especialistas de unidades del 2º Escalón de Mantenimiento, que poseen los conocimientos técnicos necesarios para proponer soluciones a los problemas detectados.

De este modo, la metodología empleada en cada parte del estudio se adecúa al contenido de las mismas:

- Estudio de fallos y carencias en el VERT: se realizó una revisión bibliográfica de multitud de informes emitidos por los JSEV acerca del funcionamiento del VERT. Además, las entrevistas con el GE1 han jugado un papel crucial en la detección de las principales deficiencias del VERT. Por último, se encuestaron otros usuarios del vehículo.
- Estudio de posibles mejoras: se realizaron entrevistas a ambos Grupos de Expertos, GE1 y GE2, y se llevó a cabo un estudio comercial y revisión bibliográfica de otros vehículos para hallar diversas soluciones a los problemas detectados anteriormente.
- Análisis cuantitativo de mejoras: En esta sección se realizó un análisis multicriterio y otro coste-beneficio con la finalidad de comparar las posibles soluciones a cada fallo y determinar cuál es la más óptima para cada escenario. Además, se llevó a cabo un estudio de casos prácticos con una de las mejoras que pudo implementarse.

En la Ilustración 4 puede verse un esquema resumen de este apartado. Además, para la planificación general temporal del proyecto durante los meses destinados para tal efecto se ha seguido el Diagrama de Gantt recogido en el Anexo B.

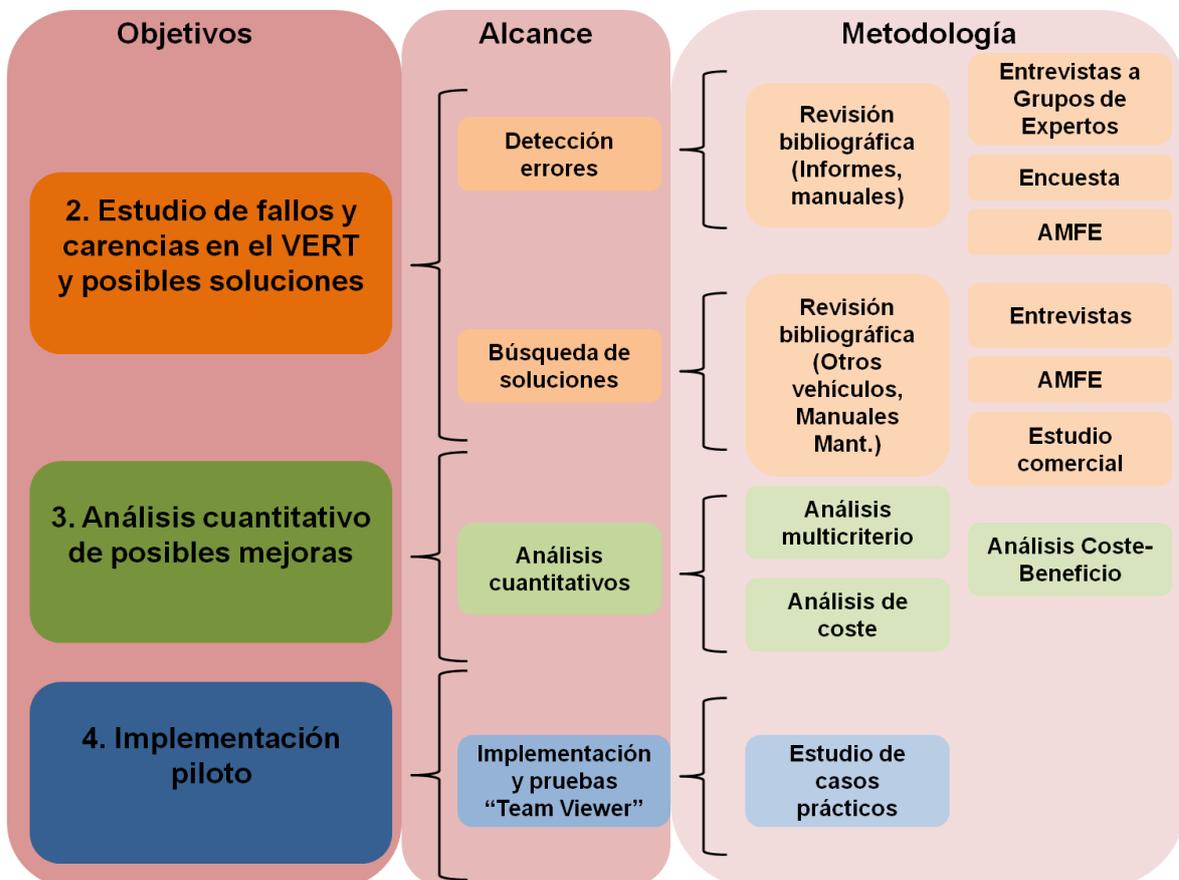


Ilustración 4. Esquema resumen de Objetivos, Alcance y Metodología del TFG realizado

1.5. Estructura de la memoria

Este estudio se estructura en cinco (5) secciones; la primera, una introducción en la que se han presentado los objetivos y el alcance, el ámbito de aplicación, los antecedentes, la estructura, la metodología empleada así como una somera descripción del vehículo y sus capacidades.

En la segunda sección se realiza un estudio de los fallos, carencias y aspectos a mejorar del VERT así como una propuesta de mejoras para los mismos, y que se estructuran en tres aspectos del sistema: la plataforma VAMTAC ST5, el SERT y el vehículo del JSEV.

En la tercera sección se analizan las diferentes opciones para solventar cada una de las deficiencias, comparándolas a través de análisis de coste-beneficio y multicriterio y realizando un análisis de coste.

En la cuarta sección se lleva a cabo un estudio de casos prácticos de un software de acceso remoto que ha sido posible implementar y, por último, el trabajo consta de una sección de conclusiones en la cual, además, se determinan las futuras líneas de trabajo para los vehículos con que se doten las Secciones de Vigilancia.

2. Estudio de fallos y carencias en el VERT y posibles soluciones

En esta sección se tratan los principales problemas, fallos y carencias que presenta el VERT detectados a través de entrevistas a diferentes oficiales, reflejadas en el Anexo C, encuestas realizadas a los usuarios del vehículo, e informes elaborados por Jefes de la SEV acerca del mismo.

Para ello, se ha diferenciado el estudio en las diferentes partes principales presentadas en la introducción (véase Ilustración 2), además del vehículo del jefe de sección.

2.1. Situación inicial: evaluación

A través de la revisión bibliográfica y de la documentación asociada, de informes emitidos por diversos JSEV (Jefes de Sección de Exploración y Vigilancia) [6] y de entrevistas con los mismos ha sido posible conocer los principales fallos y carencias que presenta el vehículo. Estos fallos giran principalmente en torno a la Plataforma URO VAMTAC ST5 y al SERT; además destacaron la necesidad de un vehículo de mando de la SEV.

En cuanto a la plataforma VAMTAC ST5, los principales fallos giran en torno a la limitada potencia del mismo, a la necesidad de medios de reparación de grandes fugas en los neumáticos, a la falta de potencia del sistema eléctrico, que afecta al

funcionamiento de los sensores, y a la deficiencia ergonómica del vehículo, que afecta considerablemente al rendimiento del personal.

Respecto al SERT, los JSEV indicaron que su cámara diurna presenta fallos bajo la prolongada exposición al sol y destacaron la obsolescencia de los terminales del observador y del jefe de vehículo y la dificultad para transmitir objetivos entre ambos.

En la Tabla 1 puede verse un AMFE (Análisis Modal de Fallos y Efectos) inicial, a modo de resumen de los fallos detectados, tanto en el VERT, como en el Vehículo del JSEV, valorando su NPR (Número de Prioridad de Riesgo) que considera de manera cualitativa los efectos negativos de la gravedad o impacto, ocurrencia y dificultad de detección de los diferentes modos de fallo considerados. Se ha utilizado un código de colores para distinguir cada fallo en función de su gravedad.

AMFE INICIAL						
MODO DE FALLO	CAUSAS	EFEECTO	IMP.	OCU.	DET.	NPR
PLATAFORMA VAMTAC ST5						
Falta de Potencia	Baja relación potencia/peso	Movilidad limitada	8	9	1	72
Reparación grandes fugas	Falta sistema reparación	Movilidad limitada	9	2	1	18
Falta de Potencia Sist. Eléctrico	Baja potencia alternador	Fallo de sistemas	7	7	1	49
Deficiencia ergonómica	Incomodidad asientos	Reducción rendimiento personal	4	3	4	48
SERT						
Fallo cámara diurna	Exposición al sol	Dificultad identificación objetivos	5	6	1	30
Obsolescencia terminal OBS/JV	Terminal poco intuitivo	Manejo poco intuitivo	2	10	1	20
Dificultad transmisión de objetivos	Difícil comunicación JV-OBS	Lenta captura objetivos con SERT	5	8	2	80
VEHÍCULO JSEV						
Vehículo con menor movilidad	Vehículo obsoleto	Menor movilidad SEV	7	10	1	70
No posee armamento	Carencia arm. Autodefensa	Limitada capacidad autodefensa	5	10	1	50
Medios CIS inadecuados	No existen medios dotación	Dificultad filtrar información	9	10	1	90

NPR	1≤NPR≤20	21≤NPR≤40	41≤NPR≤60	NPR≤61
-----	----------	-----------	-----------	--------

Tabla 1. AMFE Inicial

2.2. Plataforma VAMTAC ST5

La diversidad de los fallos en la plataforma VAMTAC ST5 es considerable; algunos reducen la eficacia del VERT de forma directa por razones técnicas del mismo y otros de forma indirecta, por factores humanos como el cansancio.

A continuación se van a analizar los siguientes fallos:

- Falta de potencia.
- Reparación de grandes fugas.
- Falta de potencia del sistema eléctrico.
- Deficiencia ergonómica del vehículo.

2.2.1. Falta de potencia

Según informes sobre ejercicios que contaron con la participación de los VERT, la falta de potencia supuso un importante problema para la movilidad táctica de los mismos.

Además, en algunos vehículos debido al fallo de algunos sensores el motor entra en modo protección limitando su potencia en un 60% de sus actuales 160 kW; concretamente, sensores como el de temperatura del cárter o el de presión atmosférica presentan fallos y dan lecturas erróneas a la centralita, produciendo dicha limitación de la potencia del motor (activa un modo de autoprotección) y dejando prácticamente inoperativos los vehículos.

Posibles soluciones:

- a) Reducción de peso: Sobre el peso máximo autorizado del VERT (9500 kg) una reducción de la masa supondría un aumento de la movilidad. Según entrevistas, la falta de potencia se hacía especialmente significativa en pendientes pronunciadas; un menor peso en el vehículo facilitaría notablemente maniobras de este tipo.

Por ello, se propone eliminar parte del blindaje, más concretamente los paneles cerámicos situados en torno al módulo de personal (ver Ilustración 5). Causaría una reducción de la protección balística, sin embargo el vehículo aún mantendría la carrocería de acero balístico y el revestimiento interior antidesfragmentación "Spall Liner" [7]. Esto supondría una reducción de peso de 600 kg, con el inconveniente de una pérdida de protección frente a calibres de 14,5mm y 12,7mm. Esta operación puede ser realizada por el 2º Escalón de Mantenimiento.



Ilustración 5. Vista lateral del VERT. Pueden observarse las placas de blindaje cerámico en las puertas

- b) Sustituir el motor por otro de mayor potencia: aumentar la potencia del motor permitiría solucionar los problemas de movilidad e incluso permitiría implementar otras mejoras que supusieran un incremento de la masa del vehículo.

Como candidato a esta mejora está el motor ya implementado en los VAMTAC ST5 versión de Infantería de Marina. Aumentaría la potencia hasta 188 kW frente a los actuales 160 kW, lo que supone un incremento de la potencia del 17%.

Además, según entrevistas con mecánicos de UROVESA, es perfectamente compatible con la transmisión del VERT al ser del mismo fabricante (Steyr), y su instalación sólo supondría hacer cambios menores en la disposición de la cámara del motor.

También cabe destacar que estos nuevos motores poseen por duplicado algunos sensores, por lo que se necesitaría un fallo de ambos para que el motor entrara en modo protección. Además, UROVESA se encuentra estudiando la implementación de una función "Battle Short" que podría anular los sistemas de seguridad en caso de guerra. Esta operación deberá ser realizada por el 4º Escalón de Mantenimiento.

2.2.2. Reparación de grandes fugas en neumáticos

En diferentes entrevistas a JSEV se destacó la necesidad de algún medio para paliar importantes daños en los neumáticos ya que, si bien es cierto que el vehículo posee un sistema central de inflado de neumáticos, éste resulta insuficiente para grandes fugas en los mismos.

Posibles soluciones:

- a) Kit anti pinchazos: Esta propuesta no se ha contemplado ya que los productos de este tipo en el mercado sólo son eficaces para fugas menores a 5mm, para las cuales el sistema CTIS que posee el vehículo es suficiente para mantener la presión de los neumáticos.
- b) Instalación de rueda de repuesto: esta solución está implementada en algunos VAMTAC ST5 de línea. Consiste en un afuste móvil instalado en la parte trasera del vehículo que permite la apertura del portón y sobre el cual va atornillada la rueda.

Esta mejora implica un ligero aumento de peso de aproximadamente 90 kg (0,9% de la masa del vehículo), no obstante, su fabricación e implementación sería relativamente fácil ya que es una pieza en uso en otros vehículos de la serie VAMTAC.

Este afuste va instalado sobre el parachoques trasero del vehículo y fijado al mismo mediante cuatro tornillos (Ver Ilustración 6). El 2º Escalón de Mantenimiento cuenta con los medios necesarios para realizar esta modificación del vehículo.



Ilustración 6. Afuste rueda de repuesto

2.2.3. Falta de potencia del sistema eléctrico

A través de informes, se ha destacado la falta de potencia eléctrica del VERT, no sólo para operar la multitud de sistemas del vehículo, sino también para la carga de las baterías de dichos sistemas. Este problema se acentúa cuando el motor se encuentra funcionando al ralentí.

