



Trabajo Fin de Grado

Estudio de calidad del mantenimiento del
vehículo mecanizado TOA

Autor

Fco. de Paula Romero Martín

Director/es

Director académico: Dr. D. Fco. Javier Pascual Aranzana.
Director militar: Capitán D. Fco. Jesús Partera Pérez.

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar
Año 2021

AGRADECIMIENTOS

No quiero finalizar este trabajo sin dar las gracias a todos aquellos que han contribuido a su realización.

En primer lugar, me gustaría agradecer profundamente la oportunidad que la 1^a Compañía del Batallón “Princesa” I/2 me brindó a la hora de realizar este trabajo. Más concretamente a su entonces Capitán Fco. Jesús Partera Pérez, que puso a mi disposición todo lo necesario para el correcto desarrollo del proyecto, además de integrarme como uno más de su Compañía, permitiéndome conocer el funcionamiento de esta a todos los niveles.

En segundo lugar, también me gustaría agradecer al Doctor Fco. Javier Pascual Aranzana todo el tiempo dedicado a sacar adelante este trabajo, siendo su ayuda imprescindible para lograr la correcta finalización de este.

Y por último también me gustaría agradecer a mi familia y amigos todo el apoyo que de una forma u otra me han mostrado, que también ha sido vital para la realización del proyecto.

RESUMEN

Actualmente las unidades mecanizadas-acorazadas son aquellas que dominan los campos de batalla debido a su movilidad y potencia de fuego, pero no serían nada sin las plataformas de trabajo que les otorgan esas características especiales, los vehículos. Es por ello por lo que el mantenimiento de estos vehículos, como herramienta que permite asegurar la disponibilidad, adquiere un carácter vital para poder cumplir con su misión y el Ejército de Tierra no es ajeno a esta situación. Por esta necesidad de los vehículos es mucho el tiempo y recursos que se dedican al mantenimiento de este tipo de unidades, desde el nivel de los usuarios hasta las grandes estructuras del ejército.

El Regimiento “La Reina” nº2 es una de estas unidades que trabaja sobre vehículos mecanizados y por tanto busca siempre la mejora en el mantenimiento de estos para mantener el máximo nivel de operatividad. Esta es la razón de ser del proyecto que se ha llevado a cabo: la identificación y análisis de posibles mejoras del proceso de mantenimiento de la 1^a Cía del Batallón “Princesa” I/2 e implantación de estas.

El trabajo comenzó con la recopilación de información acerca del proceso de cuidado de los vehículos que se estaba llevando a cabo en la compañía mediante entrevistas con aquellos que conocen de primera mano el TOA, desde los mismos conductores hasta el encargado del taller de 2º EMAN; seguido del registro de aquellas averías que causan inoperatividad en los vehículos y, por tanto, son más importantes.

Posteriormente, se procedió a analizar las causas de las averías detectando aquellas que podían ser evitadas mediante un cambio en los procesos de mantenimiento. Finalmente se obtuvieron varias causas de fallo que cumplían los requisitos impuestos para el cambio, materializando éste en el desarrollo de acciones formativas focalizadas en la instrucción de puesto táctico de los conductores y en varios cambios en el proceso de mantenimiento de la compañía, reflejados en cambios en la ficha de mantenimiento.

PALABRAS CLAVE

TOA M-113, Mantenimiento, Mejora continua, Avería, AMFE.

ABSTRACT

Currently the mechanized-armored units are those that dominate the battlefields due to their mobility and firepower, but they would be nothing without the work platforms that give them those special characteristics, the vehicles. That is why the maintenance of these vehicles, as a tool to ensure availability, acquires a vital character to be able to fulfil its mission and the Army is no stranger to this situation. Due to this need for vehicles, there is a lot of time and resources dedicated to the maintenance of this type of units, from the level of the users to the large structures of the army.

The Regiment "La Reina" nº2 is one of these units that works on mechanized vehicles and therefore always seeks improvement in the maintenance of these to maintain the highest level of operability. This is the *raison d'être* of the project that has been carried out: the identification and analysis of possible improvements in the maintenance process of the 1st Company of the "Princesa" I/2 Battalion and implementation of these.

The work began with the collection of information about the process of caring for the vehicles that was being carried out in the company through interviews with those who know first-hand the TOA, from the drivers themselves to the manager of the 2nd EMAN workshop; followed by the registration of those breakdowns that cause inoperability in vehicles and, therefore, are more important.

Subsequently, we proceeded to analyse the causes of the breakdowns detecting those that could be avoided by a change in the maintenance processes. Finally, several causes of failure were obtained that met the requirements imposed for the change, materializing this in the development of training actions focused on the instruction of tactical position of the drivers and in several changes in the maintenance process of the company, reflected in changes in the maintenance sheet.

KEYWORDS

TOA M-113, Maintenance, Continuous improvement, Breakdown, AMFE.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	II
RESUMEN.....	III
ABSTRACT.....	IV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	-1-
ÍNDICE DE TABLAS.....	-2-
1. INTRODUCCIÓN.....	- 4 -
2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA	- 7 -
2.1. Objetivos y alcance	- 7 -
2.1.1. <i>Objetivos</i>	- 7 -
2.2. Metodología	- 7 -
3. ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO	- 9 -
4. DESARROLLO: ANÁLISIS Y RESULTADOS.....	- 11 -
4.1. Obtención de la información.	- 11 -
4.2. Análisis de averías	- 12 -
4.2.1. <i>Diagrama de Pareto</i>	- 13 -
4.2.2. <i>Método AMFE</i>	- 16 -
4.2.3. <i>Análisis DAFO de la implementación de las medidas correctivas.</i>	- 26 -
4.3. Descripción de las medidas a implementar.....	- 28 -
4.4. Otros factores que afectan al proceso de mantenimiento.....	- 31 -
5. CONCLUSIONES.....	- 32 -
6. REFENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	- 33 -



INDICE DE FIGURAS

Figura 1. VCI "Pizarro".....	- 4 -
Figura 2. TOA M-113	- 4 -
Figura 3. Escalones de mantenimiento del ET	- 5 -
Figura 4. Organigrama del Bon "Princesa" I/2.....	- 6 -
Figura 5. Ficha de MANTO cumplimentada por el personal de la Cía.....	- 10 -
Figura 6. Diagrama de Pareto.....	- 15 -
Figura 7. Baterías en su posición de funcionamiento.....	- 20 -
Figura 8. Rodillos dobles	- 21 -
Figura 9. Vista frontal del diferencial	- 22 -
Figura 10. Unidad de excitación en su posición de funcionamiento	- 23 -
Figura 11. Vista frontal del motor	- 23 -
Figura 12. Vista frontal del eje soplador.....	- 24 -
Figura 13. Cambios en la ficha MANTO-001.02.....	- 30 -
Figura 14. Vista frontal de las partes del TOA.....	- 35 -
Figura 15. Vista trasera de las partes del TOA	- 36 -
Figura 16. Flujo de petición de MANTO	- 37 -
Figura 17. Ficha de MANTO del Bon.	- 38 -
Figura 18. Formulario M-2404	- 39 -
Figura 19. Ficha MANTO-001.02	- 40 -



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipo y número de fallos que generan INOP	- 13 -
Tabla 2. Valoración de la gravedad del fallo.....	- 17 -
Tabla 3. Valoración de la probabilidad de aparición	- 17 -
Tabla 4. Valoración de la probabilidad de detección	- 18 -
Tabla 5. Tabla AMFE	- 19 -
Tabla 6. Revisión AMFE	- 25 -
Tabla 7. Análisis DAFO del curso para tropa.....	- 26 -
Tabla 8. Análisis DAFO del cambio de MANTO en las baterías.	- 27 -
Tabla 9. Análisis DAFO de los cambios en el MANTO de los rodillos.	- 28 -



ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS

Cía	Compañía
Bon	Batallón
TOA	Transporte Oruga Acorazado
NPR	Numero de Prioridad de Riesgo
AMFE	Análisis Modal de Fallos y Efectos
DAFO	Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades
VCI	Vehículo de Combate de Infantería
BIP	Batallón de Infantería Protegida
OP	Operativo
OPC	Operativo condicional
INOP	Inoperativo
MANTO	Mantenimiento
EMAN	Escalón de mantenimiento
Rgto	Regimiento
SUMANTO	Sistema de Unidades de Mantenimiento
AALOG	Agrupación de Apoyo Logístico
NPR	Número de Prioridad de Riesgo
ET	Ejército de Tierra
SIGLE	Sistema Integrado de Gestión Logística del Ejército



1. INTRODUCCIÓN

Durante sus más de 200 años de historia, el Regimiento de Infantería “La Reina” nº2, ha intervenido en multitud de guerras, como las guerras carlistas, la guerra de África, o la misión en Bosnia – Herzegovina, desde que se fundó en 1808. Desde entonces ha pasado por todas las contiendas en las que se ha visto envuelto nuestro país, desde Cuba a Marruecos.

Durante toda su historia, esta distinguida unidad ha tenido diversas designaciones: desde guardia del Rey hasta Infantería motorizable, pasando por Infantería ligera, unidad de voluntarios y unidad de cazadores. Actualmente, situada en la localidad cordobesa de Cerro Muriano y, tras varias reestructuraciones, se ha convertido en una unidad de Infantería mecanizada, basada sobre las plataformas VCI “Pizarro” y TOA M-113 (Fernández Mateos, 2010). Este cambio a unidad mecanizada no sólo supuso una transformación a nivel táctico, sino también a nivel técnico, ya que debió incorporar los mismos procesos de mantenimiento que el resto de las unidades de este tipo ya realizaban a sus vehículos. En este documento se utilizarán indistintamente la nomenclatura TOA y M-113 para facilitar la lectura.



Figura 2. TOA M-113 (ET, Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2017)



Figura 1. VCI "Pizarro" (ET, 2006)

En lo que respecta al VCI “Pizarro”, entró en servicio a partir de 1996, llegando dos versiones desde entonces. La llegada de un nuevo vehículo implica también la puesta en marcha de mantenimiento del mismo, basada en la estructura convencional del mismo en el Ejército de Tierra (ET), que consiste en una serie de escalones sucesivos, que se encargan del mantenimiento y reparación en función de la necesidad y la complejidad del trabajo a realizar, siendo el 1^{er} escalón (EMAN) el que se encarga del mantenimiento y reparaciones sencillas, compuesto por los propios usuarios de los vehículos; hasta el 4º EMAN, que se encarga de las reparaciones y modificaciones más complejas, como queda reflejado en la *Figura 3*.



Escalones de mantenimiento	
1^{er} EMAN:	<ul style="list-style-type: none"> - Mantenimiento orgánico de la Unidad que tiene asignado el material; operador-usuario, sobre el material a su cargo.
2^o EMAN:	<ul style="list-style-type: none"> - Mantenimiento orgánico de la Unidad que tiene asignado el material; personal especializado y técnicamente capacitado de entidad Rgto con órganos de ejecución de mantenimiento.
3^o EMAN:	<ul style="list-style-type: none"> - En una unidad cualquiera: Grupo de mantenimiento de una AALOG, Unidad de la Fuerza en Operaciones, Complejo Logístico de Apoyo General. - Medios específicos del SUMANTO: unidades móviles e instalaciones fijas.
4^o EMAN:	<ul style="list-style-type: none"> - En una Unidad cualquiera. Parques y Centros de Mantenimiento y Órganos de Alta Especialización Logística de la Fuerza, solo para su material especial de dotación o del que son cabecera técnica. - Medios específicos del SUMANTO: Instalaciones fijas, y excepcionalmente equipos móviles constituidos al efecto.