Posibles soluciones:

- a) Instalación de un acelerador de mano: manteniendo el motor a mayores revoluciones el alternador genera mayor potencia, sin embargo, también aumenta el consumo. Un acelerador de mano evitaría la fatiga del conductor de mantener presionado el acelerador, y además haría que el consumo de combustible fuera óptimo, no sometiendo así al motor a mayores revoluciones de las necesarias.

Por ello, se propone la instalación del Mando Yamaha 704 (Ver Anexo D) diseñado para ser utilizado en náutica y que asegura buenas prestaciones en cuanto a estanqueidad y durabilidad (ver Ilustración 7). El encargado de implementar esta mejora es el 4º Escalón de Mantenimiento.



Ilustración 7. Posición del mando acelerador de mano en el puesto del conductor

- b) Instalación de un alternador de mayor potencia: de esta forma, las revoluciones del motor al ralentí generarían suficiente potencia para alimentar los sistemas. Sin embargo, este nuevo alternador tomaría mayor potencia del motor, por lo que podría afectar a la movilidad. Tras un estudio del mercado, la única solución encontrada con un voltaje de 24V y una intensidad de carga de 200A, frente a los 180A actuales es el alternador Prestolite A0014740JB (Ver Anexo E), fabricado por el proveedor norteamericano de equipos eléctricos para vehículos pesados "Prestolite Electric Inc.". Sin embargo, esta opción requeriría una modificación del soporte para el mismo. Esta operación deberá ser realizada por el 4º Escalón de Mantenimiento [8].
- c) Inhabilitación de algunas funciones: con la finalidad de reducir el consumo de energía eléctrica de algunos sistemas como el navegador GPS que el vehículo posee por triplicado (navegador del SERT, navegador del BMS y GPS de la radio VHF PR4G). En concreto, sería suficiente con la extracción de los fusible U-5 y U-6 para inhabilitar las funciones de "Navegador Inercial" y "GPS Auxiliar". Además, cualquier tripulante del VERT podría realizar esta sencilla operación.(Ver Ilustración 8)



Ilustración 8. Cuadro distribuidor de potencia U-18. Pueden apreciarse los fusibles U-5 y U-6

2.2.4. Deficiencia ergonómica del vehículo

A través de encuestas (Anexo F) se han podido conocer las deficiencias ergonómicas que presenta el vehículo. En dicha encuesta, se pidió la valoración en una escala Likert del 1 al 7 de diversos aspectos del VERT en cuanto a ergonomía. Estudiando dicha valoración, los aspectos que obtuvieron una calificación muy por debajo del punto medio de la escala, cuatro (4) (que indicaría indecisión o imparcialidad) fueron los de permanecer largos periodos de tiempo en el vehículo y la comodidad de los materiales de fabricación de los asientos.

Además, estos dos aspectos hacen que el último aspecto tratado, la valoración general de la ergonomía, baje significativamente su calificación, pese a que la valoración de la posición de las pantallas y de los mandos fue positiva.

Posible solución:

Dado que son asientos especiales que se encuentran instalados bajo el techo del vehículo, en lugar de estar apoyados sobre el suelo de la cámara de personal, para reducir el impacto sobre los tripulantes en caso de explosión de una mina, es muy difícil encontrar soluciones disponibles en el mercado dada la especificidad de los mismos.

Por ello, cualquier solución pasa por, mediante la empresa UROVESA (4º EMAN), sustituir el material acolchado de los asientos manteniendo su estructura. De esta forma permanecerían las capacidades de protección de personal y se mejoraría la comodidad del material y, por tanto, de permanecer largos periodos de tiempo en cada puesto.

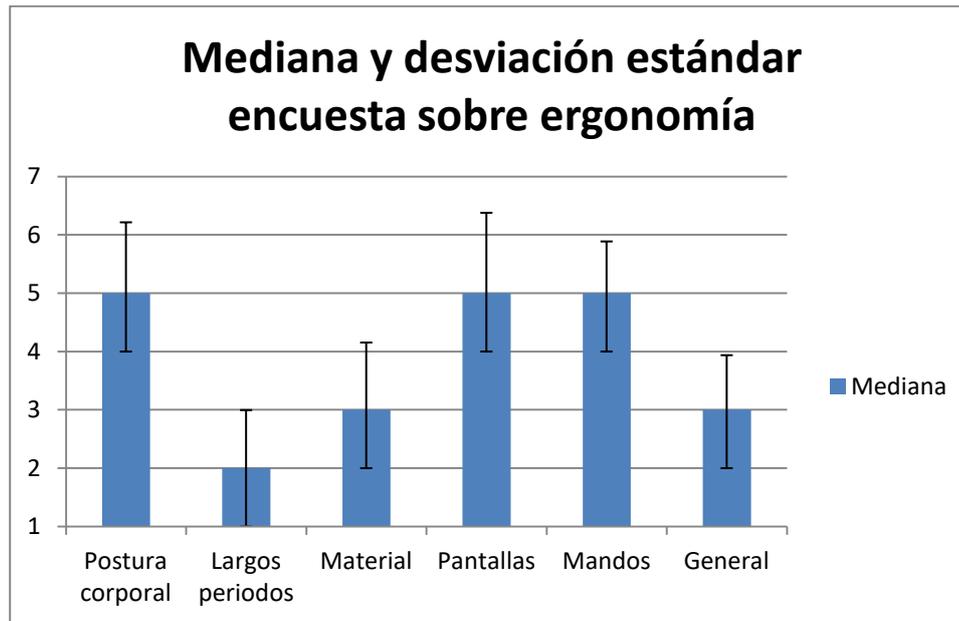


Ilustración 9. Gráfica resumen de la encuesta sobre ergonomía

Al analizar los resultados de la encuesta (ver Ilustración 9) se ha considerado la mediana y no la media ya que los valores son discretos (Números naturales del 1 al 7) y no tiene sentido aportar el dato de la media (Valor continuo con números decimales). El número de respuestas es de dieciséis (16) es decir, toda una SEV y, por tanto, una muestra del 50% del personal del GCLAC que forma parte de la tripulación de un VERT, y un 25% de los usuarios de todo el ET.

2.3. SERT

Los fallos de este apartado se centran en el principal medio de observación del VERT, no sólo en el pedestal sino también en sus diferentes terminales.

A continuación se analizarán los siguientes fallos:

- Fallo de la cámara diurna.
- Obsolescencia del terminal OBS/JV
- Dificultad de transmisión de objetivos JV-OBS

2.3.1. Fallo de la cámara diurna

En repetidos ejercicios, la cámara diurna del pedestal de sensores (espectro visible) ha dejado de funcionar tras la exposición al sol de tiempos mayores de 45 minutos, quedando tan sólo operativa la cámara infrarroja, suponiendo un importante problema para la correcta identificación de objetivos (la cámara infrarroja no distingue colores, ni, por tanto, pinturas o emblemas sobre los objetivos).

Posible solución:

Instalar filtros UV (2º EMAN) en la lente de las cámaras diurnas: de este modo, se protegería el sensor de la radiación ultravioleta mediante la absorción que el filtro realiza de la misma. Tras estudiar diversos proveedores, se ha optado por filtros UV fabricados por la empresa "Rosco". Dicho fabricante asegura en sus filtros una eficacia mayor al 90% en longitudes de onda menores de 390 nm (Espectro UV: 10 - 400 nm). Su ficha técnica se adjunta en el Anexo G.

2.3.2. Obsolescencia terminal OBS/JV

Los terminales del Observador y del Jefe de Vehículo, ya descatalogados por su empresa fabricante belga Barco NV, poseen anticuadas botoneras que no resultan tan intuitivas como las actuales pantallas táctiles ya implementadas en el vehículo para otras funciones (GESCOM y Terminal "Hércules").

Posible solución:

Instalar una tableta Panasonic CF-D1MK3, similar a los terminales "Hércules" y "GESCOM" para la visualización y el control del SERT. Estas modernas "tablet" ofrecen mayores funcionalidades así como un manejo más intuitivo de las mismas. Además, estos terminales ofrecen unas características óptimas de durabilidad en condiciones de alta humedad, calor y frío, lo que los hace idóneos para este vehículo. Esta mejora deberá ser realizada por el 4º Escalón de Mantenimiento.

2.3.3. Dificultad transmisión de objetivos JV-OBS

Se ha detectado en diversos ejercicios la dificultad del jefe de vehículo para transmitir al observador de manera rápida y eficaz la posición de un objetivo para que el segundo pueda capturarlo con el SERT. El jefe de vehículo posee una visión global del campo de batalla idónea para detectar posibles objetivos, mientras que el observador es quien, gracias a sus medios (SERT), lo localiza e identifica.

Posible solución:

Instalación de un software de acceso remoto: mediante la instalación de un programa de acceso remoto en los terminales "Hércules" y GESCOM de cada vehículo, el jefe de vehículo podrá tener acceso a una aplicación GIS por la cual, al pulsar sobre un punto del mapa donde hubiera un objetivo, la cámara se apunta automáticamente en dirección, teniendo el observador que modificar tan sólo la elevación para la captura del mismo.

Para ello, se ha escogido el programa "Team Viewer" de acceso remoto a través del cual, de forma sencilla e intuitiva se introduce la dirección IP del terminal a conectarse, en este caso del terminal "Hércules", junto con una contraseña que aparece en el mismo. Ya que el sistema operativo, tanto del terminal "Hércules" como del GESCOM, es Windows 10 la instalación del software en los mismos es sencilla y perfectamente compatible, y puede ser implementada por la propia Sección de Exploración y Vigilancia (Ver Ilustración 10).

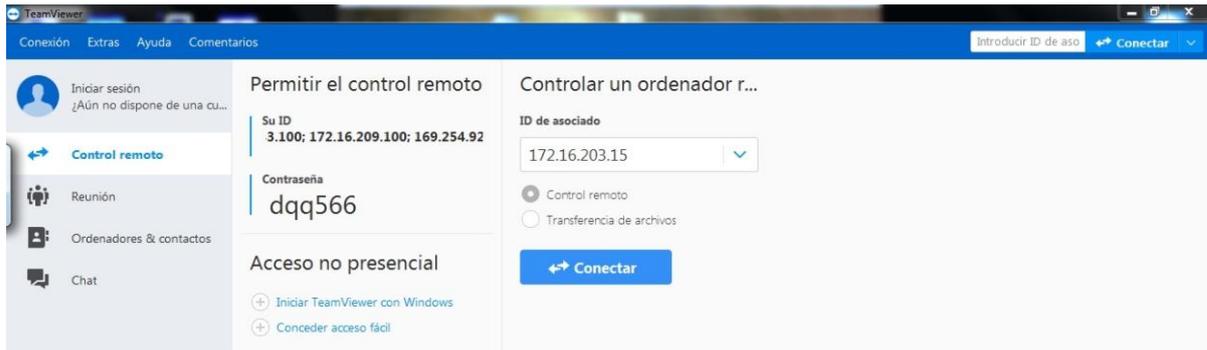


Ilustración 10. Interfaz del programa "Team Viewer" al vincular los terminales

2.4. Necesidades del vehículo del JSEV

El Jefe de la Sección de Exploración y Vigilancia tiene como principal misión filtrar el enorme volumen de información generada por los cuatro VERT encuadrados en su sección y elevarla a su escalón superior, por lo que cualquier mejora en su vehículo de mando repercute directamente en la eficacia de los VERT ya que dicha información que generan es más útil y llega con mayor antelación al jefe.

A continuación se van a estudiar las siguientes necesidades:

- Plataforma vehicular.
- Armamento.
- Medios CIS.

2.4.1. Plataforma vehicular

Actualmente, los vehículos de dotación en las SEV para el Mando y Control de las mismas son vehículos VAMTAC S3, más antiguos que los modernos VAMTAC ST5, y en muchos casos inoperativos por problemas mecánicos.

Según entrevistas con diferentes cuadros de mando de las SEV del GCLAC "Reyes Católicos" II de la Legión, y tal y cómo aparece reflejado en la orgánica de la SEV, el vehículo del Jefe de la Sección debe ser un VAMTAC ST5 (Ficha técnica en Anexo H), al igual que la plataforma del VERT, con la finalidad de dotarlo de una movilidad similar a la de sus unidades subordinadas, es decir, los pelotones de VERT. La elección de esta plataforma también corresponde a motivos logísticos, ya que facilita considerablemente el mantenimiento y abastecimiento de piezas de repuesto para los mismos.

Además, otra ventaja de este modelo gira en torno a los medios CIS ya que el vehículo posee la preinstalación para los medios de comunicaciones necesarios; estos deben ser similares a los VERT para que permitan enlazar con ellos y recibir de forma oportuna y eficaz la información, según establece la doctrina del ET respecto a la SEV (Ver Ilustración 11).

tercero para instalar en configuración vehicular la radio HF Harris 117G para recibir las imágenes captadas por los VERT encuadrados en la SEV.

Además, para la visualización de dichas imágenes se hace necesario instalar un terminal GESCOM que permita además enviar, también a través de la radio 117G, dichas imágenes al escalón superior.

Por último, para facilitar el mando y control, la instalación de un terminal BMS en el vehículo que permita al JSEV conocer en todo momento la posición de los VERT, y replicar la situación de la SEV al Jefe de Escuadrón. Para hacer posible todas estas conexiones es necesario un "switch" que gestione el direccionamiento IP de todos los dispositivos.

2.5. Estudio AMFE posibles mejoras

Para valorar las medidas propuestas, en la Tabla 2 puede verse un AMFE final en el que se incluyen las posibles mejoras consideradas, y en la cual es posible comparar el grado en el que paliar los efectos mediante los índices de prioridad de fallos (NPR) inicial vs. final. Los NPR iniciales se corresponden con los obtenidos en la Tabla 1. El AMFE completo puede verse en el Anexo I.