Figura 3. Escalones de mantenimiento del ET (Cajal Hernando & Ruiz López, 2020)

En lo que respecta al TOA M-113, presenta una serie de ventajas y de inconvenientes. La principal ventaja es que entró en servicio en 1963, comprado a los Estados Unidos, esto significó que gran parte del proceso de mantenimiento también se importó del ejército americano, además después de tantos años se ha ido perfeccionando de forma progresiva.

El principal inconveniente radica también en su año de entrada en servicio, estos vehículos llevan más de 50 años en activo, por lo que si no se realiza un mantenimiento estricto es muy probable que sufran averías.

Este vehículo será el epicentro del trabajo que se va a desarrollar, dentro de la búsqueda permanente de mejora, se va a realizar un estudio de calidad sobre en mantenimiento que realizan a los vehículos de la 1^a Cía del Bon “Princesa” I/2 a nivel del 1^{er} EMAN para, una vez realizada la evaluación, implementar las mejoras oportunas.

El trabajo está dividido en tres partes: la primera consiste en la búsqueda exhaustiva de información acerca del proceso de mantenimiento actual del TOA, así como de cuáles son las averías más comunes que estos suelen sufrir. Toda esta información será obtenida a través de los manuales del Bon y de entrevistas con el personal involucrado. La segunda consiste en un análisis de esa información mediante distintos métodos, donde se comprobará qué fallos son los más recurrentes y se buscará una forma de solucionarlos. Por último, una vez se hayan consultado las distintas propuestas de mejora con los especialistas, se realizarán las conclusiones, donde se expondrán aquellos cambios que se hayan llevado a cabo en el mantenimiento de la Cía.



Finalmente, en lo que respecta al M-113, actualmente se está realizando el proyecto “Dragón” 8x8 para sustituirlos, pero hasta que este nuevo vehículo sea introducido en las unidades hay que seguir buscando la mejora constante en su mantenimiento para mantenerlos operativos hasta su sustitución. De ahí que el Ejército acabe de abrir un contrato por 1,5 millones para la realización del mantenimiento de los motores de los TOA durante los próximos tres años. (Carrasco, 2021)

También cabe remarcar que este será el proceso que mantengan hasta su sustitución, la cual está comenzando a llevarse a cabo ya, ejemplo de ello es la reducción de vehículos de la compañía, que ha quedado con 11 TOA en plantilla.

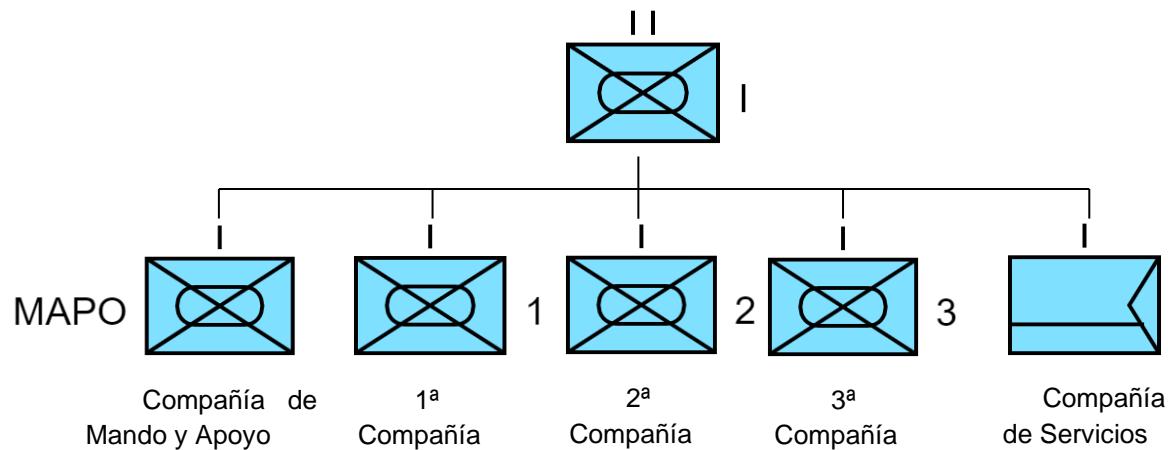


Figura 4. Organigrama del Batallón "Princesa" I/2



2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

2.1. OBJETIVOS Y ALCANCE

2.1.1. *Objetivos.*

El objetivo principal de este trabajo es realizar un estudio de mejora del proceso de mantenimiento de 1^{er} escalón que se lleva a cabo en la 1^a compañía del batallón “Princesa” I/2, la cual trabaja sobre la plataforma TOA, dado que al haber comenzado el proceso de baja y reducido al mínimo los vehículos activos, es necesario asegurar la total disponibilidad de estos.

Los objetivos específicos de este trabajo son:

- Revisar la ficha de mantenimiento del vehículo TOA.
- Implementar los cambios necesarios a la ficha de mantenimiento.
- Proponer otras vías para la mejora del proceso de mantenimiento del TOA.

2.1.2. *Alcance.*

El alcance de este trabajo es evaluar el proceso de mantenimiento que se lleva a cabo en los vehículos TOA M-113 de la primera Compañía del Bon “Princesa” I/2 por el personal responsable del mantenimiento de 1^{er} escalón para poder realizar una propuesta de mejora de la ficha de mantenimiento, además de buscar otras vías para poder mejorar el sostenimiento de las capacidades de los vehículos, siempre tras contrastarlo con el personal de 2^o escalón y con la aprobación del jefe de Compañía.

2.2. METODOLOGÍA

Durante el desarrollo de este estudio se han seguido distintas vías de trabajo, las cuales se exponen a continuación, que han servido para obtener la información necesaria para poder realizar el desarrollo posterior y obtener las conclusiones deseadas:

El primer reto que hubo que superar fue la falta de información acerca del proceso de mantenimiento, esta fue suplida mediante entrevistas personales con los encargados del área de vehículos de la Cía, así como con los conductores de los vehículos y personal de tropa que realiza el mantenimiento de primer escalón. Estos aportaron toda la información necesaria acerca del procedimiento de mantenimiento y de las averías más comunes que sufren los vehículos, cumplimentando al manual que posee el batallón y a las distintas normas operativas.



Una vez se obtuvo toda la información, se procedió a la utilización de métodos cualitativos y cuantitativos, para obtener una mayor concreción en los resultados.

El primer método en utilizarse fue el conocido como Diagrama de Pareto. Este diagrama debe su nombre a Vilfredo Pareto, quien afirmó que el 80% de beneficios que tenía Italia se debía al 20% de su población. De aquí nace la máxima de Pareto que dicta el 80% de los problemas son provocados por el 20% de las causas. Para comprobar si se cumple la máxima se ordenan los datos en un gráfico de barras en el eje vertical, ordenadas las causas de izquierda a derecha en orden descendente de veces que se da cada una de ellas, y en el eje horizontal se construye una línea que va reflejando el porcentaje acumulado que cada uno de los errores va generando (Ben-Daya, et al., 2009, p. 87).

Una vez se tiene el Diagrama de Pareto completo se comprueba la máxima de Pareto, si esta se cumple, obtenemos una serie de causas que deben tener prioridad a la hora de buscar soluciones ya que son más significativas que las demás.

Una vez se comprobó si alguna de las averías tenía que recibir una atención más prioritaria que las demás, se procedió a la utilización del método AMFE, este consiste en realizar una tabla en la que se multiplican tres factores: la gravedad del fallo, la probabilidad de ocurrencia y la facilidad de detección, obteniendo un valor por cada fallo que, si es mayor de 100, nos indica que se deben de emprender acciones correctivas.

A través de este método se obtuvieron aquellas averías que provocaban la mayor problemática, pudiendo comenzar a buscar también las soluciones que se debían aplicar en el mantenimiento para la mejora del funcionamiento del vehículo.

Finalmente, tras la obtención de las soluciones, se realizó un análisis DAFO de la implementación de cada uno de los cambios la ficha de mantenimiento y de las demás soluciones seleccionadas, procediendo después a la presentación de estos a los encargados del 2º escalón de mantenimiento y al jefe de la 1ª compañía para su evaluación.



3. ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO

En lo que respecta al mantenimiento dentro del Ejército de Tierra, se actúa como si de una empresa civil se tratase, y es por ello que comparte las características generales de todas ellas, de acuerdo con (Ben-Daya, et al., 2009, p. 6):

- *Mantener las herramientas y el equipo en buen estado, bien configuradas y seguras para cumplir sus funciones.*
- *Realizar todas las actividades de mantenimiento, incluyendo preventivo, predictivo, correctivo, reformas, modificaciones de diseño y mantenimiento de emergencia de una forma eficiente y efectiva.*
- *Conservar y controlar el uso de piezas de repuesto y material.*

Partiendo de estas premisas se han desarrollado las distintas estructuras de mantenimiento del ET, buscando siempre la mayor operatividad y durabilidad del material.

Durante este proyecto se ha realizado un análisis más concreto sobre el proceso de MANTO que el BIP "Princesa" I/2 lleva a cabo en sus vehículos TOA M-113. Dentro de la estructura del ET, el batallón ha confeccionado su propia ficha de mantenimiento basándose en la experiencia a lo largo de los años (Anexo C), centrando sus indicadores de operatividad en la cantidad de vehículo que se encuentran disponibles para el uso en instrucción.

En ella podemos comprobar cómo se dividen las tareas en distintos tipos: "D", aquellas que se deben realizar diariamente; "S", aquellas que se deben realizar o comprobar semanalmente; y "M", aquellas que se deben realizar mensualmente. Además, los vehículos tienen una revisión obligatoria basada en el tiempo de uso, cada 6 meses en este caso, donde se les realiza una comprobación a fondo de todos los sistemas.

Como se puede ver en la *Figura 5*, cada hito de mantenimiento se marca sobre la ficha correspondiente a cada vehículo con el día de la semana que se realizó en caso de no haber ningún problema. En caso de existir algún fallo o avería, se marca con una X, especificando en el reverso de la ficha lo que ocurre en cada uno de los hitos y se lleva a cabo el proceso de petición de reparación según el anexo B. Cabe señalar que en muchos de los hitos se mantiene la X durante varias semanas, esto se debe principalmente a la espera de reposición de piezas para la reparación.

En cuanto al resto de los apartados, en la parte superior izquierda aparece el número de TOA al que pertenece la ficha, la matrícula de este, el mes en que se está usando la ficha y la compañía a la que pertenecen los vehículos.

En lo que respecta a los hitos mensuales, aparece una letra que indica el tipo de tarea que se debe llevar a cabo, dependiendo de la parte del TOA que haya que comprobar.

Como podemos observar no se completan todas las columnas del mantenimiento diario durante la semana, esto es debido a la falta de tiempo y personal de dedicación exclusiva a estas tareas.

El encargado de revisar que todos los M-113 son comprobados correctamente es el suboficial que dirige el área de vehículos de la Cía, es este el que realiza el enlace con el segundo escalón en caso de que se de algún tipo de avería que necesite una reparación más compleja.



TOA: 131		1 ^{er} CIA		FECHA									
MATRÍCULA: ET-5598 -VE		MES: SEPTIEMBRE											
1	D COMPROBAR BARRAS DE TORSION	2	7	14	17								
2	D NIVEL DE REFRIGERANTE (AGUA-ANTICONGELANTE)	X	X	X	X								
3	D NIVEL ACEITE DE MOTOR (SAE-30)	X	X	X	X								
4	D NIVEL DE LA TRANSFERENCIA (SAE-30)	2	7	24	17								
5	D NIVEL DE LA TRANSMISION (SAE-10)	2	7	24	17								
6	D NIVEL DEL DIFERENCIAL (SAE-30)	X	X	X	X								
7	D NIVEL PASOS FINALES (SAE-30)	2	7	24	17								
8	D NIVEL DEL VENTILADOR (SAE-30)	2	7	24	17								
9	D NIVEL DE RAMPA (HRC ROJO, AMARILLO, BLANCO)	X	X	X	X								
10	D COMPROBAR ESTADO Y TENSION DE LAS CORREAS	2	7	24	17								
11	D OBSERVAR MANGUITOS, CONEXIONES Y FUGAS DE LA CAMARA DE MOTOR	X	X	X	X								
12	D OBSERVAR ESTADO DE LOS EXTINGUITORES (SCI, PORTATIL)	2	7	24	17								
13	D FUNCIONAMIENTO CORRECTO DE TODOS LOS INDICADORES	2	7	24	17								
14	D LUCES NORMALES/IGUERRA/IFR/BOCINA	X	X	X	X								
15	D COMPROBAR EL ESTADO DEL ACCELERADOR DE MANO Y PARE DE MOTOR	X	X	X	X								
16	D COMPROBAR FUNCIONAMIENTO DE BOMBAS DE ACHIQUE	X	X	X	X								
17	D COMPROBAR EL ESTADO DE LA TOMA DE ESCLAVO	X	X	X	X								
18	D COMPROBAR Y LIMPIAR EL TAPON Y REJILLA DEL DEPOSITO DE COMBUSTIBLE	2	7	24	17								
19	D COMPROBAR Y LIMPIAR LA PARTE DE LA LINEA DE CADA VEHICULO ASIGNADO	2	7	24	17								
20	S BATERIAS, LIMPIEZA, SUJECCION, ESTADO (NIVELES)	2	7	24	21								
21	S CAMARA DE CONDUCCION, ESTADO Y LIMPIEZA	2	7	24	21								
22	S LIMPIEZA GENERAL DEL VEHICULO	2	7	24	21								
23	S LIMPIAR Y ENGRASAR EL CABLE DE RAMPA	X	X	X	X								
24	S LIMPIAR TERMINALES Y CABLES (TRANSMISIONES)	2	7	24	21								
25	M COMPROBAR BUJES, ENGRASADORES, VALVULAS DE ALIVIO Y ENGRASE	C: 2	E: 2										
26	M TENSION DE CADENAS Y ENGRASE	E: 2											
27	M ESTADO DE POLIGONALES Y CORONAS	2											
28	M COMPROBAR RODILLAS, BANDA DE RODADURA Y ENGRASE	C: 2	E: 2										
29	M COMPROBAR EL ESTADO Y APRIETE DE ZAPATAS Y PERNOS	C: 2	A: 2										
30	M COMPROBAR LIMPIEZA Y ENGRASE DEL GANCHO REMOLQUE	C: 2	E: 2										
31	M JUNTAS UNIVERSALES Y ENGRASE	C: 2	E: 2										
32	M VARILLAJE, ESTADO, LIMPIEZA Y ENGRASE	C: 2	E: 2										
33	M ESTADO E ESCOTILLAS, PUERTAS, RAMPA, ANCLAJES Y ENGRASE	C: 2	E: 2										
34	M COMPROBAR FUNCIONAMIENTO CALEFACCION			X									
35	M LIMPIAR FILTROS			2									
36	M ARRANCAR Y MOVER EL VEHICULO			X									
<table border="1"> <tr> <td>C=COMPROBAR</td> <td></td> </tr> <tr> <td>E=ENGRASAR</td> <td></td> </tr> <tr> <td>T=TENSADO CADENAS</td> <td></td> </tr> <tr> <td>A=APRIETE</td> <td></td> </tr> </table>						C=COMPROBAR		E=ENGRASAR		T=TENSADO CADENAS		A=APRIETE	
C=COMPROBAR													
E=ENGRASAR													
T=TENSADO CADENAS													
A=APRIETE													

Figura 5. Ficha de MANTO cumplimentada por el personal de la Cía (elaboración propia)

La mayoría de los casos de averías que se dan suelen exceder el conocimiento del usuario, es decir, del 1^{er} EMAN, por lo que se informa al 2^o escalón de mantenimiento mediante una petición de MANTO preventivo o también conocido como "formulario M-2404" (Anexo C).

Como se puede ver en el anexo C, en el formulario M-2404 se identifica al vehículo, al personal que lleva a cabo la revisión y al encargado de supervisar la misma. Además, se indica la fecha y el tipo de avería, quedando para llenar por el personal especializado los apartados de "estado", "acción correctiva" y "firma después de reparar".

De los tres apartados antes mencionados es conveniente explicar los distintos tipos de estados en los que se puede encontrar un vehículo debido a la importancia posterior en el trabajo:

- OP: Cuando un vehículo se encuentra operativo significa que puede ser utilizado para realizar instrucción en el campo de maniobras, opera sin ningún tipo de problema.
- OPC: En el momento en que un vehículo se encuentra operativo condicional ya no está al 100% de sus capacidades. Dependiendo de las averías que sufra podrá ser utilizado en unas circunstancias u otras dentro de la instrucción.
- INOP: Un vehículo inoperativo es aquel que por una razón mecánica o de seguridad del personal usuario no puede ser utilizado en ninguna circunstancia hasta que sea reparado.

En caso de encontrar una avería se actuará según el procedimiento que se describe en el anexo B.



4. DESARROLLO: ANÁLISIS Y RESULTADOS

Durante el proceso de desarrollo de este proyecto se han llevado a cabo varias etapas, comenzando por la obtención de información a través de entrevistas con el personal especializado hasta la realización de los métodos necesarios para la obtención de las conclusiones.

4.1. Obtención de la información.

Esta etapa comenzó el día 7 de septiembre de 2021, desde entonces se han ido sucediendo una serie de entrevistas sin guion previo, acotadas al área de responsabilidad que tuviera cada uno de los entrevistados en función de su empleo y desempeño respecto a los vehículos, con el personal encargado del mantenimiento de la Cía y del Bon, las cuales se exponen a continuación:

4.1.1. *Entrevista con el personal de tropa encargado de vehículos de la Cía.*

Mediante una entrevista con el soldado de Infantería José Luis Lara González, conductor de TOA, se expuso el proceso de MANTO que el 1^{er} escalón de mantenimiento lleva a cabo a los vehículos, además de explicar las distintas partes de las que se compone el TOA M-113.

4.1.2. *Entrevista con el personal de la escala de suboficiales encargado de vehículos de la Cía.*

Esta entrevista se produjo el día 17 de septiembre de 2021 con el sargento de Infantería Nicomedes Márquez Navarro, suboficial encargado del área de vehículos de la Cía.

Durante dicha entrevista se expuso la documentación que utiliza el 1^{er} escalón para llevar el registro de mantenimiento de los vehículos¹, en la que aparecen los distintos hitos que se deben llevar a cabo para comprobar el correcto funcionamiento del TOA. En caso de que algunos de los sistemas o mecanismos estén averiados, se notifica al 2^º escalón de mantenimiento mediante el formulario M-2404 (anexo C), estos formularios están normalizados a nivel ET, existiendo distintos tipos según la clase de material a la que hagan referencia. Una vez comprobado, el 2^º EMAN notifica al 1^{er} escalón el nivel de operatividad en que queda el vehículo y las reparaciones que se deben llevar a cabo para volver a poner el vehículo en funcionamiento, las cuales pueden llevarse a cabo mediante el propio 1^{er} escalón o citar al vehículo para que sea llevado al taller de reparación.

Además, también se comenzó con la recopilación de información, ya que se comenzaron a revisar todos los formularios M-2404 que la compañía tiene almacenados, extrayendo de ellos las distintas averías que se buscaba recopilar para la realización del proyecto.

¹ Ficha de mantenimiento (Anexo C).



4.1.3. *Curso formativo “TOA”.*

La semana del 20 al 26 de septiembre de 2021 se impartió la semana técnica del curso formativo sobre el TOA. Este curso busca la introducción de aquellos cuadros de mando de nuevo ingreso en unidades de este tipo, para conseguir así que se familiaricen con la plataforma con la que van a trabajar.

El curso fue impartido por el sargento especialista en automoción José Odero Morales, encuadrado en el 2º escalón de mantenimiento de vehículos cadena de BIP “Princesa” I/2. Durante esta semana se impartieron teóricas a cerca de las características técnicas del TOA M-113, además de explicar los principales fallos que suelen sufrir los vehículos y unas directrices sobre cómo gestionar las distintas averías que puedan surgir en el mismo campo de maniobras para no tener que perder tiempo de instrucción en llevar los vehículos al escalón.

El último día se realizaron distintas prácticas de reparación y mantenimiento de los TOA, como el cambio de eslabones de la cadena o revisar los niveles de los distintos líquidos que tiene el vehículo.

4.1.4. *Entrevista con el personal especializado en el mantenimiento de vehículos.*

El martes 22 de septiembre de 2021 tuvo lugar la entrevista con el sargento especialista de automoción José Odero Morales², durante la misma se consultó la duración que suelen conllevar las reparaciones de las averías de 1º EMAN que habían causado la inoperatividad de los TOA de la 1ª Cía. Dado que el objetivo de este trabajo es mejorar los procedimientos de 1er EMAN, y el retraso en la entrega de repuestos no es responsabilidad ni es controlable por el citado escalón, se ha estimado oportuno considerar únicamente el tiempo empleado en hacer la propia reparación.

Además, también se consultaron la gravedad de cada uno de los fallos, medida en una escala del 1 al 10, siendo el 1 el fallo menos grave y el 10 el que más; y la facilidad para la detección de los fallos, medida mediante una escala del 1 al 10, siendo el 1 el más fácil de detectar y el 10 el más complejo.

4.1.5. *Entrevista con el jefe de la 1ª Cía*

El día 5 de octubre de 2021 tuvo lugar la entrevista con el Capitán Partera, director de este trabajo de fin de grado y jefe de la 1ª compañía, unidad donde se está desarrollando el trabajo. Durante esta se expuso el trabajo realizado hasta el momento, explicando los distintos métodos y procedimientos que se habían utilizado para llevar a cabo el análisis de los datos recopilados, finalizando en la exposición de las posibles soluciones que se han desarrollado para cumplimentar los objetivos del estudio.

Una vez expuestas, se determinaron las medidas más adecuadas y se mejoró la aplicabilidad del resto a la 1ª Cía.

4.2. Análisis de averías

Durante esta etapa se emplearon distintos procedimientos para poder analizar los datos obtenidos en las entrevistas con el personal de la unidad.

² Se considera personal especializado a los encuadrados en el 2º escalón debido a su preparación y experiencia en reparación y mantenimiento de vehículos.