AMFE FINAL							
MODO DE FALLO	MEJORAS	RESPON. IMPLM.	IMP.	OCU.	DET.	NPR FIN.	NPR INIC.
PLATAFORMA VAMTAC ST5							
Falta de Potencia	Reducción de peso	2 EMAN	5	5	1	25	72
	Cambiar el motor	4 EMAN	2	2	1	4	
Reparación de grandes fugas	Rueda de repuesto	2 EMAN	1	2	1	2	18
Falta de Potencia Sist. Eléctrico	Acelerador de mano	4 EMAN	7	3	1	21	49
	Cambiar el alternador	4 EMAN	7	1	1	7	
	Inhabilitar funciones	SEV	7	5	1	35	
Deficiencia ergonómica	Cambiar asientos	4 EMAN	4	1	4	16	48
SERT							
Fallo cámara diurna	Instalar filtro UV	2 EMAN	5	2	1	10	30
Obsolescencia terminal OBS/JV	Instalar terminal moderno	4 EMAN	2	3	1	6	20
Dificultad transmisión de objetivos	Inst. "Team Viewer"	SEV	3	1	2	6	80
VEHÍCULO JSEV							
Vehículo con menor movilidad	Plat. VAMTAC ST5 DE Línea	4 EMAN	3	2	1	6	70
No posee armamento	MRCWS Mini Samson		3	3	1	9	50
Medios CIS inadecuados	Inst. Harris 117G, GESCOM...		5	4	1	20	90

NPR	1≤NPR≤20	21≤NPR≤40	41≤NPR≤60	NPR≤61
-----	----------	-----------	-----------	--------

Tabla 2. AMFE Final

3. Análisis cuantitativo de posibles mejoras

Tras el estudio de un AMFE de carácter cualitativo, en este capítulo se analizarán cuantitativamente las mejoras propuestas en la sección anterior. Se realizará un estudio multicriterio con la finalidad de valorar y priorizarlas distintas posibles mejoras y, a continuación, un estudio coste-beneficio para establecer un marco de implementación de cada mejora en función de cada escenario.

3.1. Análisis multicriterio (AHP)

La metodología AHP (Analytic Hierarchy Process) es una herramienta multicriterio de ayuda a la toma de decisiones desarrollada por Thomas L. Saaty [11] para el departamento de Defensa de los Estados Unidos en la segunda mitad del siglo XX.

Este método trata de jerarquizar los diferentes criterios que intervienen en la toma de decisiones, asignando a los mismos una ponderación, y haciendo una valoración de cada alternativa para cada criterio. Finalmente, esto permite que se obtenga la mejor de ellas según la importancia que se le da a cada uno de los criterios [12].

Para ponderar dichos criterios se utiliza la Escala Fundamental de Saaty. Esta escala (ver Tabla 3) permite obtener valores cuantitativos de aspectos cualitativos; dicho de otra forma, permite transformar la importancia de cada criterio en números.

VALOR	DEFINICIÓN	DESCRIPCIÓN
1	Igual importancia	Criterio A igual que B
3	Importancia moderada	A ligeramente más importante que B
5	Importancia grande	A más importante que B
7	Importancia muy grande	A mucho más importante que B
9	Importancia extrema	A extremadamente más importante que B

Tabla 3. Escala de Saaty

En este trabajo, se estudiarán con este método las mejoras consideradas más críticas para el VERT: la solución de la falta de potencia del vehículo y de la falta de potencia del sistema eléctrico. Se han elegido estos fallos ya que son los que tienen un mayor impacto en la operatividad del vehículo, y además son aquellos que ofrecen un mayor abanico de mejoras para paliarlos.

Una vez establecieron los criterios a evaluar para cada análisis, se presentó un formulario al Grupo de Expertos 1, formado por los Jefes de las Secciones de Vigilancia, que valoraron, tanto la jerarquía de los criterios, como las alternativas para cada uno de los mismos (Cuestionario en Anexo J)

Para llevar a cabo el análisis multicriterio se ha utilizado una Herramienta de Software desarrollada por el Departamento de Logística Funcional de la Academia de Logística de Calatayud (Zaragoza), la cual permite introducir todos los datos, generando una valoración en tanto por uno de las medidas a tomar y ofreciendo la Razón de Inconsistencia (RI), la cual, si es mayor que 0,1 (10%) indica que la valoración no presenta consistencia lógica y es incongruente. La explicación del método AHP y de la aplicación de la Academia Logística se desarrollan en el Anexo K.

3.1.1. Análisis multicriterio para las soluciones a la falta de potencia

Como se expuso en la sección anterior, el problema de la falta de potencia del vehículo afecta seriamente a su movilidad. Como soluciones al mismo, están la reducción del peso del vehículo mediante la extracción de las placas de blindaje cerámico del

mismo, la sustitución del actual motor por su candidato de mayor potencia o simplemente no realizar ninguna mejora al respecto.

Como criterios a evaluar se han considerado los siguientes:

- Protección: definida como la capacidad de un vehículo de mantener sus capacidades ante cualquier acción ofensiva externa, es otra característica fundamental, especialmente con alternativas que podrían modificar dicha capacidad.
- Movilidad: la capacidad de moverse por todo tipo de pendientes y terrenos es la principal característica afectada por la falta de potencia.
- Coste: todo recurso es limitado y especialmente el económico, por lo que este criterio ha de tenerse en cuenta.
- Fácil implementación: los recursos de personal y medios con los que cuenta el ET son igualmente limitados. Una fácil implementación puede acortar el tiempo de instalación de la mejora y reservar parte de los recursos disponibles para otras implementaciones.

De esta forma, y a modo de resumen, el esquema de la metodología AHP aplicado a las posibles soluciones de la falta de potencia es el siguiente (ver Ilustración 12):

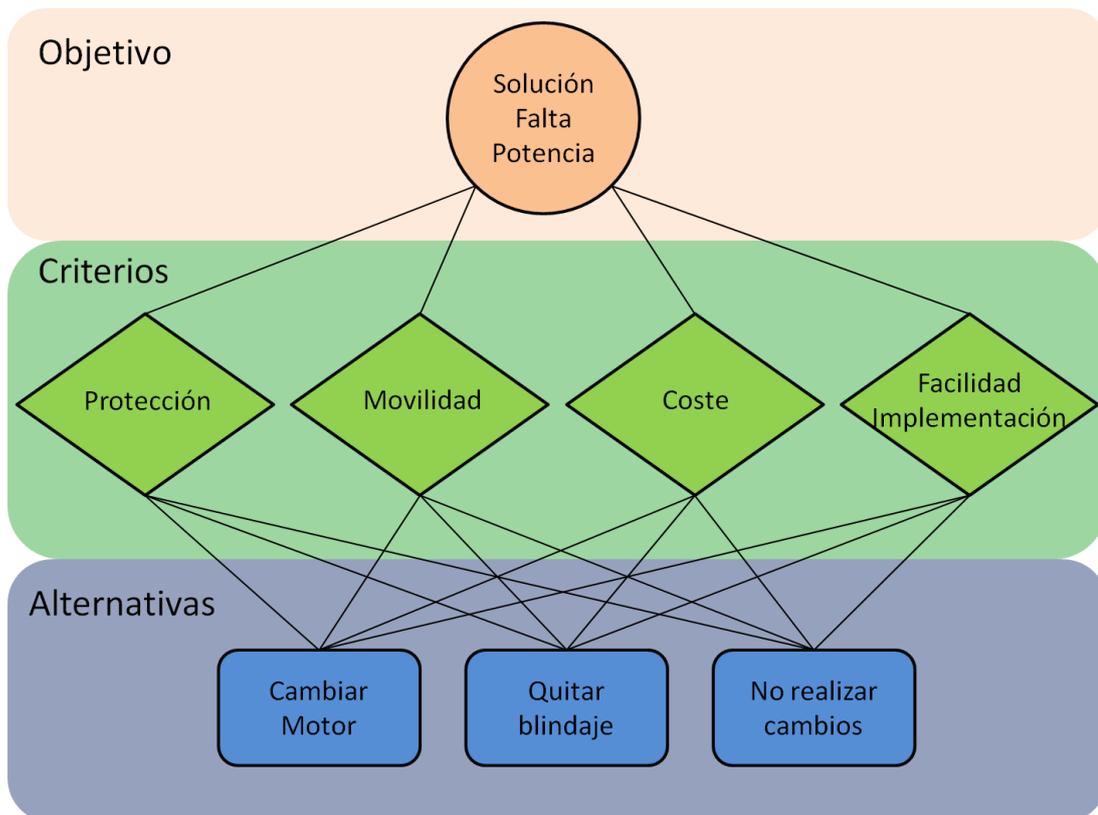


Ilustración 12. Esquema resumen del análisis multicriterio para las soluciones a la falta de potencia

Finalmente, tras obtener del Grupo de Expertos 1 la valoración e introducir los datos en la aplicación se han obtenido los siguientes resultados (ver Tabla 4):

CRITERIOS / SUBCRITERIOS	PESOS	Cambiar motor	Reducir blindaje	No realizar cambios
Protección	0,29	0,65	0,29	0,06
Movilidad	0,57	0,43	0,14	0,43
Coste	0,04	0,07	0,28	0,64
Facilidad Implem.	0,09	0,11	0,26	0,63
		0,45	0,20	0,35

Tabla 4. Resultados análisis multicriterio para las soluciones a la falta de potencia

En la Tabla 4 puede observarse en la última fila la valoración final en tanto por uno para cada alternativa según la importancia otorgada por el Grupo de Expertos 1 a los criterios evaluados. La alternativa mejor valorada es cambiar el motor del vehículo.

3.1.2. Análisis multicriterio para las soluciones a la falta de potencia del sistema eléctrico

Para este segundo problema analizado con la metodología AHP, la falta de potencia del sistema eléctrico, se han considerado los siguientes criterios para su valoración:

- **Potencia:** es el criterio que mide de forma directa la efectividad de cualquier solución a este problema.
- **Eficiencia:** algunas alternativas suponen un uso ineficiente del motor o de algunos sistemas del vehículo.
- **Coste:** Igual que al aplicar el método anteriormente, todo recurso es limitado.
- **Fácil implementación:** De la misma forma que al analizar la falta de potencia del motor, los recursos en personal y medios del Ejército de Tierra son limitados.

Por tanto, la aplicación del método AHP para la falta de potencia del sistema eléctrico quedaría de la siguiente manera (ver Ilustración 13):

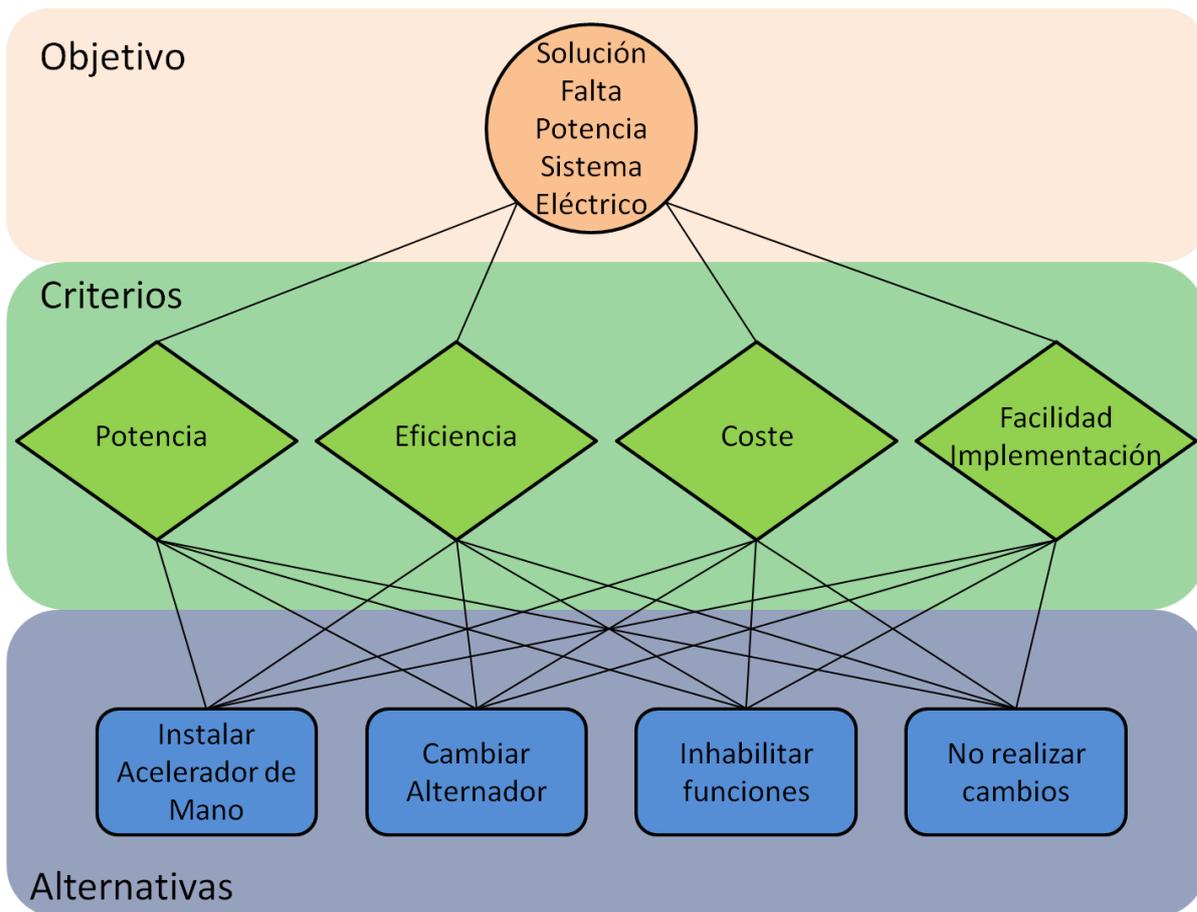


Ilustración 13. Esquema resumen del análisis multicriterio para las soluciones a la falta de potencia del sistema eléctrico

Una vez introducidos los datos en la aplicación utilizada, los resultados obtenidos en la misma son los siguientes (ver Tabla 5):

Método AHP - Jerarquización de Alternativas (Etapa 4)

MATRIZ DE DECISIÓN

CRITERIOS / SUBCRITERIOS	PESOS	Acelerador de	Cambiar	Inhabilitar Func.	No realizar
Potencia	0,56	0,19	0,54	0,19	0,07
Eficiencia	0,12	0,06	0,56	0,26	0,12
Coste	0,06	0,11	0,05	0,42	0,42
Facilidad Implem.	0,26	0,11	0,05	0,42	0,42
		0.15	0.39	0.27	0.19

Tabla 5. Resultado análisis multicriterio para las soluciones a la falta de potencia del sistema eléctrico

En la Tabla 5 aparecen valoradas las alternativas tras someterlas al análisis multicriterio. Los resultados se expresan en tanto por uno. La alternativa mejor valorada es cambiar el alternador.