4.2.1. Diagrama de Pareto

Para la realización del Diagrama de Pareto se tomaron los distintos fallos que causan inoperatividad en los vehículos, extraídos de los archivos que la Cía tiene de las averías sufridas por cada uno de los vehículos, siendo recopiladas desde el 10 de mayo de 2021. Pese al corto alcance temporal del registro, esta serie de averías son representativas según la información del personal encargado del área de vehículos de la Cía. Los distintos fallos quedan reflejados en la siguiente tabla:

Tabla 1. Tipo y número de fallos que generan INOP, Anexo A (elaboración propia)

Fallo que causa INOP	N.º de averías
Depósitos de gas Halón vacío	10
Rodillos rotos o en mal estado	10
Unidad de excitación rota	8
Correas de distribución rotas o cuarteadas	7
Fallo en las baterías	7
Amortiguadores rotos	6
Fuga en la toma rápida del gasoil	5
Fuga del aceite del diferencial	5
Rotura del eje soplador	4
Fuga del aceite del motor	4
Cadena en mal estado	4
Fallo en el motor	3
Brazo del rodillo en mal estado o roto	2
Polea de la rampa rota	2
Interruptor general de las luces no funciona	2
Cable rampa roto	2
Palanca de gamas rota	1
Fuga en la transmisión	1
Transferencia rota	1
Estrangulador roto	1
Varilla del nivel del aceite del motor rota	1
Brazos tensores de la cadena rotos	1
Fuga en el paso final	1
Escotilla del conductor rota	1
Barra de torsión rota	1



A continuación, se van a explicar las averías más comunes para facilitar la comprensión de estas (ET, Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2017).

La primera es el vaciado de los depósitos de gas Halón, este gas es un compuesto orgánico derivado del metano, que se usaba para extinguir fuegos debido a su gran capacidad de extinción. Actualmente está prohibido excepto en algunos casos, debido a su capacidad de destruir la capa de ozono, el sistema de extinción de los TOA es una de esas excepciones donde se sigue utilizando.

Los rodillos o ruedas de marcha son los soportes circulares sobre los que discurre la cadena, están fabricados de aluminio, cubiertos por bandas de goma. Los rodillos son dobles, de tal forma que los dientes interiores de la cadena discurren entre ambos, la avería en esta pieza suele venir provocada por el desgaste de la banda de goma, que termina por separarse del resto del rodillo.

La unidad de excitación es una pieza que actúa como unión entre la parte mecánica del vehículo con los sistemas eléctricos, funciona como un interruptor de presión, que es activado mediante la inyección de combustible y conecta el alternador a las baterías, permitiendo su carga.

Las tomas rápidas del gasoil consisten en unos pasos que se encuentran en los conductos que van desde el depósito de combustible hacia el motor, actúan como unas válvulas convencionales, que permite el paso de gasoil si están abiertas, pero no si están cerradas.

Las correas de distribución son todas aquellas correas de goma que unen dos o más poleas del sistemas mecánico o eléctrico del vehículo, como por ejemplo la que une el motor y el alternador, responsable de la generación de corriente eléctrica dentro del vehículo.

El eje soplador es una pieza que se encuentra dentro del sistema motor-propulsor, y realiza la función de "fusible" mecánico, ya que, si alcanza unas revoluciones muy altas, se parte, haciendo que el motor deje de funcionar.

Los brazos de los rodillos son los elementos que se encargan de unir las ruedas de marcha a las barras de torsión que se encuentran debajo del TOA, pieza que será expuesta más adelante.

El M-113 posee un portón trasero abatible, que se sube y se baja mediante un cable unido a una polea que es accionada mediante el motor del vehículo, por lo que si falla cualquiera de estos sistemas la rampa queda inutilizada.

La palanca de gamas se asemeja a lo que en un automóvil llamamos palanca de cambios y posee las siguientes posiciones:

- R: marcha atrás.
- N: punto neutro.
- 2-3: selecciona automáticamente la 2^a y 3^a velocidad.
- 1-3: selecciona automáticamente la 1^a y la 3^a velocidad.
- 1-2: selecciona automáticamente la 1^a y la 2^a velocidad.
- 1: selecciona solo la 1^a velocidad.

La transmisión consiste en el elemento de selección de las distintas velocidades, a la que va conectada la palanca de gamas.

La transferencia es el mecanismo que transfiere la fuerza motriz desde el motor a la transmisión, puede conectarse y desconectarse, esta acción se tendrá que llevar a cabo si se quiere remolcar el vehículo.

El estrangulador es la palanca que se usa para apagar el motor, si esta fallase y no hubiese intervención externa, el motor seguiría funcionando hasta consumir todo el combustible.



Los brazos tensores de la cadena son dos elementos cilíndricos que se encuentran en las últimas ruedas, las cuales no poseen banda de goma y cuya función es mantener la tensión óptima de la cadena para su correcto rodaje. La función de estos brazos tensores es aumentar o disminuir su tensión mediante la grasa que se encuentra en su interior, haciendo que la rueda tensora tense o afloje la cadena.

Los pasos finales son dos elementos del grupo moto-propulsor que se encuentran uno detrás de cada rueda tensora, dentro de la barcaza, se encargan de transmitir el movimiento desde el diferencial controlado a las ruedas tractoras con una reducción fija.

Las barras de torsión son los elementos encargados de absorber parte de los impactos que reciben los rodillos debido a las desigualdades del terreno, se encuentran debajo del vehículo, uniendo cada una de las ruedas de marcha.

Una vez se obtuvieron los datos de las averías se procedió a realizar el gráfico, la distribución de este consiste en un gráfico de barras, en el eje vertical queda reflejada la cantidad de veces que se dio cada fallo, ordenadas de mayor a menor de izquierda a derecha.

Por otro lado, tenemos la línea roja, donde queda reflejado el porcentaje acumulado de cada uno de los desperfectos, que como se puede comprobar, aumenta de forma proporcionada al distinto número de fallos que se van sucediendo.

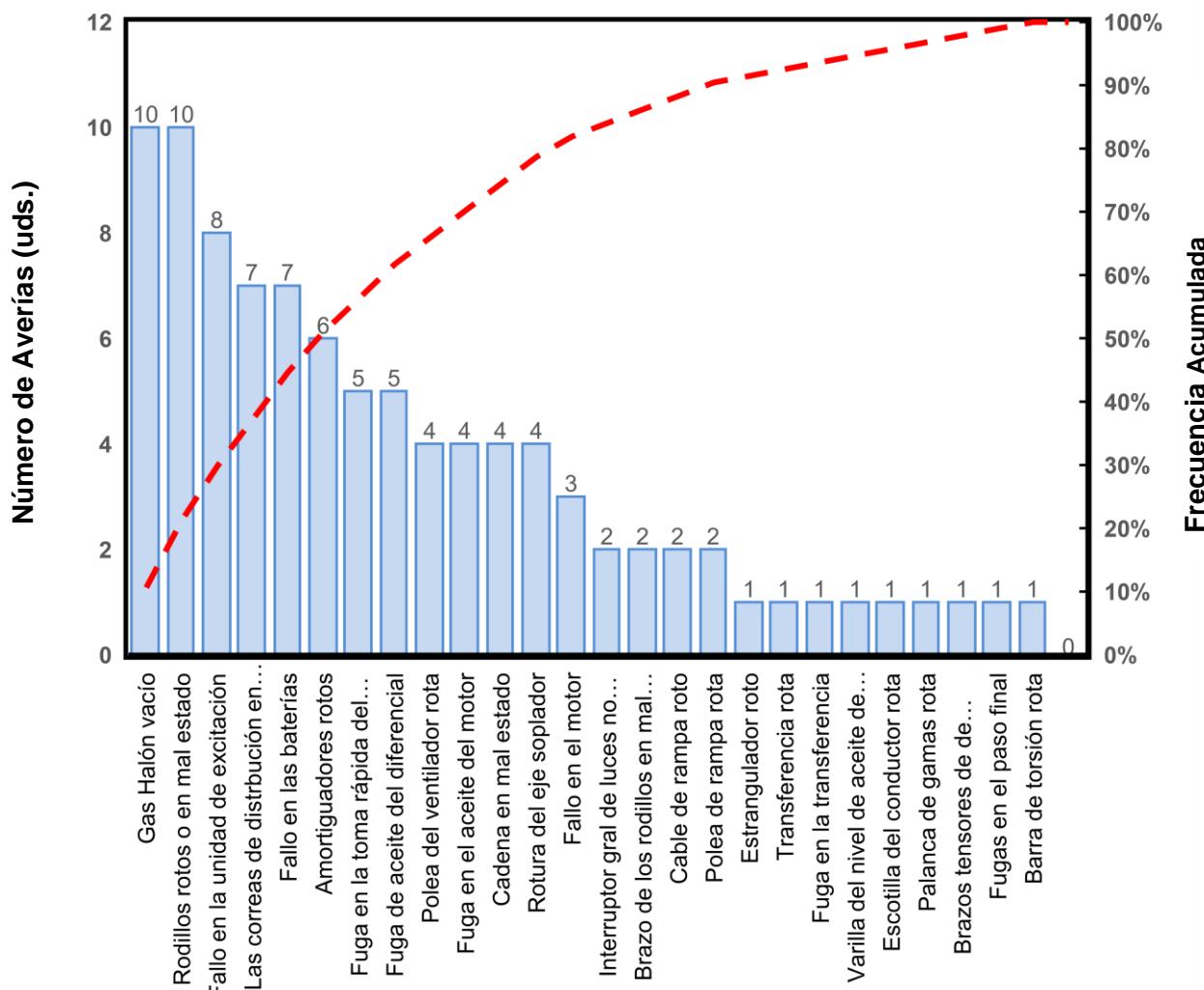


Figura 6. Diagrama de Pareto (elaboración propia)



Una vez cumplimentado, se procede a realizar el análisis, que como se puede ver en el gráfico, no se cumple la máxima del Diagrama de Pareto, ya que el 20% de las causas, que serían las 5,2 primeras, solo acumulan el 50% de las averías aproximadamente. De hecho, hasta la avería número 12 no se alcanza el porcentaje acumulado necesario para que se cumpliera el criterio.

De aquí podemos deducir que no existen causas que sean más problemáticas que otras de una forma significativa en lo que a la máxima de Pareto se refiere, pero sí que podemos ver que las 5 primeras causas acumulan más del 50% de los fallos, esto será tenido en cuenta más adelante en la realización del proyecto.

4.2.2. *Método AMFE*

Con el objeto de completar el análisis anterior, se va a aplicar la metodología AMFE (Acero, et al., 2017) para poder analizar todas las averías. La realización comenzó el 17 de septiembre de 2021, siendo el encargado de llevarla a cabo el jefe del proyecto.

El objetivo de este método es la búsqueda de aquellos hitos en el mantenimiento que se puedan cambiar y que lleven a la mejora de la ficha de mantenimiento (Anexo C), para una mejora de esta, así como cualquier otra acción que pueda ayudar a conseguir un mantenimiento más efectivo de los vehículos, consiguiendo de esta forma poder prevenir las averías.

Los modos potenciales de fallo han sido obtenidos a través de las entrevistas con los distintos encargados de los vehículos, como ya ha quedado expuesto en el apartado 4.1, se han tomado como fallos aquellos que causan inoperatividad, ya que son los que impiden totalmente la utilización de los TOA.

Los efectos de los fallos han quedado expuestos en la *Tabla AMFE*, medidos en horas de reparación. Esto se ha realizado de esta manera debido a que todos los fallos suponen la inoperatividad del vehículo, también es importante remarcar que el tiempo que aparece es el dedicado en el taller para su reparación, no se incluye el tiempo que se pueda demorar la reparación debido a la falta de repuestos o la necesidad de recuperar el vehículo desde cualquier punto del campo de maniobras y remolcarlo hasta el taller, ya que eso no depende del 2º escalón de mantenimiento.

En cuanto a las causas de los fallos, la mayoría se deben al mero uso del vehículo, pero otros también se deben a la falta de conocimientos de los usuarios, que no realizan el mantenimiento de forma adecuada o tratan los medios de forma incorrecta.