3.2. Análisis de costes

En este apartado se ha desarrollado un análisis de costes para cada mejora (ver Tabla 6). No sólo se han tenido en cuenta los costes de recursos materiales, sino también los costes asociados a la mano de obra requerida basados en estimaciones aportadas por los expertos de UROVESA (para aquellas mejoras de 4º EMAN) o por personal de la Sección de Mantenimiento en el caso de las actuaciones que realizaría el 2º EMAN. De esta forma, se ha hecho una estimación del coste horario efectivo del personal interno del ET, teniendo en cuenta, por tanto, vacaciones, jornada laboral, etc.

RESUMEN DE COSTES	
OPERACIÓN	COSTE TOTAL (€)
Coste cambiar el motor	38421,47
Coste reducción de blindaje	42,18
Coste de implementación de rueda de repuesto	778,95
Coste de cambiar el alternador	1254
Coste de instalar un acelerador de mano	602,71
Coste de instalación filtro UV	137,03
Coste modernizar terminal OBS y JV	5408,38
Coste Anual Team Viwer	341,83
Coste vehículo JSEV	432678,44

Tabla 6. Tabla resumen de costes de las mejoras

Además, cabe destacar que la principal fuente de los costes materiales es SIGLE (Sistema Integrado de Gestión Logística del Ejército de Tierra), gracias al cual se han obtenido el precio de los materiales ya existentes en el ET; para otros ítems como el Mando Acelerador de Mano o el filtro UV, sus precios han sido aportados por sus fabricantes, Yamaha Motor Europe y Rosco Ibérica S.A. respectivamente.

Por último, destacar la importancia del presente análisis de coste de cara al análisis coste-beneficio (ver Apartado 3.3. Análisis de coste-beneficio), en el cual se estudian de manera conjunta tanto la valoración obtenida en el análisis multicriterio de cada alternativa como el coste de implementación de la misma.

El análisis detallado de costes puede verse en el Anexo L.

3.3. Análisis de coste-beneficio

En este apartado se ha desarrollado un análisis de coste-beneficio con la finalidad de comparar las diferentes alternativas sometidas a los análisis multicriterio con su coste de implementación. De esta manera, es posible descartar algunas alternativas cuyo coste es superior para una valoración igual o inferior a otras.

Es importante destacar que no existe un beneficio económico fruto de la implementación de las mejoras, sin embargo sí que existe un beneficio técnico cuantificado por los análisis multicriterio ya realizados (ver Apartado 3.1.).

En primer lugar se han sometido a este estudio las alternativas para solucionar la falta de potencia del vehículo. Se han plasmado en un gráfico (ver Ilustración 14), cuyo eje vertical muestra el porcentaje obtenido en el análisis multicriterio (beneficio) y en el eje horizontal el coste de implementación.

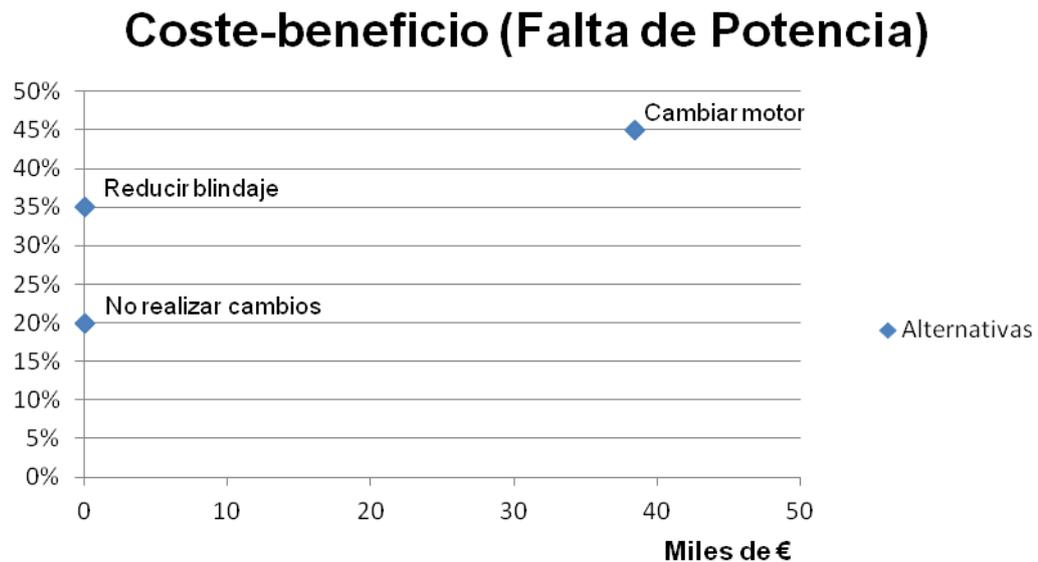


Ilustración 14. Gráfico coste-beneficio soluciones falta de potencia

De la Ilustración 14 pueden extraerse dos conclusiones; la primera, que, como medida de fácil implementación y bajo coste, la reducción del blindaje es una buena solución a corto plazo. La segunda es que, a largo plazo, sí sería recomendable llevar a cabo una inversión mayor y sustituir el motor actual por su alternativa más potente, lo cual permitiría ampliar su movilidad y mantener intactas sus capacidades de protección.

En segundo lugar, se han estudiado las alternativas para solucionar la falta de potencia eléctrica del VERT. Igual que anteriormente, se ha plasmado la valoración obtenida en el análisis multicriterio en el eje vertical y el coste en el eje horizontal (ver Ilustración 15).

Coste-Beneficio (Falta de P. Eléctrica)

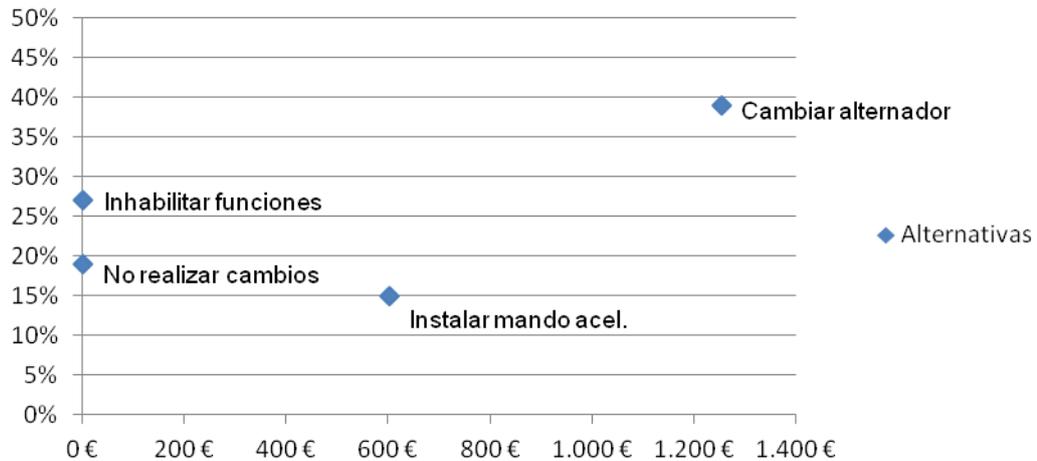


Ilustración 15. Gráfico coste-beneficio para soluciones falta de potencia del sistema eléctrico

De la Ilustración 15 pueden descartarse dos alternativas: las opciones de no realizar cambios y de instalar un acelerador de mano se ven superadas por la alternativa de inhabilitar funciones. Además, puede concluirse que a muy corto plazo la SEV puede inhabilitar las funciones indicadas, sin embargo, la solución de cambiar el alternador sigue siendo la opción óptima a medio-largo plazo, especialmente si se realiza junto con la sustitución del motor.

4. Implementación piloto

En esta sección se ha llevado a cabo un estudio de casos prácticos de una mejora que ha podido implementarse en algunos VERT. Se trata de la instalación del software "Team Viewer" para replicar la imagen del terminal "Hércules" del observador en el terminal "GESCOM" del jefe de vehículo.

Tras la implementación de esta mejora en los VERT de la SEV ha sido posible evaluar el impacto de la misma. Para ello, se realizó una prueba de localización de una serie de objetivos y se cronometró para cada objetivo el tiempo transcurrido entre la detección por parte del JV y la captura de los mismos por el observador con el SERT, con y sin la utilización de la réplica del terminal "Hércules" (Ver Ilustración 16).

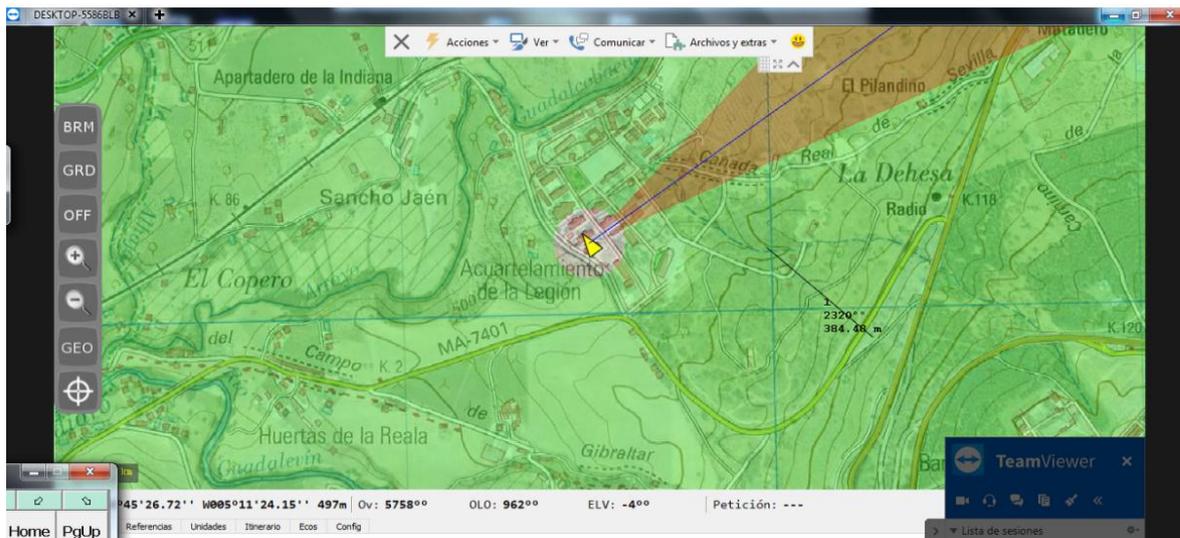


Ilustración 16. Interfaz software GIS del terminal "Hércules" replicado en el terminal "GESCOM"

Además, la prueba se realizó con tripulantes diferentes con distinto nivel de experiencia, y los objetivos se dieron aleatoriamente para evitar cualquier tipo de aprendizaje.

Como resultado del estudio, destaca que gracias al uso de la aplicación se redujo el tiempo de transmisión de objetivos del jefe de vehículo al observador en aproximadamente dos terceras partes (66,50%). El uso de la aplicación reduce el tiempo medio de 32,46 segundos a tan sólo 10,87 segundos, lo que se traduce en una mayor velocidad de localización e identificación del objetivo, y agiliza la llegada de dicha información al mando. Los resultados detallados del estudio aparecen en la Tabla 7.

Objetivos	Tripulación 1		Tripulación 2		Tripulación 3	
	Con Team Viewer	Sin Team Viewer	Con Team Viewer	Sin Team Viewer	Con Team Viewer	Sin Team Viewer
Obj. 1	9,59	26,52	10,16	28,75	9,87	25,47
Obj. 2	12,04	48,31	11,28	39,03	11,56	46,13
Obj. 3	8,17	19,22	9,79	23,96	9,02	21,78
Obj. 4	11,96	32,17	11,08	35,14	11,13	29,12
Obj. 5	13,02	24,52	12,36	22,41	13,48	25,89
Obj. 6	10,48	35,24	13,89	38,78	9,54	34,32
Obj. 7	11,29	39,28	10,68	31,06	11,47	35,17
Obj. 8	13,19	46,77	12,74	44,29	12,66	44,95
Obj. 9	9,45	33,15	8,97	26,53	10,28	27,56
Obj. 10	8,94	27,03	9,23	30,14	8,78	31,18
MEDIA	10,81	33,22	11,018	32,009	10,779	32,157
MEJORA (%)	67,45%		65,58%		66,48%	

TOTAL	MEDIA CON TEAM VIEWER	MEDIA SIN TEAM VIWER
66,50%	10,87	32,46

Tabla 7. Resultados estudio de caso práctico con el software "Team Viewer"

5. Conclusiones

Como conclusión, es necesario reiterar la importancia que tiene el VERT, como principal medio terrestre de adquisición de información, para los conflictos actuales en los que las capacidades ISTAR (Intelligence, Surveillance, Target Acquisition and Reconnaissance) y sus productos han tomado un papel fundamental en la toma de decisiones del Mando [13].

En este Trabajo Fin de Grado, se han analizado los fallos y carencias que presenta este vehículo en tres aspectos principales del vehículo: la plataforma vehicular VAMTAC ST5, el SERT y el vehículo del Jefe de la SEV.

Además, se ha llegado a la conclusión mediante los diferentes análisis, tanto cualitativos como cuantitativos, que la falta de potencia del vehículo así como la falta de potencia del sistema eléctrico son los principales fallos ya que son los que producen un mayor impacto a nivel técnico y táctico.

Destacar, además, la importancia de los análisis cuantitativos de costes y de coste-beneficio con la finalidad de proporcionar recomendaciones sobre las medidas a tomar para paliar dichos fallos más críticos, teniendo en cuenta el plazo y los limitados recursos con los que cuenta el Ejército de Tierra.

Enfatizar, de igual modo, la importancia de dotar al Jefe de la Sección de Vigilancia de una serie de medios que permitan explotar de forma óptima las amplias capacidades de obtención de información de los VERT, y que dicha información alcance el escalón superior con la mayor oportunidad.

Además, estas capacidades que el JSEV necesita se hacen especialmente importantes en la actualidad, ya que la doctrina destaca el rol de los jefes de las pequeñas unidades en el llamado "Mando Orientado a la Misión" (o *Mission Command*, en inglés) por el que se les otorga gran iniciativa en las operaciones militares [14].

Como líneas de trabajo futuras destacan las siguientes:

1. Activar en todos los Escuadrones de las Unidades de Caballería del Ejército de Tierra las Secciones de Vigilancia, como principal medio de adquisición de información de las mismas, y dotarlas con versiones mejoradas del VERT a raíz de informes realizados por los JSEV de unidades que ya cuentan con los mismos.
2. Estudiar las nuevas posibilidades de observación del moderno 8x8 "Dragón" en su versión de Observador Avanzado de Artillería, y su posible implementación en las Secciones de Exploración y Vigilancia [15].
3. Estudiar la implementación de las modernas SDR (Radio Definida por Software, por sus siglas en inglés) en el VERT como principal medio CIS de las mismas que aporten mayor ancho de banda y alcance [16].

6. Bibliografía

- [1] Mando de Adiestramiento y Doctrina, "PD4-026 Proceso de Planeamiento de las Operaciones a nivel Táctico." Anexo A, p. 1, 2019.
- [2] Mando de Adiestramiento y Doctrina "AGM-DIAE-CAB-002 Organización de la Caballería." p. 37, 2019.
- [3] Mando de Adiestramiento y Doctrina "MI-208 Vehículo de Exploración y Reconocimiento Terrestre." 2020.
- [4] UROVESA - Vehículos Especiales. [Online]. Available: <https://urovesa.com/>
- [5] Navantia. Inicio [Online]. Available: <https://www.navantia.es/es/>
- [6] A. Nevado Sienes "Informe sobre la apticipación de la SEV en Ex. Alhucemas." p. 3, Ronda, 2019.
- [7] Mando de Adiestramiento y Doctrina " Vehículo VAMTAC ST5 VERT Manual de Mantenimiento de Segundo, Tercer yCuarto Escalón." p. CR12, 2019.
- [8] Mando de Adiestramiento y Doctrina " Vehículo VAMTAC ST5 VERT Manual de Mantenimiento de Segundo, Tercer yCuarto Escalón." p. 61, 2019.
- [9] A. López Añón "Informe sobre necesidades CIS del vehículo de mando de la SEV", Ronda, 2020.
- [10] J. Baylos González "Apuntes de Combate de la Caballería. SEV." p. 16, 2020.
- [11] Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International journal of services sciences*, 1(1), 83-98.
- [12] A. López Añón "Estudio para la adquisición de un Vehículo Aerotransportable de Exploración de Caballería," CUD, 2018.
- [13] D. Mora Castilla "El VERT y su empleo." *Memorial de Caballería nº 89*, Junio 2020.
- [14] Mando de Adiestramiento y Doctrina, "PD4-026 Proceso de Planeamiento de las Operaciones a nivel Táctico." p. 6-7, 2019.
- [15] Ejército de Tierra "8x8, el fin de la espera." [Online]. Available: https://ejercito.defensa.gob.es/reportajes/2018/61_8x8_fin_espera.html
- [16] Mando de Adiestramiento y Doctrina "AGM-TM-402 Sistemas de Mando y Control de Caballería." p. 20, 2019.
- [17] Mando de Adiestramiento y Doctrina, "MT-204." p. 287, 2019.
- [18] Departamento comercial de Yamaha Motor Europe. [Online]. Available: <https://www.yamaha-motor.eu/es/es/>
- [19] Prestolite electric " A0014740JB Product details." [Online]. Available: https://www.prestolite.com/pgs_products/specs.php?pf=true&item_detail_id=22797&item=A0014740JB
- [20] Departamento comercial Rosco Ibérica S.A. [Online]. Available: <https://emea.rosco.com/es/product/filtro-uv>

Anexo A.

Ficha técnica VERT y RCWS Mini Samson 12,70mm

En la Tabla 8 se encuentra la ficha técnica del VERT (ver Ilustración 17) y en la Tabla 16 podemos encontrar la ficha técnica de la RWS Mini Samson del calibre 12,70 mm (ver Ilustración 18).

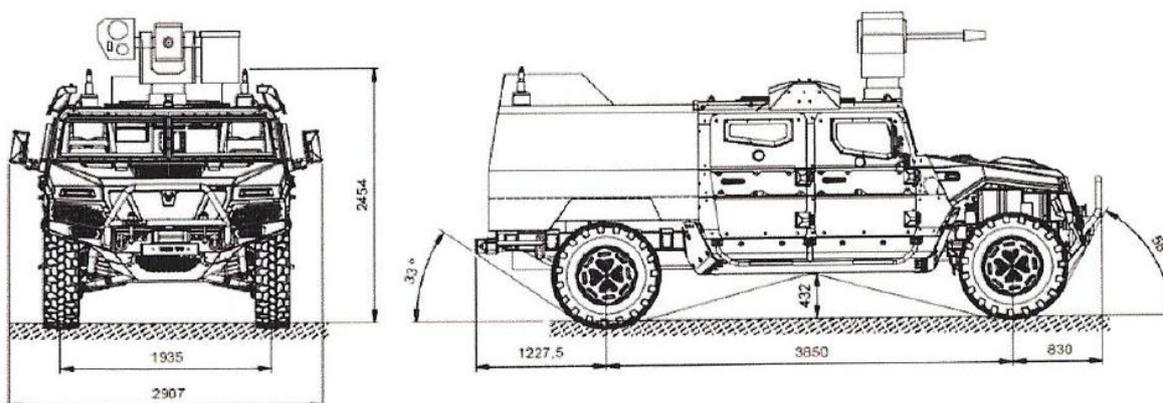


Ilustración 17. VERT. Fuente: MT-204 [17]

PAÍS DE ORIGEN	ESPAÑA
FABRICANTE	UROVESA
ENTRADA EN SERVICIO	2015
TRIPULACIÓN	4
HISTORIAL DE OPERACIONES	-

DIMENSIONES Y PESOS	ALTO	2.830 cm
	ANCHO	2.460 cm
	LARGO	6.300 cm
	PESO MÁXIMO AUTORIZADO	9.500 Kg
	CARGA ÚTIL	1.100 Kg
MOVILIDAD	VELOCIDAD MÁXIMA	118 Km/h
	AUTONOMÍA	538 Km
	CONSUMO EN CARRETERA	25 L/100 Km
	CONSUMO TODO TERRENO	50 L/100 Km
	CAPACIDAD DE COMBUSTIBLE	140 L
	CAPACIDAD DE VADEO	85 cm
	RADIO DE GIRO	8,5 m

ELEMENTOS PEDESTAL	CÁMARA IR CASTOR HR	3 campos de visión ópticos y 1 digital con microscan
	CÁMARA TV VINIRIS-S	Zoom óptico x26 y Zoom digital x12
	TELÉMETRO LÁSER ZEISS LDM 43	Precisión de +- 5m y rango entre 100m y 20.000m en varios objetivos simultáneos

	COMPÁS DIGITAL DMC-SX5000	Resolución de 0,25° en orientación y 0,1° en elevación
	GIRÓSCOPO DIGITAL SAGEM	Proporciona variaciones en orientación y elevación
	POSICIONADOR TAURO GYRO SAGEM	Permite al giróscopo giros de 360° en orientación y +- 45° en elevación a máximo 40,5°/s.
DIMENSIONES Y PESO DEL PEDESTAL	ALTO	651 mm
	ANCHO	508 mm
	FONDO	560 mm
	PESO	69 Kg

Tabla 8. Ficha técnica Vert. Fuente MT-204 [17]

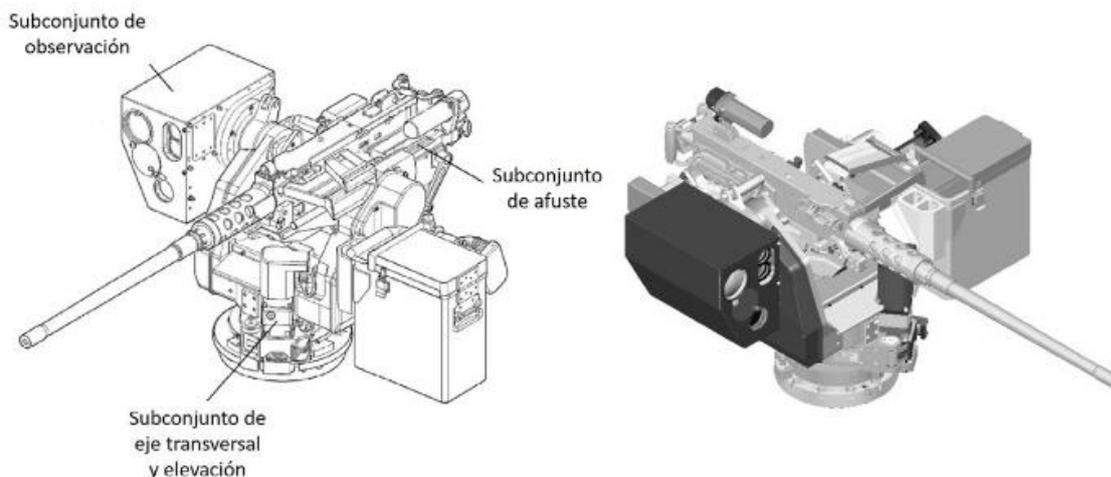


Ilustración 18. RCWS Mini Samson 12,70 mm. Fuente: MT-204 [17]

TIPO	AMP (M2HB)
CALIBRE	12,70 x 99 mm
ALCANCE EFECTIVO	1.500m
VELOCIDAD DE TIRO	500 disparos / min.
TIPO DE MUNICIÓN	M8 Standard NATO linked ammo
CAPACIDAD DE LA CAJA DE MUNICIÓN	200 cartuchos
PESO TOTAL (arma, torre y munición)	210 Kg

Tabla 9. Ficha técnica RCWS Mini Samson 12,70mm. Fuente MT-204 [17]

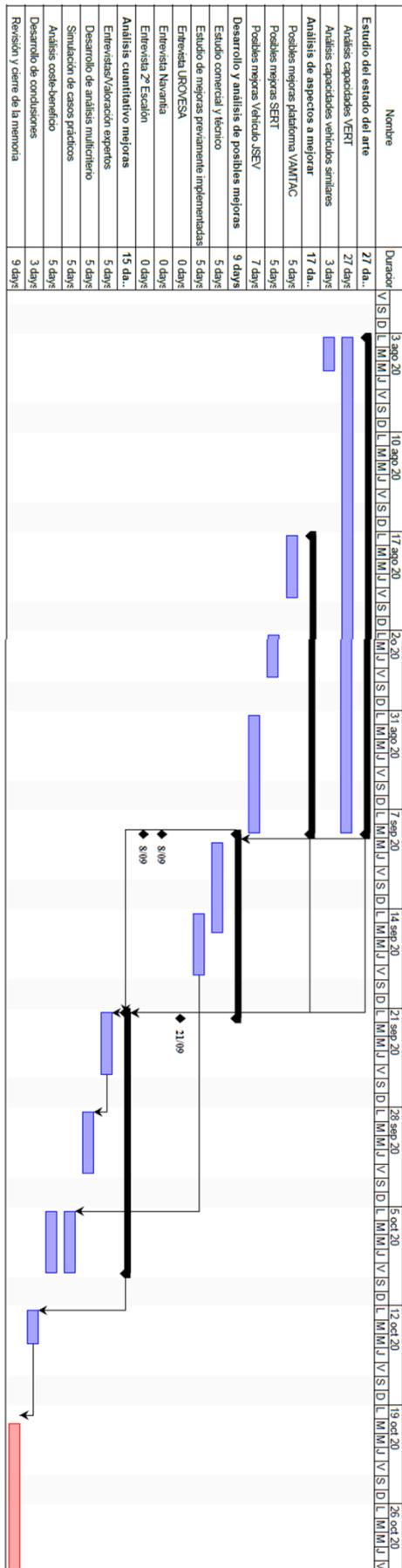
Anexo B.

Diagrama de Gantt

En este anexo puede verse el diagrama de Gantt utilizado para la planificación temporal del proyecto. La Tabla 10 muestra en detalle de las actividades realizadas en el proyecto.

		Nombre	Duración	Inicio	Terminado	Predecesores
1		Estudio del estado del arte	27 da...	3/08/20 8:...	8/09/20 17:...	
2		Análisis capacidades VERT	27 days	3/08/20 8:00	8/09/20 17:00	
3		Análisis capacidades vehículos similares	3 days	3/08/20 8:00	5/08/20 17:00	
4		Análisis de aspectos a mejorar	17 da...	17/08/20 8...	8/09/20 17:...	
5		Posibles mejoras plataforma VAMTAC	5 days	17/08/20 8:00	21/08/20 17:00	
6		Posibles mejoras SERT	5 days	24/08/20 8:00	28/08/20 17:00	
7		Posibles mejoras Vehículo JSEV	7 days	31/08/20 8:00	8/09/20 17:00	
8		Desarrollo y análisis de posibles mejoras	9 days	8/09/20 17...	21/09/20 17...	1;4
9		Estudio comercial y técnico	5 days	9/09/20 8:00	15/09/20 17:00	
10		Estudio de mejoras previamente implementadas	5 days	14/09/20 8:00	18/09/20 17:00	
11		Entrevista UROVESA	0 days	21/09/20 17...	21/09/20 17:00	
12		Entrevista Navantia	0 days	8/09/20 17:00	8/09/20 17:00	
13		Entrevista 2º Escalón	0 days	8/09/20 17:00	8/09/20 17:00	
14		Análisis cuantitativo mejoras	15 da...	21/09/20 8...	9/10/20 17:...	1;4;8SS
15		Entrevistas/Valoración expertos	5 days	21/09/20 8:00	25/09/20 17:00	10
16		Desarrollo de análisis multicriterio	5 days	28/09/20 8:00	2/10/20 17:00	15
17		Simulación de casos prácticos	5 days	5/10/20 8:00	9/10/20 17:00	10
18		Análisis coste-beneficio	5 days	5/10/20 8:00	9/10/20 17:00	
19		Desarrollo de conclusiones	3 days	12/10/20 8:00	14/10/20 17:00	14
20		Revisión y cierre de la memoria	9 days	19/10/20 17...	30/10/20 17:00	19

Tabla 10. Detalle actividades Diagrama de Gantt



Anexo C.