En lo que respecta a los sistemas de control actuales se llevan a cabo mediante la ficha de mantenimiento del batallón (Anexo C), normalmente dos días a la semana están dedicados al cuidado de los vehículos, durante ambos días se cumplen los objetivos de mantenimiento diario, y uno de ellos se realiza el semanal. Una vez al mes se llevarán a cabo también los objetivos mensuales. Por otro lado, atendiendo al 2º escalón, se revisan los vehículos de forma semestral, durante dicha revisión se suele realizar el cambio de aceites, revisión y reparación de la cadena y de los distintos sistemas y sensores del vehículo.

Los distintos índices de evaluación se han determinado de la siguiente manera:

- Gravedad del efecto:

Como se puede observar en la *Tabla 2*, la gravedad se gradúa del 1 al 10 según un criterio de importancia del fallo. En el estudio, este escalonamiento ha sido supervisado por el sargento especialista en automoción José Odero Morales, experto en el mantenimiento del TOA M-113, dando un mayor grado de importancia a aquellos que no solo son complejos de reparar, sino que también pongan en riesgo la seguridad de la tripulación.

**Tabla 2.** Valoración de la gravedad del fallo (Acero, et al., 2017)

GRAVEDAD DEL EFECTO (G)	CRITERIO	VALOR
MUY BAJA (Repercusiones imperceptibles)	No es razonable esperar que este fallo de pequeña importancia origine efecto real alguno sobre el rendimiento del sistema. Probablemente, el cliente ni se daría cuenta del fallo.	1
BAJA (Repercusiones irrelevantes apenas perceptibles)	El tipo de fallo origina un ligero inconveniente al usuario o cliente. Probablemente, éste observará un pequeño deterioro del rendimiento del sistema sin importancia. Es fácilmente subsanable.	2 – 3
MODERADA (Defectos de relativa importancia)	El fallo produce cierto disgusto e insatisfacción al cliente. El cliente observará deterioro en el rendimiento del sistema.	4 – 6
ALTA	El fallo puede ser crítico y verse inutilizado el sistema. Produce un grado de insatisfacción elevado.	7 – 8
MUY ALTA	Modalidad de fallo potencial muy crítico que afecta al funcionamiento de seguridad del producto o proceso, y/o involucra seriamente el incumplimiento de normas reglamentarias. Si tales incumplimientos son graves, corresponde a un 10.	9 – 10

- Probabilidad de aparición:

Este índice se ha calculado basando el valor de la *Tabla 3* en función de las veces que se ha dado el fallo. Tomando aquellas averías que más se han dado durante este tiempo como fallos casi inevitables, éstas son el vaciado de los depósitos de gas Halón y la rotura o el más estado de los rodillos de la cadena, ambas repetidas 10 veces en el tiempo que se ha tomado para realizar el estudio.

A partir de aquí, el resto de los valores de la ocurrencia se ha ido tomando según el número de averías que ha dado cada pieza. Esto se ha realizado de esta forma debido a que aquellos problemas que se dan por un mero uso de los vehículos y, por tanto, son inevitables, pero que no tienen una incidencia mayor, se debe a que son subsanados por el método actual de mantenimiento y por tanto no corresponde la variación de este en lo que a esos desperfectos se refiere.

Tabla 3. Valoración de la probabilidad de aparición (Acero, et al., 2017)

PROBABILIDAD DE APARICIÓN (O)	CRITERIO	VALOR
MUY BAJA	Ningún fallo se asocia a procesos casi idénticos, ni se ha dado nunca en el pasado, pero es concebible.	1
BAJA	Fallos aislados en procesos similares o casi idénticos. Es razonablemente esperable en la vida del sistema, aunque es poco probable que suceda.	2 – 3
MODERADA	Defecto aparecido ocasionalmente en procesos similares o previos al actual. Probablemente aparecerá algunas veces en la vida del componente o sistema.	4 – 6
ALTA	El fallo se ha presentado con cierta frecuencia en el pasado en procesos similares o procesos previos que han fallado.	7 – 8
MUY ALTA	Fallo casi inevitable.	9 – 10



- Probabilidad de detección:

El cálculo de este índice también fue asesorado por el sargento especialista en automoción José Otero Morales, en este caso se midió en una escala del 1 al 10, como aparece en la *Tabla 4*, donde el 1 supone una alta probabilidad de detección y el 10 una gran dificultad en la detección. Este criterio se ha establecido suponiendo un mínimo de conocimientos del vehículo por parte de los usuarios, que muchas veces serán aquellos que realicen la diagnosis del vehículo para acotar el trabajo de los especialistas.

Es necesario remarcar la importancia de esto último, ya que el nivel de instrucción respecto a los vehículos que tenga la tripulación puede marcar la diferencia en cuanto a eficacia y eficiencia en la reparación. Actualmente la plantilla de la compañía ha sufrido bastante renovación de personal, por lo que se consideran conocimientos mínimos a la hora de graduar este estándar, debido a que los conductores y solo algunos de los elementos que componen las tripulaciones llevan suficiente tiempo como para considerar un manejo y conocimientos medio del vehículo.

Tabla 4. Valoración de la probabilidad de detección (Acero, et al., 2017)

PROBABILIDAD DE NO DETECCIÓN (D)	CRITERIO	VALOR
MUY ALTA	El defecto es obvio. Resulta muy improbable que no sea detectado por los controles existentes.	1
ALTA	El defecto, aunque es obvio y fácilmente detectable, podría en alguna ocasión escapar a un primer control, aunque sería detectado con toda seguridad a posteriori.	2 – 3
MODERADA	El defecto es detectable y posiblemente no llegue al cliente y se detecte en los últimos estadios de la producción.	4 – 6
BAJA	El defecto es de tal naturaleza que resulta difícil detectarlo con los procedimientos establecidos hasta el momento.	7 – 8
MUY BAJA	El defecto no puede detectarse. Casi seguro que lo percibirá el cliente final.	9 – 10

Una vez calculados todos los índices se procede al cálculo del Número de Prioridad de Riesgo, mediante la multiplicación de los tres índices anteriores (G, O, D) para buscar aquellas averías que den un valor de NPR mayor de 100. En este caso los fallos, como podemos ver en la tabla, que superan este nivel son: las correas cuarteadas o rotas, los fallos en las baterías, los fallos en el motor, los rodillos rotos o en mal estado, fugas de aceite en el diferencial, rotura de la unidad de excitación, fuga en el aceite del motor y rotura del eje soplador.

**Tabla 5. Tabla AMFE (elaboración propia)**

Modos de fallos	Efectos	G	Causas	O	Controles actuales del proceso	D	NPR	Medidas sugeridas
Interruptor general de luces no funciona	Vehículo INOP durante más de 20 min	2	Desgaste por uso continuado	2	Comprobación en el MANTO diario	1	4	No se aplican
Las correas están cuarteadas o rotas	Vehículo INOP durante más de 20 min	8	Desgaste por uso continuado	7	Comprobación en el MANTO diario	2	112	Continuar con la comprobación de forma diaria y aumentar la instrucción del personal
Estrangulador roto	Vehículo INOP durante más de 1 hora	8	Desgaste por uso continuado	1	Comprobación del estrangulador en el MANTO diario	2	16	No se aplican
Cadenas en mal estado	Vehículo INOP durante más de 3 días	5	Desgaste por uso continuado o una mala conducción	4	Comprobación en el MANTO mensual	4	80	No se aplican
Halón vacío	Vehículo INOP durante más de 30 min	7	Desgaste por uso continuado	10	Comprobación en el MANTO diario	1	70	No se aplican
Fuga en la toma rápida del gasoil	Vehículo INOP durante más de 1 hora	6	Obstrucción debido a material filtrado del depósito de combustible	5	Comprobación en el MANTO diario	2	60	No se aplican
Fallo en las baterías	Vehículo INOP durante más de 30 min	8	Desgaste por uso continuado	7	Comprobación de su estado en el MANTO semanal	2	112	Comprobación en el MANTO diario y un correcto cuidado de los bornes
Fallo en el motor	Vehículo INOP durante más de 2 semanas	8	Desgaste por uso continuado o un mal trato al motor	3	Comprobación de la cámara del motor y arranque en el MANTO diario	6	144	Correcta utilización del motor, encendiéndolo unos minutos antes de comenzar la marcha
Rodillos rotos o en mal estado	Vehículo INOP durante más de 15 min	7	Desgaste por uso continuado	10	Comprobación de su estado en el MANTO mensual	2	140	Comprobación en el MANTO semanal
Amortiguadores rotos	Vehículo INOP durante más de 20 min	7	Desgaste por uso continuado	6	Comprobación de su estado en el MANTO mensual	2	84	No se aplican
Brazo de los rodillos en mal estado	Vehículo INOP durante más de 1 día	7	Desgaste por uso continuado	2	Comprobación de su estado en el MANTO mensual	2	28	No se aplican
Transferencia rota	Vehículo INOP durante más de 2 semanas	8	Desgaste por uso continuado o no desconectarla al remolcar el vehículo	1	No se ha descrito	4	32	No se aplican
Fuga en la transmisión	Vehículo INOP durante más de 2 semanas	8	Desgaste por uso continuado	1	Comprobación del nivel de aceite en el MANTO diario	3	24	No se aplican
Varilla del nivel del aceite del motor rota	Vehículo INOP durante más de 2 horas	5	Mal uso a la hora de extraer e introducir la varilla	1	Comprobación del nivel de aceite del MANTO diario	1	5	No se aplican
Fuga de aceite del diferencial	Vehículo INOP durante más de 3 días	8	Desgaste por uso continuado o sobrelleñado del depósito	5	Comprobación del nivel de aceite del MANTO diario	3	120	Aumentar el nivel de instrucción del personal para conocer los puntos de fuga más probables y el correcto llenado del depósito
Cable de la rampa roto	Vehículo INOP durante más de 2 horas	9	Desgaste por uso continuado	2	Limpieza y engrase en el MANTO semanal	2	36	No se aplican
Polea del ventilador rota	Vehículo INOP durante más de 2 horas	8	Desgaste por uso continuado	4	Comprobación en el MANTO diario	3	96	No se aplican
Unidad de excitación rota	Vehículo INOP durante más de 30 min	6	Desgaste por uso continuado	8	Comprobación del estado de las baterías en el MANTO semanal	3	144	Aumentar el nivel de instrucción del personal para conocer como se comprobaría el correcto funcionamiento de la unidad de excitación
Polea de la rampa rota	Vehículo INOP durante más de 2 horas	9	Desgaste por uso continuado	2	Limpieza y engrase en el MANTO semanal	2	36	No se aplican
Escotilla del conductor rota	Vehículo INOP durante más de 2 horas	9	Desgaste por uso continuado	1	Comprobación de escotillas en el MANTO mensual	1	9	No se aplican
Palanca de gamas rota	Vehículo INOP durante más de 2 horas	8	Desgaste por uso continuado	1	Comprobación de su estado en el MANTO diario	1	8	No se aplican
Brazos tensores de cadena averiados	Vehículo INOP durante más de 2 horas	7	Desgaste por uso continuado o mal trato a la hora de su utilización	1	Comprobación de la tensión de la cadena en el MANTO mensual	3	21	No se aplican
Fuga en los pasos finales	Vehículo INOP durante más de 2 días	8	Desgaste por uso continuado o sobrelleñado del depósito	1	Comprobación del nivel de aceite de los pasos finales en el MANTO diario	3	24	No se aplican
Barra de torsión rota	Vehículo INOP durante más de 2 horas	8	Desgaste por uso continuado o mala conducción	1	Comprobación en el MANTO diario	2	16	No se aplican
Fuga en el aceite del motor	Vehículo INOP durante más de 1 semana	8	Desgaste por uso continuado o sobrelleñado del depósito	4	Comprobación del nivel de aceite en el MANTO diario	4	128	Aumentar la instrucción del personal para que conozcan los puntos más probables de fuga y un correcto llenado del depósito
Rotura en el eje sopliador	Vehículo INOP durante más de 1 día	9	Falta de instrucción del conductor, revolucionado alto del vehículo sin que este esté caliente	4	No se ha descrito	4	144	Aumentar la instrucción de los jefes de vehículo y la tripulación



Las medidas correctivas sugeridas para cada uno de los fallos se exponen en detalle a continuación:

- Correas cuarteadas o rotas: La rotura de esta pieza es imposible de evitar debido al desgaste que sufre la misma con el propio uso del vehículo, es por ello por lo que se continuará con su comprobación en el mantenimiento diario. Por otro lado, sí que se puede aumentar la instrucción del personal usuario del vehículo para sepan reconocer los síntomas que indican cuando una correa debe cambiarse, para evitar así llegar a la rotura de esta.