Entrevistas

Este anexo está compuesto por las entrevistas realizadas tanto al GE1 (Jefes de Sección de Exploración y Vigilancia), cómo al GE2 (2º Escalón de Mantenimiento y personal de UROVESA).

ENTREVISTA JSEV

Entrevistados	Cap. D. Álvaro Nevado Sienes, Tte. D. David Mora Castilla
Fecha entrevista	08/09/2020
Tamaño muestra	67%
Modo	Presencial

1. ¿Cuánto tiempo ha estado destinado en una Sección de Vigilancia? ¿Cree que los VERT se adaptan correctamente a los cometidos asignados a las SEV?

2. ¿Cuál considera la principal carencia del VERT? ¿Cree que la misma impide llevar a cabo los cometidos propios de la SEV?

3. ¿Encuentra deficiencias en el SERT? Indique cuales son:

4. ¿Cree que la plataforma VAMTAC ST5 presenta alguna carencia? ¿Cual/es?

5. ¿Cree que el vehículo de mando de la SEV reúne las condiciones necesarias para desempeñar de forma eficaz su función, y posee las capacidades para filtrar adecuadamente la información proporcionada por los sensores SERT?

6. ¿Ha conseguido subsanar alguna de estas deficiencias durante su tiempo destinado en la SEV? ¿Cuál y en qué ha consistido la mejora?

ENTREVISTA 2º ESCALON DE MANTENIMIENTO

Entrevistados	Stte. Prada
Fecha entrevista	14/09/2020
Tamaño muestra	100%
Modo	Presencial

1 ¿Cuál es el peso de los paneles de blindaje cerámico? ¿Poseen medios en el 2º EMAN para extraerlos? ¿Cuántas horas de trabajo serían necesarias para realizar dicha operación?

2 ¿Cree que existe algún otro elemento en la plataforma VAMTAC ST5 que podría extraerse sin una excesiva pérdida de prestaciones y que supondría una considerable reducción del peso del vehículo?

3 ¿Poseen medios suficientes en el 2º EMAN para sustituir el motor de un VAMTAC ST5?

4 ¿Poseen los medios necesarios en el 2º EMAN para instalar una rueda de repuesto similar a la de los VAMTAC ST5 de línea? ¿Cuántas horas de trabajo serían necesarias para dicha instalación?

5 ¿Cree que sería posible sustituir el alternador por otro más potente en el 2º EMAN?

6 ¿Poseen los medios en el 2º EMAN para sustituir los asientos del VERT?

7 ¿Podría el 2º EMAN instalar un acelerador de mano en los VERT?

ENTREVISTA UROVESA

Entrevistados	Técnicos UROVESA
Fecha entrevista	01/10/2020
Modo	Presencial

1. Según el manual de mantenimiento del VERT la operación de cambio de alternador corresponde al 4º EMAN ¿Cuántas horas de trabajo estima necesarias para realizar dicha operación?
2. ¿Es posible instalar en el puente (Derecha del conductor), tras el freno de estacionamiento un acelerador de palanca?
3. Respecto a cambiar los asientos para aumentar su comodidad y ergonomía ¿Tiene UROVESA medios propios para realizar dicha operación o subcontrata este tipo de productos?
4. ¿Sería posible sustituir el motor actual de los VERT por el de la versión más potente de Infantería de Marina? ¿Son los sistemas y la transmisión compatibles? ¿Cuántas horas estima necesarias para realizar esta operación?
5. ¿Cuál es el coste horario de la mano de obra de UROVESA?

Anexo D.

Mando Yamaha 704

En el presente anexo puede verse una imagen y los planos del mando acelerador de mano Yamaha 704.

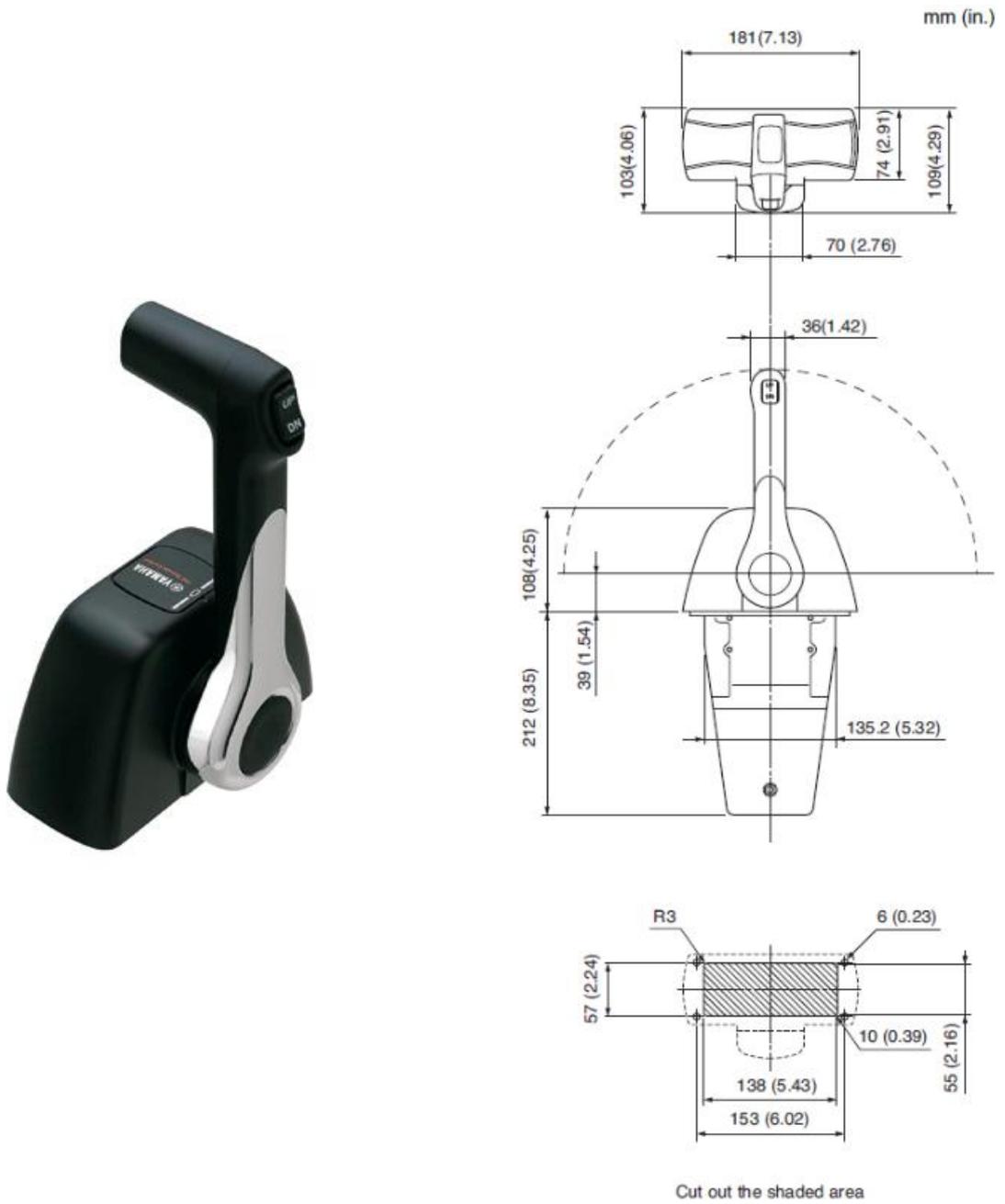


Ilustración 19. Mando Yamaha 704. Fuente: Departamento comercial de Yamaha Motor Europe [18]

Anexo E.

Ficha técnica alternador 24V/200A

Este anexo contiene una imágenes y los planos del alternador Prestolite A0014740JB de 24 voltios y 200A. Además, en la Tabla 11 puede verse la ficha técnica del mismo.

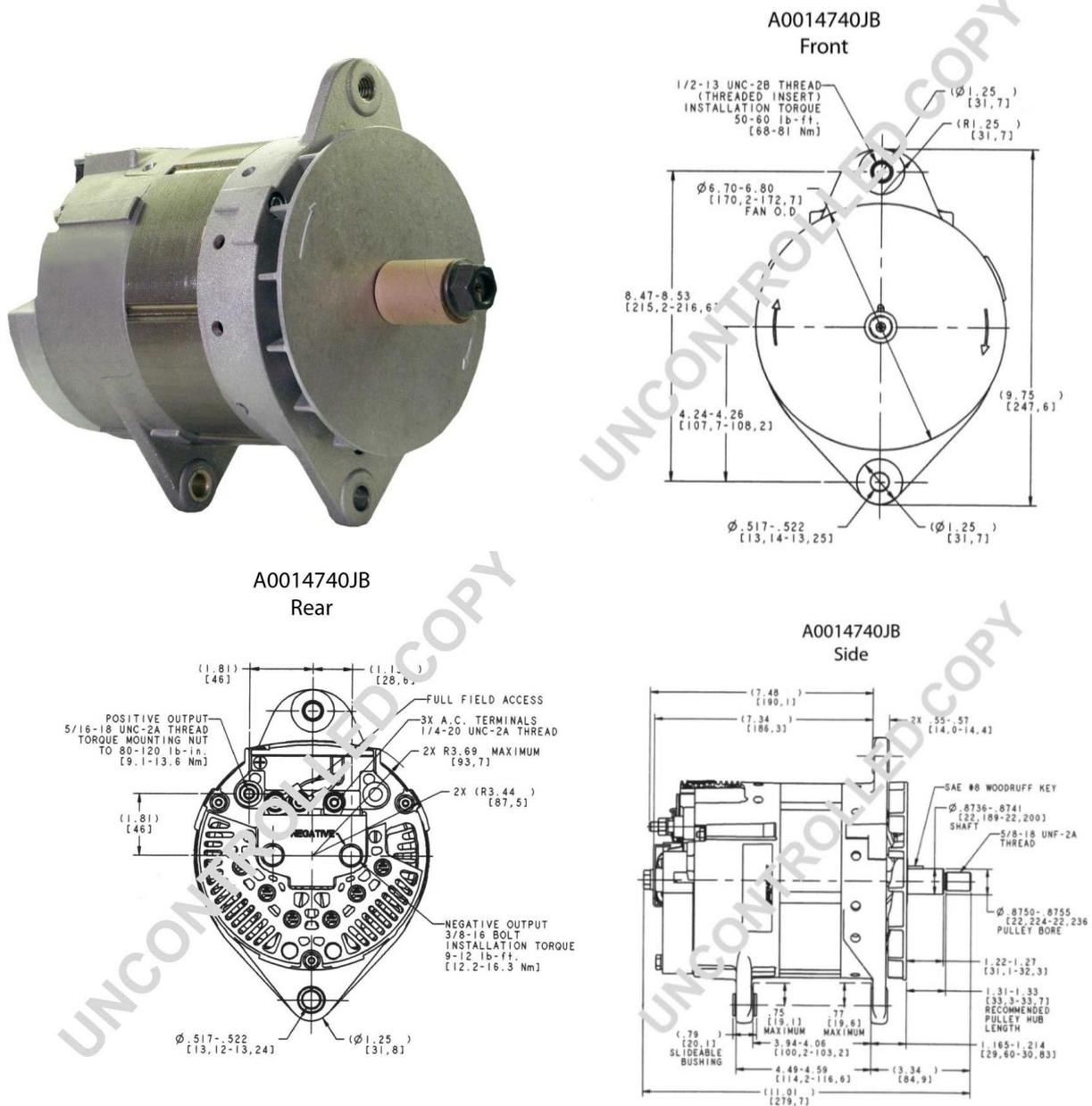


Ilustración 20. Alternador Prestolite A0014740JB. Fuente: Prestolite electric [19].

Voltaje del sistema	24V
Corriente de salida	200A
Rotación	Sentido horario
Tamaño perno positivo	5 / 16-18"
Tamaño perno negativo	3/8 / -16"
Regulador	Integrado
Ref. Regulador	R240103495

Tabla 11. Ficha técnica alternador Prestolite. Fuente: Prestolite electric [19]

Anexo F.

Encuesta ergonomía VERT

Este anexo contiene la encuesta realizada a través de Formularios de Google al personal de la SEV del 1º Escuadrón del GCLAC "Reyes Católicos" II de la Legión con la finalidad de conocer la valoración de los usuarios sobre la comodidad y ergonomía del VERT.

ENCUESTA SOBRE ERGONOMÍA DEL VERT

Encuesta anónima con la finalidad de recopilar datos para el Trabajo de Fin de Grado titulado "Estudio de posibles mejoras a implementar en el VERT" por el CAC César Torrejón Miralles.

Muchas gracias por su colaboración.

***Obligatorio**

Seleccione su puesto táctico *

Conductor

Jefe de vehículo

Observador

Tirador

Valore su postura corporal cuando se encuentra en su puesto *

(Escala 1 al 7 donde 1 es "Muy Mala" y 7 es "Muy buena")

Valore la comodidad de permanecer largos periodos de tiempo en su puesto *

(Escala 1 al 7 donde 1 es "Muy Mala" y 7 es "Muy buena")

Valore la comodidad del material de fabricación del asiento *

(Escala 1 al 7 donde 1 es "Muy Mala" y 7 es "Muy buena")

Valore la posición de las pantallas de su puesto respecto a su cómoda visualización *

(Escala 1 al 7 donde 1 es "Muy Mala" y 7 es "Muy buena")

Si en la anterior pregunta ha respondido con una valoración de 3 o inferior, responda a la siguiente pregunta: ¿Porque le resulta incómoda la posición de la pantalla?

1. La pantalla se encuentra demasiado alta
2. La pantalla se encuentra demasiado baja
3. Manipular la pantalla me obliga a ladearme
4. Visualizar la pantalla me obliga a desviar la vista de mi función principal (conducir, manipular el SERT...)
5. Otros

Valore la posición de los mandos para un manejo óptimo de los mismos *

(Escala 1 al 7 donde 1 es "Muy Mala" y 7 es "Muy buena")

Si en la anterior pregunta ha respondido con una valoración de 3 o inferior, responda a la siguiente pregunta: ¿Porque le resulta incómoda la manipulación de los mandos?

1. Se encuentran demasiado altos
2. Se encuentran demasiado bajos
3. Al operar los mandos no puedo mantener una postura adecuada sobre el asiento
4. Otros

Valore, en general, la ergonomía del vehículo *

(Escala 1 al 7 donde 1 es "Muy Mala" y 7 es "Muy buena")

Anexo G.

Ficha técnica filtro UV "Rosco"

Este anexo contiene la ficha técnica del Filtro UV proporcionado por su fabricante [20].



Filtro UV

El Filtro UV de Rosco bloquea las longitudes de onda UV cercanas, al mismo tiempo que transmite los rayos visibles. Ideal para aplicaciones donde los rayos ultravioleta tienen un efecto dañino.

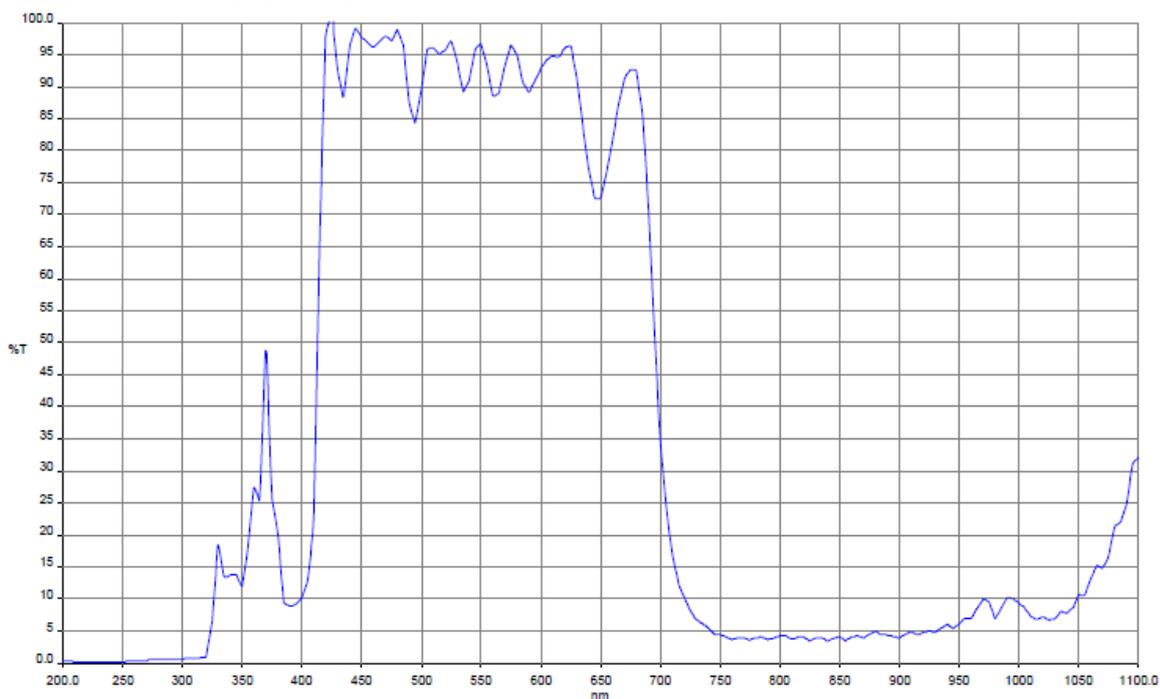
El Filtro UV de Rosco se usa en lugares donde los rayos ultravioleta podrían afectar a los objetos que están siendo iluminados. Los rayos UV cercanos causarán degradación del tinte en textiles, fibras de papel y plásticos. El Filtro UV de Rosco es muy efectivo al bloquear estas longitudes de onda mientras transmite los rayos de luz visible. Transparente para el ojo humano, puede utilizarse en fuentes de luz, ventanas o vitrinas.

En fotografía para inhibir los rayos ultravioleta de los flashes y arcos de luz. Algunos pigmentos, tintas y blanqueadores textiles, tienden a producir fluorescencia cuando se exponen a una radiación ultra-violeta. Como resultado, puede haber desvíos cromáticos en algunos tipos de negativos en la película de color.

Para fuentes de luz o escaparates, el Filtro UV reducirá significativamente la transmisión de los rayos ultravioletas, y mantendrá la viveza del color durante más tiempo.

El Filtro UV está disponible en hojas, rollos y vainas para la filtración de lámparas fluorescentes. Es muy recomendable añadir una vaina de Filtro UV cuando se usan vainas para fluorescentes. El Filtro UV preserva considerablemente la vida del filtro de color.

El Filtro UV es un filtro prácticamente transparente, especialmente revestido para absorber los rayos ultravioleta. El material transmite menos de un 10% de rayos ultravioleta por debajo de los 390 nanómetros. NOTA: Un filtro de luz negra pasa los rayos UV. El Filtro de Rosco absorbe los UV.



Anexo H.

Ficha técnica VAMTAC ST5

En la Tabla 12 se muestra la ficha técnica del vehículo VAMTAC ST5 (ver Ilustración 21) obtenida del TFG del Teniente D. Antonio López Añón [9].

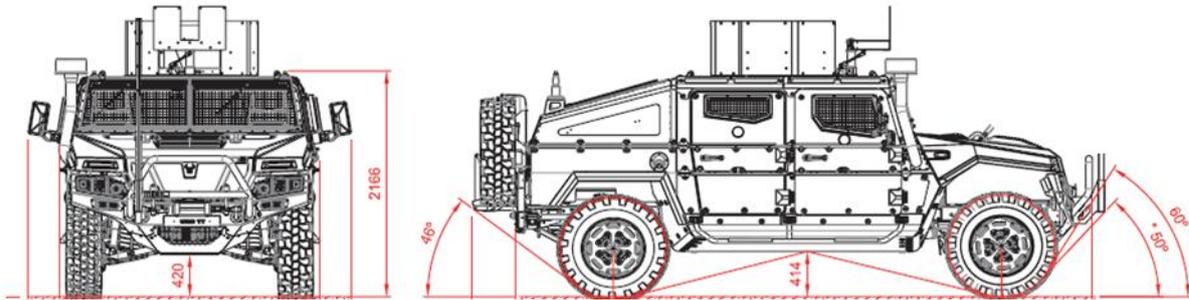


Ilustración 21. URO VAMTAC ST5. Fuente: TFG Antonio López Añón [9]

PAÍS DE ORIGEN	ESPAÑA
FABRICANTE	UROVESA
ENTRADA EN SERVICIO	2015
TRIPULACIÓN	3-5 (JV, T, CD y 2 exploradores)
HISTORIAL DE OPERACIONES	-

POTENCIA DE FUEGO	ARMAMENTO	CALIBRE ARMA PPAL	AMP 12,7 x 99 mm
			AMM 7,62 x 51 mm
			LAG 40 mm
			Misil C/C Spike
		ÁNGULO DEPRESIÓN/ELEVACIÓN DEL ARMA PPAL	-
		ALCANCE MÁXIMO EFICAZ	1000-4000 m
		ARMA COAXIAL	No
		ARMA SECUNDARIA	AML 5,56 x 45 mm en versiones con Misil C/C
		ARMAMENTO EN SUPERESTRUCTURA	Sí en estaciones con armamento por control remoto
		ARMAMENTO POR CONTROL REMOTO	Sí
MUNICIÓN MÁXIMA	-		
TIPO DE ÁNIMA	RAYADA		

POTENCIA DE FUEGO	SAD	DIRECCIÓN DE TIRO	Sí en estaciones con armamento por control remoto
	SAOI	ELEMENTO OBSERVACIÓN DE JV	No y sin escotilla para jefe
		SISTEMAS INTEGRADOS PARA COMBATE EN CONDICIONES DE BAJA VISIBILIDAD	Sí en estaciones con armamento por control remoto

PROTECCIÓN	BLINDAJE	NIVEL ESTÁNDAR	STANAG Nivel 4
		NIVEL MINAS/IED	STANAG Nivel 3 completo
		DISTANCIA AL SUELO	414 mm
PROTECCIÓN	SAT	AIRE ACONDICIONADO/CALEFACCIÓN	Sí
		DISPOSICIÓN DE LA TRIPULACIÓN	
		SISTEMA INTERFÓNICO	No
	SCP	PROTECCIÓN NBQ	Sí
		LANZA-ARTIFICIOS	Según estación armas remota
		EQUIPOS CI/AE	Sí
		EQUIPOS COMPLEMENTARIOS	NO

MOVILIDAD	MT	RADIO DE GIRO	8,5 m
		PENDIENTE VERTICAL	78%
		PENDIENTE LATERAL	50%
		FRANQUEO OBSTÁCULOS VERTICALES	0,6
		FRANQUEO DE ZANJAS	0,5
		ÁNGULO DE APROXIMACIÓN	60°
		ÁNGULO DE SALIDA	46°
		ELEMENTO DE RECUPERACIÓN	Cabestrante
		VADEO	0,85 m sin preparación
		POTENCIA POR TONELADA	23,59 CV/t
		ÓRGANOS DE TRANSMISIÓN	Automática de 7 velocidades
		SUSPENSIÓN	Muelles helicoidales
		MOTOR	3,2L V6 Turbodiesel de 217 CV
		TRACCIÓN	4 x 4

		VELOCIDAD MÁXIMA	118 km/h
		CONSUMO MEDIO COMBINADO	26 L/100 km
		CAPACIDAD DE COMBUSTIBLE	140 L
		SISTEMA RUN-FLAT	Sí
		SISTEMA DE INFLADO DE RUEDAS	Sí
		SISTEMA PARA CONDUCCIÓN CON BAJA VISIBILIDAD	Sistemas de luces infrarrojas para conducción nocturna
		BARRAS ANTIVUELCO	Sí
	ME/O	AEROTRANSPORTABLE	Sí
		AUTONOMÍA	538 km
		DIMENSIONES (m)	5,784 (l) x 2,401 (a) x 2,5 (h)
		MASA MÁX EN ORDEN DE COMBATE	9,2 t
	SNAVGCB	SISTEMA DE MANDO Y CONTROL	Sí existe la opción
		SISTEMAS RADIO	Compatible con medios PR4G

Tabla 12. Ficha técnica URO VAMTAC ST5. Fuente: TFG Antonio López Añón [9]

Anexo I.

AMFE

MODO DE FALLO	CAUSAS	EFECTO	PLATAFORMA VAMTAC ST5				NPR INICIAL	MEJORAS	RESPON. IMPLLEM.	IMP. OCU. DET. FINAL			NPR FINAL
			IMP. OCU. ST5	DET. ST5	IMP. OCU. DET.	DET. FINAL							
SERT													
Falta de Potencia	Baja relación pot./peso	Movilidad limitada	8	9	1	72	Reducción de peso Cambiar el motor	2 EMAN	5	5	1	25	
Reparación grandes fugas	Falta sist. reparación	Movilidad limitada	9	2	1	18	Rueda de repuesto Acelerador de mano Cambiar el alternador	4 EMAN	2	2	1	4	
Falta de Pot. Sist. Eléctrico	Baja pot. alternador	Fallo de sistemas	7	7	1	49	Inhabilitar funciones Cambiar asientos	4 EMAN SEV	7	3	1	21	
Deficiencia ergonómica	Incomod. asientos	Reducción rendimiento personal	4	3	4	48	Cambiar asientos	4 EMAN	4	1	4	35	
SEV													
Fallo cámara diurna	Exposición al sol	Dificultad identificación objetivos	5	6	1	30	Instalar filtro UV	2 EMAN	5	2	1	10	
Obsolesc. terminal OBS/JV	Term. poco intuitivo	Manejo poco intuitivo	2	10	1	20	Inst. terminal moderno	4 EMAN	2	3	1	6	
Dificultad transm. de objetivos	Difícil com. JV-OBS	Lenta captura objetivos con SERT	5	8	2	80	Inst. "Team Viewer"	SEV	3	1	2	6	
VEHICULO JSEV													
Menor movilidad vehículo	Vehículo obsoleto	Menor movilidad SEV	7	10	1	70	Plat. VAMTAC ST5	4 EMAN	3	2	1	6	
No posee armamento	Carencia arm. Autodef.	Limitada capacidad autodefensa	5	10	1	50	RCWS Mini Samson	4 EMAN	3	3	1	9	
Medios CIS inadecuados	No existen medios dotación	Dificultad filtrar información	9	10	1	90	Inst. Medios CIS		5	4	1	20	
NPR													
1≤NPR≤20		21≤NPR≤40		41≤NPR≤60		NPR≤61							

Anexo J.

Cuestionario metodología AHP

En este anexo aparece el cuestionario realizado al GE1 con la finalidad de llevar a cabo el análisis multicriterio.

CUESTIONARIO METODOLOGÍA AHP

Este cuestionario tiene como finalidad someter a las dos principales mejoras a implementar en el VERT a un análisis multicriterio siguiendo el método AHP.

Este método permite ponderar entre sí los diferentes criterios de valoración en función de la importancia que tienen los mismos para, posteriormente, valorar cada alternativa para cada criterio, obteniendo así la mejor.

Este cuestionario consta de dos partes; una primera en la que se valorarán los criterios y las alternativas para solucionar la falta de potencia del VERT. En la segunda parte se valorarán los criterios y las alternativas para solucionar la falta de potencia del sistema eléctrico del vehículo.