- Fallos en las baterías: Esta avería puede darse por diversas razones, desde que se deje conectado el máster del vehículo, por lo que el vehículo sigue consumiendo batería sin recargarla, que no les llegue corriente desde el alternador debido a un fallo en la unidad de excitación o por un mal estado de los bornes. Como solución se propone pasar la comprobación del estado de baterías al mantenimiento diario, así se produciría una comprobación diaria de la vaselina aislante que recubre los bornes, ayudando a alargar su vida útil.



Figura 7. Baterías en su posición de funcionamiento (elaboración propia)

Además de estos cambios en la ficha de mantenimiento (Anexo C), también se debería de instruir correctamente a las tripulaciones en el manejo de las baterías, ya que para el cambio de las mismas puede suponer un peligro si no se tiene cuidado al desconectar los bornes, debido a que el polo negativo recoge la corriente de la propia cobertura metálica del vehículo para ahorrar cable, por lo que si al quitarlas todavía tienen carga y se toca alguna parte metálica del vehículo se cerrará el circuito y puede producir descargas en el implicado en el cambio. También deben ser instruidos en como reconocer los distintos fallos que pueden producir la descarga de las baterías, ya que, si estas se reponen, pero la causa de la descarga no es solventada, todas las que continuemos reponiendo seguirán fallando, suponiendo un gran gasto en cambios de baterías.



- Fallos en el motor: Las averías de este tipo son muy complejas de reconocer para el personal de 1^{er} escalón, por los que las acciones correctivas para este tipo de fallo se basan sobre todo en una correcta utilización del motor, el cual muchas veces se revoluciona en demasiado o estando frío, pudiendo generar distintos tipos de averías. Por lo tanto, la solución para este fallo se basa sobre todo en un aumento de instrucción, sobre todo de los conductores y jefes de vehículo, para que ambos sean conscientes de lo que pueden exigir al motor en cada situación.

- Rodillos rotos o en mal estado: Es inevitable que esta pieza sufra desgaste debido a la propia función que tiene, por lo que la mejor solución que se puede aplicar es cambiar la frecuencia de la comprobación mensual a la semanal, con especial importancia aquellas veces en que los vehículos hayan sido utilizados en el campo de maniobras. Además, como con el resto de las averías, se debería de instruir a la tripulación en como reconocer de forma exacta cuando un rodillo está lo suficientemente desgastado como para ser sustituido, tanto los rodillos interiores como los exteriores, para así evitar cambios innecesarios o uso de rodillos que puedan romperse durante su uso, causando averías mayores y de mayor tiempo de reparación.



Figura 8. Rodillos dobles (elaboración propia)

- Fugas de aceite del diferencial: El diferencial se encuentra situado en la parte delantera del vehículo, su función es trasmitir el movimiento desde la transmisión a los pasos finales, y mediante las palancas que se encuentran en la cabina de conducción, se encarga de hacer girar el TOA o de que se detenga, ya que controla la velocidad que llega a cada una de las dos ruedas motrices. Como se puede deducir de su función, es una pieza que sufre muchos esfuerzos debido a que es la encargada del giro y del frenado, por lo que es muy probable que las distintas juntas puedan desgastarse debido a la fricción o al propio paso del tiempo.



Figura 9. Vista frontal del diferencial (elaboración propia)

La mejor solución para aumentar la vida útil del diferencial sería instruir a los conductores para que conozcan a la perfección el radio de giro que pueden realizar con el vehículo a las distintas velocidades, de esta forma se evitirá que se produzcan giros bruscos que obliguen al diferencial a forzar su rango óptimo de funcionamiento. A su vez, se debería de instruir a las tripulaciones para que conozcan como realizar el llenado del depósito de forma adecuada, además de conocer los puntos más probables de fuga para facilitar la diagnosis de las averías al 2º escalón.

- Rotura de la unidad de excitación: Esta pieza tiene una función muy importante, puesto que es la encarga de conectar el sistema mecánico con el eléctrico. Consiste en una pieza que une dos cables con un interruptor por presión, dicha presión es aportada por un inyector que introduce combustible, haciendo que se cierre el circuito y la corriente pase a las baterías.

Uno de los principales síntomas de que la unidad de excitación no funciona es que el indicador de carga de batería, que se encuentra en la cámara de conducción, no se encuentra en la zona verde.

Cuando esto sucede, para comprobar la unidad de excitación se deben conectar los dos cables mediante un puente, si la aguja del indicador de carga vuelve a la franja verde, es que la pieza está rota.



Figura 10. Unidad de excitación en su posición de funcionamiento (elaboración propia)

La instrucción de la tripulación en el conocimiento de esta técnica puede ayudar a agilizar la diagnosis de la avería, ayudando así a una mayor puesta a punto del vehículo por parte del 2º escalón.

- Fugas del aceite del motor: Al igual que los otros componentes mecánicos del vehículo, el motor lleva un sistema de lubricación que impide el sobrecalentamiento por fricción de las piezas. Con el paso del tiempo, las juntas pueden perder tensión y comenzar a dejar salir aceite, generando una fuga, la mejor solución se basa en instruir a los usuarios para que sepan detectar los indicios de fuga, así como conocer los principales puntos donde se pueden producir y como realizar un correcto llenado del depósito.



Figura 11. Vista frontal del motor (elaboración propia)



- Rotura del eje soplador: Esta pieza trabaja como un fusible mecánico, si el motor está a temperaturas bajas y se revoluciona demasiado, este eje se rompe, provocando el que vehículo se pare y por más que se acelere no se mueva. La solución escogida en este caso es aumentar la instrucción de los conductores, para que conozcan los límites del motor a las distintas temperaturas; y preparación de la tripulación, para que todos sean capaces de reconocer los indicios que genera este tipo de avería.



Figura 12. Vista frontal del eje soplador (elaboración propia)

El método AMFE realizado, y el grado de éxito de las medidas correctivas propuestas, será revisado el próximo 15 de febrero de 2022, seis meses después de la realización de la primera parte del método. En la *Tabla 6*, aparece la situación deseada una vez hayan transcurrido los citados seis meses desde la implantación de las medidas.

Quedará como responsable de llevar a cabo la revisión el encargado de vehículos de la Cía., quien deberá valorar si el nuevo NPR propuesto es factible. En caso de no ser así y tras la reevaluación se obtuvieran valores mayores de 100 se deberían establecer nuevas acciones correctivas.

**Tabla 6. Revisión AMFE (elaboración propia)**

Modos de fallos	Efectos	Medidas sugeridas	G	O	D	NPR
Las correas están cuarteadas o rotas	Vehículo INOP durante más de 20 min	Continuar con la comprobación de forma diaria y aumentar la instrucción del personal	8	4	1	32
Fallo en las baterías	Vehículo INOP durante más de 30 min	Comprobación en el MANTO diario y un correcto cuidado de los bornes	8	5	1	40
Fallo en el motor	Vehículo INOP durante más de 2 semanas	Correcta utilización del motor, encendiéndolo unos minutos antes de comenzar la marcha	8	2	4	64
Rodillos rotos o en mal estado	Vehículo INOP durante más de 15 min	Comprobación en el MANTO semanal	7	7	1	49
Fuga de aceite del diferencial	Vehículo INOP durante más de 3 días	Aumentar el nivel de instrucción del personal para conocer los puntos de fuga más probables y el correcto llenado del depósito	8	4	1	32
Unidad de excitación rota	Vehículo INOP durante más de 30 min	Aumentar el nivel de instrucción del personal para conocer como se comprobaría el correcto	6	6	1	36
Fuga en el aceite del motor	Vehículo INOP durante más de 1 semana	Aumentar la instrucción del personal para que conozcan los puntos más probables de fuga y un correcto llenado del depósito	8	3	2	48
Rotura en el eje soplador	Vehículo INOP durante más de 1 día	Aumentar la instrucción de los jefes de vehículo y la tripulación	9	2	2	36



4.2.3. Análisis DAFO de la implementación de las medidas correctivas.

Una vez obtenidas las posibles soluciones a los distintos problemas que sufren los vehículos, se va a proceder a la búsqueda de las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades que se pueden dar a la hora de implantar las modificaciones en el proceso de mantenimiento.

Las soluciones que se van a analizar son: la implantación de un curso, de contenido similar a la semana técnica del curso formativo sobre el TOA, donde se impartan unos conocimientos básicos al personal usuario del vehículo sobre como reconocer y actuar ante las distintas averías que puedan encontrarse, así como saber realizar un correcto mantenimiento de las distintas partes que lo necesiten; cambio de la revisión de las baterías del mantenimiento semanal al diario y cambio de la comprobación de los rodillos de mensual a hacerlo de forma semanal.

- **Implantación de un curso sobre mantenimiento del TOA para tropa:**

- **Debilidades:** Este curso está pensado para ser impartido en unas 10 horas, contando con las sesiones teóricas más una sesión práctica en la que se tenga que proceder a reparaciones que son responsabilidades del primer escalón. Esta inversión de tiempo sería en detrimento de otras actividades, por lo que durante el tiempo que se esté impartiendo el curso, el personal de tropa implicado puede que no se encuentre disponible para otras actividades en las que pueda ser requerido.
- **Amenazas:** Este curso está pensado para aquel personal de tropa de nueva incorporación en la unidad, por lo que una renovación continua del mismo en un corto espacio de tiempo puede suponer una gran inversión de tiempo para unos resultados que no se verían reflejados a medio y largo plazo, esto puede provocar que se opte por cancelar el curso para evitar esa pérdida de recursos temporales.
- **Fortalezas:** Si el curso tiene el efecto esperado, la tropa adquirirá un nivel básico sobre el mantenimiento del TOA, nivel que antes de la impartición de este se adquiría de forma irregular, ya que los conocimientos se trasmítan de aquellos soldados que llevan más tiempo en la unidad a aquellos que acaban de llegar, sin un orden o materia definidos. Una vez la tropa ya haya completado tanto las sesiones teóricas como prácticas podrá realizar un correcto mantenimiento del vehículo, teniendo una seguridad de que todos tienen los mismos conocimientos mínimos para saber realizar todas las tareas correctamente.
- **Oportunidades:** El comienzo de la impartición de este curso puede generar un sistema de enseñanza dentro de la propia unidad, donde se puedan extraer unos conocimientos mínimos del mantenimiento de cualquiera de los vehículos de los que dispone el regimiento, o incluso enfocar también la estructura del curso a la nueva plataforma 8x8, para que una vez sea receptionado por las unidades, ya exista una estructura de enseñanza que rápidamente pueda instruir a la tropa en el mantenimiento de los vehículos una vez el personal especializado haya estudiado aquellos procedimientos que deben ser llevados a cabo por el 1^{er} escalón.