Para valorar los criterios se emplea la Escala Fundamental de Saaty tal y como se detalla a continuación:

ESCALA FUNDAMENTAL DE SAATY		
VALOR	DEFINICIÓN	DESCRIPCIÓN
1	Igual importancia	Criterio A igual que B
3	Importancia moderada	A ligeramente más importante que B
5	Importancia grande	A más importante que B
7	Importancia muy grande	A mucho más importante que B
9	Importancia extrema	A extremadamente más importante que B

PRIMERA PARTE: FALTA DE POTENCIA DEL VERT

A continuación se valorarán dos a dos los criterios en una Escala Saaty. Indique de cada par de criterios el que considera más importante y valore el nivel de importancia del mismo.

CRITERIOS	MÁS IMPORTANTE	VALOR
Protección - Movilidad		
Protección - Precio		
Protección - Facilidad implementación		
Movilidad - Precio		
Movilidad - Facilidad implementación		
Precio - Facilidad Implementación		

A continuación, puntúe en una escala Saaty la alternativa para cada criterio:

CRITERIO: Protección	MÁS IMPORTANTE	VALOR
Cambiar el motor - Reducir Blindaje		
Cambiar el motor - No realizar cambios		
Reducir Blindaje - No realizar cambios		

CRITERIO: Movilidad	MÁS IMPORTANTE	VALOR
Cambiar el motor - Reducir Blindaje		
Cambiar el motor - No realizar cambios		
Reducir Blindaje - No realizar cambios		

CRITERIO: Coste	MÁS IMPORTANTE	VALOR
Cambiar el motor - Reducir Blindaje		
Cambiar el motor - No realizar cambios		
Reducir Blindaje - No realizar cambios		

CRITERIO: Facilidad implementación	MÁS IMPORTANTE	VALOR
Cambiar el motor - Reducir Blindaje		
Cambiar el motor - No realizar cambios		
Reducir Blindaje - No realizar cambios		

SEGUNDA PARTE: FALTA DE POTENCIA DEL SISTEMA ELÉCTRICO

A continuación, indique qué criterio considera el más importante y valore el nivel de importancia en escala Saaty.

CRITERIOS	MÁS IMPORTANTE	VALOR
Potencia - Eficiencia		
Potencia - Precio		
Potencia - Facilidad implementación		
Eficiencia - Precio		
Eficiencia - Facilidad implementación		
Precio - Facilidad Implementación		

A continuación, puntúe en una escala Saaty la alternativa para cada criterio:

CRITERIO: Potencia	MÁS IMPORTANTE	VALOR
Acelerador de mano - Cambiar alternador		
Acelerador de mano - Inhabilitar funciones		
Acelerador de mano - No realizar cambios		
Cambiar alternador - Inhabilitar funciones		
Cambiar alternador - No realizar cambios		
Inhabilitar funciones - No realizar cambios		

CRITERIO: Eficiencia	MÁS IMPORTANTE	VALOR
Acelerador de mano - Cambiar alternador		
Acelerador de mano - Inhabilitar funciones		
Acelerador de mano - No realizar cambios		
Cambiar alternador - Inhabilitar funciones		
Cambiar alternador - No realizar cambios		
Inhabilitar funciones - No realizar cambios		

CRITERIO: Coste	MÁS IMPORTANTE	VALOR
Acelerador de mano - Cambiar alternador		

Acelerador de mano - Inhabilitar funciones		
Acelerador de mano - No realizar cambios		
Cambiar alternador - Inhabilitar funciones		
Cambiar alternador - No realizar cambios		
Inhabilitar funciones - No realizar cambios		

CRITERIO: Facilidad implementación	MÁS IMPORTANTE	VALOR
Acelerador de mano - Cambiar alternador		
Acelerador de mano - Inhabilitar funciones		
Acelerador de mano - No realizar cambios		
Cambiar alternador - Inhabilitar funciones		
Cambiar alternador - No realizar cambios		
Inhabilitar funciones - No realizar cambios		

Anexo K.

Desarrollo metodología AHP

En el presente anexo se reflejan los resultados de las diferentes etapas de la metodología AHP aplicada para las mejoras a la falta de potencia del VERT y a la falta de potencia de sus sistema eléctrico en base a la aplicación AHP desarrollada por la Academia Logística.

METODOLOGÍA AHP PARA LAS MEJORAS A LA FALTA DE POTENCIA DEL VERT

1ª Etapa: la primera etapa del análisis consiste en identificar los criterios de valoración de las alternativas (ver Ilustración 12. Esquema resumen del análisis multicriterio para las soluciones a la falta de potencia).

2ª Etapa: consiste en ponderar los criterios entre sí, obteniendo una jerarquía entre los mismos (ver Tabla 13).

Método AHP - Evaluación de Criterios (Etapa 2)

Evaluación de CRITERIOS

CRITERIOS	Protección	Movilidad	Coste	Facilidad Implem.
Protección	1	1/3	7	5
Movilidad	3	1	9	7
Coste	1/7	1/9	1	1/3
Facilidad Implem.	1/5	1/7	3	1

PESOS(W)
0,29
0,57
0,04
0,09

Escala de SAATY

Valor	Definición
1	a - Igual Importancia
3	b - Importancia Moderada v 1/3
5	c - Importancia Grande v 1/5
7	d - Importancia Muy Grande v 1/7
9	e - Importancia Extrema v 1/9

R.I. : 0.0624

Calcular

< Volver Datos AHP

Tabla 13. 2ª Etapa método AHP para las mejoras a la falta de potencia del VERT

3ª Etapa: se realiza una valoración de las diferentes alternativas para cada criterio, jerarquizando, por tanto, las mismas tantas veces como criterios se estudien (ver Tabla 14).

Método AHP - Evaluación de Alternativas (Etapa 3)

Movilidad	Cambiar Motor	Quitar Blindaje	No realizar	R.I. : 0.0701	PESOS(W)
Cambiar Motor	1	3	9	0.65	
Quitar Blindaje	1/3	1	7	0.29	
No realizar cambios	1/9	1/7	1	0.06	

Protección	Cambiar Motor	Quitar Blindaje	No realizar	R.I. : 0.0000	PESOS(W)
Cambiar Motor	1	3	1	0.43	
Quitar Blindaje	1/3	1	1/3	0.14	
No realizar cambios	1	3	1	0.43	

Coste	Cambiar Motor	Quitar Blindaje	No realizar	R.I. : 0.0565	PESOS(W)
Cambiar Motor	1	1/5	1/7	0.07	
Quitar Blindaje	5	1	1/3	0.28	
No realizar cambios	7	3	1	0.64	

Facilidad Implem.	Cambiar Motor	Quitar Blindaje	No realizar	R.I. : 0.0334	PESOS(W)
Cambiar Motor	1	1/3	1/5	0.11	
Quitar Blindaje	3	1	1/3	0.26	
No realizar cambios	5	3	1	0.63	

Calcular

< Volver

Tabla 14. 3ª Etapa del método AHP para las mejoras de la falta de potencia

4ª Etapa: se muestran los resultados en base a las evaluaciones hechas en la 2ª y 3ª etapa. (Ver Tabla 4).

METODOLOGÍA AHP PARA LAS MEJORAS A LA FALTA DE POTENCIA ELÉCTRICA

1ª Etapa: de igual forma que en el análisis AHP anterior, los diferentes criterios evaluados se muestran en la .

2ª Etapa: se ponderan los criterios y para ordenarlos jerárquicamente (ver Tabla 15)

Método AHP - Evaluación de Criterios (Etapa 2)

Evaluación de CRITERIOS

CRITERIOS	Potencia	Eficiencia	Coste	Facilidad Implem.	PESOS(W)
Potencia	1	5	7	3	0.56
Eficiencia	1/5	1	3	1/3	0.12
Coste	1/7	1/3	1	1/5	0.06
Facilidad Implem.	1/3	3	5	1	0.26

R.I. : 0.0439

Escala de SAATY

Valor	Definición
1	a - Igual Importancia
3	b - Importancia Moderada v 1/3
5	c - Importancia Grande v 1/5
7	d - Importancia Muy Grande v 1/7
9	e - Importancia Extrema v 1/9

Calcular

< Volver Datos AHP

Tabla 15. 2ª Etapa metodología AHP para las mejoras de la falta de potencia eléctrica

3ª Etapa: se evalúan las alternativas para cada criterio. (Ver Tabla 16).

Método AHP - Evaluación de Alternativas (Etapa 3)

R.I. : 0.0029

Potencia	Acelerador de mano	Cambiar altemador	Inhabilitar funcion	No realizar cambios	PESOS(W)
Acelerador de...	1	1/3	1	3	0.19
Cambiar alter...	3	1	3	7	0.54
Inhabilitar fun...	1	1/3	1	3	0.19
No realizar ca...	1/3	1/7	1/3	1	0.07

R.I. : 0.0439

Eficiencia	Acelerador de mano	Cambiar altemador	Inhabilitar funcion	No realizar cambios	PESOS(W)
Acelerador de...	1	1/7	1/5	1/3	0.06
Cambiar alter...	7	1	3	5	0.56
Inhabilitar fun...	5	1/3	1	3	0.26
No realizar ca...	3	1/5	1/3	1	0.12

R.I. : 0.0278

Precio	Acelerador de mano	Cambiar altemador	Inhabilitar funcion	No realizar cambios	PESOS(W)
Acelerador de...	1	3	1/5	1/5	0.11
Cambiar alter...	1/3	1	1/7	1/7	0.05
Inhabilitar fun...	5	7	1	1	0.42
No realizar ca...	5	7	1	1	0.42

R.I. : 0.0278

Facilidad Implem.	Acelerador de mano	Cambiar altemador	Inhabilitar funcion	No realizar cambios	PESOS(W)
Acelerador de...	1	3	1/5	1/5	0.11
Cambiar alter...	1/3	1	1/7	1/7	0.05
Inhabilitar fun...	5	7	1	1	0.42
No realizar ca...	5	7	1	1	0.42

Calcular 

< Volver

Tabla 16. 3ª Etapa metodología AHP para las mejoras de la falta de potencia eléctrica

4ª Etapa: se muestran los resultados en base a las evaluaciones de la 2ª y 3ª etapa (ver Tabla 5).

Anexo L.

Análisis detallado de Costes

Este anexo contiene un análisis detallado de los costes de implementación de cada una de las mejoras propuestas para el VERT.

COSTE CAMBIO DE MOTOR			
ÍTEM	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL (€)
Motor	1	35.721,47 €	35721,47
Mano de obra	50h	54 €/h	2700
TOTAL			38421,47

Tabla 17. Coste de implementación de cambio de motor

COSTE REDUCCIÓN DE BLINDAJE			
ÍTEM	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL (€)
Mano de obra	6h	7,03 €/h	42,18
TOTAL			42,18

Tabla 18. Coste de reducción de blindaje

COSTE RUEDA DE REPUESTO			
ÍTEM	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL (€)
Conjunto rueda	1	750,83 €	750,83
Mano de obra	4h	7,03 €/h	28,12
TOTAL			778,95

Tabla 19. Coste de implementación de rueda de repuesto

COSTE CAMBIAR EL ALTERNADOR			
ÍTEM	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL (€)
Alternador	1	714 €	713,99
Mano de obra	10h	54 €/h	540,00
TOTAL			1253,99

Tabla 20. Coste de cambiar el alternador

COSTE INSTALAR ACELERADOR DE MANO			
ÍTEM	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL (€)
Mando	1	275,68 €	275,68
Cable de conexión	1	111,03 €	111,03
Mano de obra	4h	54 €/h	216
TOTAL			602,71

Tabla 21. Coste de implementación de un acelerador de mano

COSTE INSTALACIÓN FILTRO UV			
ÍTEM	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL (€)
Filtro UV	1	130,00 €	130 €
Mano de obra	1h	7,03 €/h	7,03
TOTAL			137,03

Tabla 22. Coste de instalación de filtro UV

COSTE MODERNIZAR TERMINAL OBS Y JV			
ÍTEM	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL (€)
Tablet Panasonic	2	2.363,90 €	4.727,80 €
Soporte tablet	2	326,23 €	652,46 €
Mano de obra	4h	7,03 €/h	28,12
TOTAL			5408,38

Tabla 23. Coste de modernización de los terminales del JV y el Observador

COSTE ANUAL "TEAM VIEWER"			
ÍTEM	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL (€/año)
Licencia	12	27,90 €/mes	335 €
Mano de obra	1h	7,03 €/h	7,03
TOTAL			341,83

Tabla 24. Coste anual del software "Team Viewer"

COSTE VEHÍCULO JSEV			
ÍTEM	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL (€)
VAMTAC ST5	1	193.005,18 €	193.005,18
Torre RCWS "Mini Samson"	1	120.000,00 €	120.000,00
Amplificador 50W AN/PRC117G			
Adaptador vehicular AN/PRC117G	1	19.000,14 €	19.000,14
RTFM EPM AN/PRC-117G	1	36.808,53 €	36.808,53
Base Antena Univ. AN/PRC-117G	1	379,94 €	379,94
Tablet Panasonic CF-D1MK3	1	2.363,90 €	2.363,90
PR4G V3	2	30.480,00 €	60960,00
Switch 5 puertos 10/100BASET(X)	1	160,75 €	160,75
TOTAL			432.678,44

Tabla 25. Coste del Vehículo del Jefe de SEV

ESTIMACIÓN COSTE HORARIO PERSONAL TROPA FAS			
	CANTIDAD	NUM. ANUAL	TOTAL
Salario Anual Base	7.803,96 €	1	7.803,96 €
C. Empleo	273,91	12	3.286,92 €
Pagas extr.	644,40 €	2	1.288,80 €
TOTAL ANUAL (11 meses)			12.379,68 €
TOTAL MENSUAL (20 días)			1.125,43 €
TOTAL DIARIO (8 horas)			56,27 €
TOTAL HORA			7,03 €

Tabla 26. Estimación del coste horario efectivo del personal interno de las FAS