Tabla 7. Análisis DAFO del curso para tropa.

Debilidades	Fortalezas
Pérdida de tiempo de otras actividades	La tropa realizará un correcto MANTO de los TOA
Amenazas	Oportunidades
Pérdida de la inversión por renovación del personal	Creación de un sistema de enseñanza que se pueda aplicar a otros vehículos



- **Revisión de las baterías de forma diaria:**

- Debilidades: Al añadir un nuevo hito diario en el mantenimiento se puede generar un aumento del tiempo que hay que dedicar para completarlo, esto a su vez puede provocar que, para llegar al objetivo diario, se realice todo el mantenimiento de una forma más rápida, en detrimento de la calidad de este, lo que sería contraproducente ya no solo para las baterías, sino también para el resto del vehículo.
- Amenazas: Los errores que pueden provocar las baterías no dependen únicamente del mantenimiento que se les realiza, por lo que el cambio del hito del mantenimiento semanal al diario puede no ser suficiente para reducir el número de averías que sufre el vehículo debido a esta causa.
- Fortalezas: Este cambio puede repercutir en un menor número de averías provocadas por las baterías, causa que se ha dado 7 veces según los archivos consultados, siendo la quinta más frecuente. De esta forma se conseguiría disminuir el tiempo que el vehículo está en el taller, o incluso reducirlo a cero, hablando en términos de esta avería. Además, se podría realizar el cambio de estas durante el mantenimiento, sin esperar a que se agoten, impidiendo así que dejen al TOA sin energía eléctrica.
- Oportunidades: Si finalmente este cambio consigue reducir el número de fallos que las baterías provocan en el funcionamiento del TOA, se reduciría el gasto en baterías, además de reducir también el tiempo que se pudiera emplear en el recambio de estas una vez dejaran de funcionar, pudiendo incluso ahorrar el tiempo de la recuperación del vehículo en caso de que este se encontrase en el campo de maniobras.

Tabla 8. Análisis DAFO del cambio de MANTO en las baterías (elaboración propia).

Debilidades	Fortalezas
Al aumentar las actividades diarias disminuye el tiempo que se dedica a cada una	Se puede reducir el número de averías causadas por las baterías
Amenazas	Oportunidades
Los errores pueden estar causados por factores ajenos al MANTO	Se reducirá el gasto en repuestos de baterías

- **Comprobación de los rodillos de forma semanal:**

- Debilidades: Al igual que sucede con las baterías, la comprobación de cinco rodillos dobles por cada cadena puede suponer un gasto importante de tiempo, que puede repercutir en la calidad del resto del mantenimiento el día que se dedique al mantenimiento semanal.
- Amenazas: Los rodillos son una de las piezas del TOA que más sufren, ya que tienen que soportar la cadena y absorber los golpes que está recibe en los trayectos por el campo de maniobras, por lo que este cambio puede no ser suficiente para reducir la cantidad de roturas que sufren.
- Fortalezas: En caso de ser efectivo, este cambio haría que una de las dos causas de averías que más problemas genera se vea reducida, aumentando así la operatividad del vehículo.
- Oportunidades: Una disminución en esta avería puede ser clave para la reducción del tiempo que permanece inoperativo un vehículo, ya que, además del ahorro económico en repuestos, se ahorraría gran cantidad de tiempo en la espera de repuestos, ya que el 2º escalón, encargado del cambio de los rodillos, no posee ningún stock para poder usar en caso de avería.



Tabla 9. Análisis DAFO de los cambios en el MANTO de los rodillos (elaboración propia).

Debilidades	Fortalezas
Al aumentar las actividades diarias disminuye el tiempo que se dedica a cada una	Se puede reducir el número de averías causadas por los rodillos
Amenazas	Oportunidades
Los errores pueden estar causados por factores ajenos al MANTO	Se reducirá el gasto en repuestos de rodillos

4.3. Descripción de las medidas a implementar.

Una vez presentadas las posibles soluciones al jefe de la 1^a Cía, se acordaron cuáles de estas se iban a implementar y la forma en que se haría, la primera basada en una modificación del curso propuesto para el personal de tropa y las demás se basan en una modificación de la ficha del mantenimiento del batallón. A continuación, se exponen de forma más detallada:

- Instrucción de los conductores en las jornadas de instrucción de puesto táctico:

Durante dos semanas al mes, de forma alterna, se realiza la instrucción de puesto táctico en el batallón, esta consiste en una instrucción a nivel batallón de todos aquellos puestos que requieren una especialización, que van desde los radio-tiradores, pasando por los sanitarios, y por supuesto, los conductores.

Durante estas jornadas se refuerzan los conocimientos en cada una de las materias que se tratan, por ello se han seleccionado estas franjas de instrucción para que sean utilizadas para impartir los conocimientos del curso a los conductores, de esta forma no hay que quitar tiempo a otra tarea, solucionando así uno de los inconvenientes que se presentaba a la hora de desarrollar esta propuesta.

Por otro lado, el curso finalmente no estará dirigido para el personal de tropa en general, sino que será enfocado únicamente para los conductores, que son los responsables primarios del mantenimiento del vehículo, y por extensión, de informar a la tripulación de cómo desarrollarlo de forma correcta cuando esta ayuda a revisar el TOA, de esta forma también se soluciona el problema de la posibilidad de perder al personal de tropa que ya haya recibido el curso, debido a la renovación de plantilla, en el que se haya invertido tiempo y recursos para la impartición de estas jornadas. Los conductores son personal que ha mostrado una mayor dedicación y compromiso que el resto, por ello es que se les da la posibilidad de obtener el permiso de conducción de TOA, y por tanto se presupone que no van a cesar en su puesto a largo plazo.

En cuanto a la materia que se debe impartir, estará basada en aquellas averías que fueron extraídas del análisis AMFE que no pueden ser solventadas mediante un cambio en la ficha de mantenimiento (Anexo C) o procesos que suponen un riesgo para el personal a la hora de realizarlo si no se toman las precauciones adecuadas.

La primera avería que se debe instruir en su detección es en reconocer el estado de las correas y saber cuándo necesitan una sustitución. Para ello el personal de 2^º escalón, encargado de la impartición de las jornadas de instrucción de puesto táctico a los conductores, deberá presentar los distintos métodos que se puedan emplear para reconocer cuando una correa se encuentra en mal estado y debe ser sustituida.



Una vez completada la exposición teórico-práctica sobre las correas, se pasará al grupo motor-propulsor, aquí se debe hacer incidencia en cómo pasar los niveles de aceite de forma correcta y un correcto llenado de todos los depósitos, evitando así que se produzcan fugas por el propio tapón de llenado.

Más concretamente se deben mostrar los puntos de fuga más probable del motor, preferentemente con un motor extraído del vehículo para tener una mejor visual de los puntos, antes de mostrarlo con el motor en su posición de funcionamiento. De la misma manera se debe proceder con el diferencial, mostrando los puntos de fuga en uno extraído y luego en su posición dentro del vehículo.

Una vez se haya finalizado esta parte, se procederá a la explicación de las averías más comunes encontradas en el sistema eléctrico.

El primer punto para tratar será el entretenimiento de las baterías, durante esta teórica se repasará como realizar la limpieza de las baterías, centrándose sobre todo en saber cómo debe de estar el nivel de líquido dentro de las baterías, como mantener los bornes en buen estado y reconocer cuando deben sustituirse. Dentro de este apartado también se deberá de recordar cómo realizar la sustitución de baterías de forma segura, ya que este proceso sí que puede acarrear riesgos para la seguridad del personal que esté realizándolo, puesto que se pueden sufrir descargas eléctricas.

El siguiente apartado será como reconocer una avería en la unidad de excitación, aquí será explicado cómo realizar el puente a esta para reconocer que es la que está provocando la avería, proceso que se realiza con un fragmento de cable conectando los extremos en los dos puntos de conexión de la unidad.

Cuando se haya completado esta parte, se pasará a la explicación de las averías del tren de rodaje. Primero se enseñará como reconocer cuando un rodillo está en mal estado o roto, mostrando las distintas formas de fallo que puede dar esta pieza y como identificarlas. Después se pasará a la comprobación de los rodillos, tanto los interiores como los exteriores y como realizar su correcto mantenimiento con el engrasado de los bujes, además de mostrar cuando un rodillo está en mal estado o próximo a la rotura.

Estos serían los nuevos puntos por añadir en la materia de la jornada de instrucción de puesto táctico de los conductores en cuanto a mecánica y mantenimiento del vehículo se refiere.

Por otro lado, se impartirán otras directrices dentro del campo de la conducción del vehículo. Los conductores deben tener claro cuáles son los límites del M-113, sobre todo para evitar daños en la cadena o en el motor, estos últimos son otros de los fallos que se ha detectado que son más importantes, por ello se debe insistir en el conocimiento de buenas prácticas para evitar daños, como puede ser el arranque del TOA previo a su utilización, esperando a que el motor adquiera la temperatura suficiente como para poder funcionar sin sufrir averías. De esta forma se solucionarían muchos fallos en el motor y las roturas del eje soplador, otro de los desperfectos que más importancia se ha descubierto que tiene durante el desarrollo del proyecto.

Esta sería la totalidad de la materia a incluir en la instrucción, la cual una vez haya sido adquirida por los conductores, deben trasmitir a sus tripulaciones, siendo ellos los encargados del control del correcto mantenimiento de sus propios vehículos.

Hay que señalar que estos cursos han de repetirse de forma periódica pese a que ya haya sido impartido a los conductores, ya que la renovación de personal es permanente y por tanto siempre se están formando nuevos conductores.

- Implementación de los cambios en la ficha de mantenimiento del batallón:

La otra medida que se ha decidido implementar es el cambio en la hoja de mantenimiento que el primer escalón del batallón sigue para la realización del cuidado de los vehículos.



Los hitos que se van a cambiar son: la revisión diaria de las baterías, que hasta ahora se ha estado realizando semanalmente; y la comprobación de los rodillos de forma semanal. Finalmente se han decidido implementar ambos cambios pese a que puedan no ser efectivos, debido a que ambas piezas se desgastan con el mero uso del vehículo. Aun así, estos cambios ya se han llevado a cabo y se comenzará a realizar el mantenimiento de los vehículos según las nuevas directrices.

TOA: <input type="text"/> CIA		DÍA DE REALIZACIÓN													
MATRÍCULA: <input type="text"/> ET- -VE MES: <input type="text"/>															
1	D	COMPROBAR BARRAS DE TORSIÓN													
2	D	NIVEL DE REFRIGERANTE (AGUA-ANTICONGELANTE)													
3	D	NIVEL ACEITE DE MOTOR (SAE-30)													
4	D	NIVEL DE LA TRANSFERENCIA (SAE-30)													
5	D	NIVEL DE LA TRANSMISIÓN (SAE-10)													
6	D	NIVEL DEL DIFERENCIAL (SAE-30)													
7	D	NIVEL PASOS FINALES (SAE-30)													
8	D	NIVEL DEL VENTILADOR (SAE-30)													
9	D	NIVEL DE RAMPA (HRC ROJO, AMARILLO, BLANCO)													
10	D	COMPROBAR ESTADO Y TENSIÓN DE LAS CORREAS													
11	D	OBSERVAR MANGUITOS, CONEXIONES Y FUGAS DE LA CÁMARA DE MOTOR													
12	D	OBSERVAR ESTADO DE LOS EXTINTORES (SCI, PORTÁTIL)													
13	D	FUNCIONAMIENTO CORRECTO DE TODOS LOS INDICADORES													
14	D	LUCES NORMALES/GUERRA/FR/BOCINA													
15	D	COMPROBAR EL ESTADO DEL ACCELERADOR DE MANO Y PARE DE MOTOR													
16	D	COMPROBAR FUNCIONAMIENTO DE BOMBAS DE ACHIQUE													
17	D	COMPROBAR EL ESTADO DE LA TOMA DE ESCLAVO													
18	D	COMPROBAR Y LIMPIAR EL TAPÓN Y REJILLA DEL DEPÓSITO DE COMBUSTIBLE													
19	D	COMPROBAR Y LIMPIAR LA PARTE DE LA LÍNEA DE CADA VEHÍCULO ASIGNADO													
20	D	BATERIAS, LIMPIEZA, SUJECCIÓN, ESTADO (NIVELES)													
21	S	CÁMARA DE CONDUCCIÓN, ESTADO Y LIMPIEZA													
22	S	LIMPIEZA GENERAL DEL VEHÍCULO													
23	S	LIMPIAR Y ENGRASAR EL CABLE DE RAMPA													
24	S	LIMPIAR TERMINALES Y CABLES (TRANSMISIONES)													
25	S	COMPROBAR RODILLOS, BANDA DE RODADURA Y ENGRASE												C: <input type="text"/>	E: <input type="text"/>
26	M	TENSIÓN DE CADENAS Y ENGRASE												E: <input type="text"/>	T: <input type="text"/>
27	M	ESTADO E ESCOTILLAS, PUERTAS, RAMPA, ANCLAJES Y ENGRASE												C: <input type="text"/>	E: <input type="text"/>
28	M	COMPROBAR BUJES, ENGRASADORES, VALVULAS DE ALIVIO Y ENGRASE												C: <input type="text"/>	E: <input type="text"/>
29	M	COMPROBAR EL ESTADO Y APRIETE DE ZAPATAS Y PERNOS												C: <input type="text"/>	A: <input type="text"/>
30	M	COMPROBAR LIMPIEZA Y ENGRASE DEL GANCHO REMOLQUE												C: <input type="text"/>	E: <input type="text"/>
31	M	JUNTAS UNIVERSALES Y ENGRASE												C: <input type="text"/>	E: <input type="text"/>
32	M	VARILLAJE, ESTADO, LIMPIEZA Y ENGRASE												C: <input type="text"/>	E: <input type="text"/>
33	M	ESTADO DE POLIGONALES Y CORONAS													
34	M	COMPROBAR FUNCIONAMIENTO CALEFACCIÓN													
35	M	LIMPIAR FILTROS													
36	M	ARRANCAR Y MOVER EL VEHÍCULO													
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> REVISADO: JEFE 1^º CIA <input type="text"/> C=COMPROBAR E=ENGRASAR T=TENSADO CADENAS A=APRIETE Nº ACT. REALIZADAS: <input type="text"/> Nº ACT. PREVISTAS: <input type="text"/> </div>															

Ficha MANTO-001.02

Figura 13. Cambios en la ficha MANTO-001.02 (elaboración propia).

Como podemos ver también aparecen únicamente dos días para realizar el mantenimiento a la semana, esto se debe a la necesidad de adecuar las tareas previstas a las realmente ejecutables en la unidad, en función de la carga de trabajo del personal. Además, también aparecen dos nuevos apartados, nº de actuaciones realizadas y nº de actuaciones previstas, para supervisar el proceso de MANTO.

La primera hace referencia a los días totales en que se ha realizado el MANTO a los vehículos durante el mes correspondiente a esa ficha; mientras que la segunda hace referencia al número de días que debería de haberse realizado dicho mantenimiento en total durante todo el mes.

Estos dos apartados han de ser cumplimentados por el encargado del cuidado del vehículo, de forma que cuando el suboficial encargado de vehículos de la Compañía los revise, pueda ver el porcentaje de mantenimiento que se ha realizado a lo largo del mes, siendo el objetivo que este sea lo más cercano al 100%.



4.4. Otros factores que afectan al proceso de mantenimiento.

Cabe mencionar varias situaciones que escapan a las competencias de la 1^a Cía en lo que respecta al MANTO.

Actualmente se ha eliminado el stock de piezas de repuesto que se guardaban en el 2^o escalón, esto aumenta enormemente el tiempo que tarda un vehículo en recuperar la operatividad, ya que cuando se produce la avería se tiene primero que diagnosticar de donde proviene, solicitar los repuestos en caso de que fueran necesarios y esperar a la recepción de los mismos para comenzar la reparación, la cual en el caso de los rodillos, por ejemplo, dura unos escasos diez minutos.

La imposibilidad de cambiar esta situación, sumado a la reciente baja de la mitad de la flota de vehículos de la Cía, hace que sea aún más importante el mantenimiento preventivo de los TOA, de forma que cuando se detecte que una pieza está cercana a su rotura, se informe al 2^o escalón para que comience el proceso de solicitar el repuesto, consiguiendo de esta forma reducir los tiempos de inoperatividad.

Unido a esto último, también cabe señalar que muchas de las piezas no son sustituidas hasta que se produce la rotura de las mismas, pese a que se detecte su deterioro, esto es otra de las razones que generan más tiempo de inoperatividad, ya que si la pieza falla durante un ejercicio en el campo de maniobras, supone añadir a todo el tiempo de espera de repuestos y cambio de la pieza, el tiempo que se tarde en recuperar el vehículo para llevarlo al 2^o escalón, además de que el uso continuado del vehículo con una avería puede generar otras más graves, como es el caso de los rodillos, que pueden llegar a provocar daños en la cadena si se sigue circulando con alguno de ellos roto.

Otro de los factores que condicionan el mantenimiento que se ha extraído del estudio es que al no existir personal de 1^{er} escalón que se dedique exclusivamente al MANTO de los vehículos y no existir tiempo físico para ello, muchas semanas no se realiza más que un día de mantenimiento. Es por ello por lo que se reducen los días de MANTO a dos a la semana, pero siendo esta la tarea principal a cumplimentar en dichas jornadas.

A medio y largo plazo se podrá comprobar la efectividad de las modificaciones efectuadas, llevando un control sobre las averías que sufren los TOA causadas por alguno de estos dos sistemas, para conseguir esto se debería de realizar un cambio en cuanto al almacenamiento de información. Se deberían de almacenar los formularios M-2404 y las distintas fichas MANTO-001.02 que se vayan completando, de esta forma podríamos tener un histórico de todas las averías sufridas por cada vehículo a lo largo del tiempo y un porcentaje mensual del MANTO que se ha realizado, permitiendo así obtener una rápida visión de si se están completando los objetivos de mantenimiento o no.



5. CONCLUSIONES

Como conclusión principal de este trabajo, se ha cumplido con el objetivo propuesto de analizar el proceso de mantenimiento del TOA proponiendo acciones correctivas para optimizar la disponibilidad de los vehículos. Tal y como ha quedado expuesto en los apartados anteriores, los cambios a realizar en el proceso de mantenimiento son: la realización de acciones formativas específicas sobre mantenimiento en las jornadas de instrucción de puesto táctico, los cambios la ficha de MANTO-001.02³.

Igualmente, se han satisfecho los objetivos específicos que se propusieron inicialmente al proyecto:

- Revisión de la ficha de mantenimiento: Se ha realizado la comprobación de la ficha de MANTO que hasta ahora estaba usando la compañía, obteniendo resultados que han permitido la consecución de otros objetivos.
- Implementación de los cambios necesarios en la ficha: no solo se han cambiado hitos de mantenimiento, sino que también se le ha añadido un código de identificación, así como nuevos apartados que ayudarán a la mejora del mantenimiento.
- Proponer otras vías para la mejora del proceso de MANTO: En cuanto a esto, y relacionado con el objetivo anterior, se ha incluido nueva materia que debe ser impartida a los conductores, para mejorar así el conocimiento sobre el MANTO del 1^{er} EMAN.

³ 2º formato de la ficha MANTO-001



6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acero, R., Pastor, J., Sancho, J. & Torralba, M., 2017. Calidad en la etapa de diseño, 3^a edición. En: *Ingeniería de la Calidad*. Zaragoza: Centro Universitario de la Defensa.
- Ben-Daya, M. y otros, 2009. Maintenance Organization Objectives and Responsibility. En: *Handbook of Maintenance Management and Engineering*. Londres: Springer, pp. 6, 87.
- Cajal Hernando, C. E. & Ruiz López, C., 2020. Función logística de mantenimiento. En: *Apuntes de la asignatura de Logística aplicada a la Defensa*. Zaragoza: Centro Universitario de la Defensa, p. 10.
- Carrasco, B., 2021. *Infodefensa*. [En línea] Available at: <https://www.infodefensa.com/texto-diario/mostrar/3353330/ejercito-espanol-invierte-15-millones-mantenimiento-motores-toa> [Último acceso: 28 diciembre 2021].
- ET, Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2017. MI-008. En: *Conductor "F" TOA*. Madrid: Oficial.
- ET, 2006. *Regimiento de Infantería "Arapiles" 62*, Madrid: Departamento de comunicación del ET.
- ET, 2020. *NOP 404/20: Mantenimiento*, Córdoba: Oficial.
- Fernández Mateos, F. P., 2010. *Presente y futuro de los medios acorazados españoles*. Madrid: Perfiles IDS.

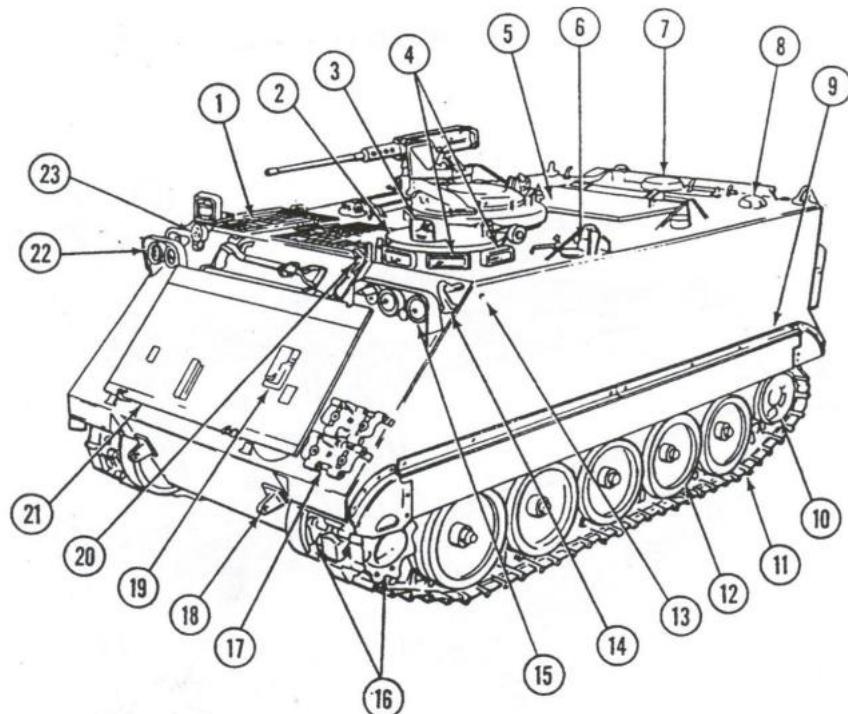


ANEXOS

Anexo A. Partes del TOA

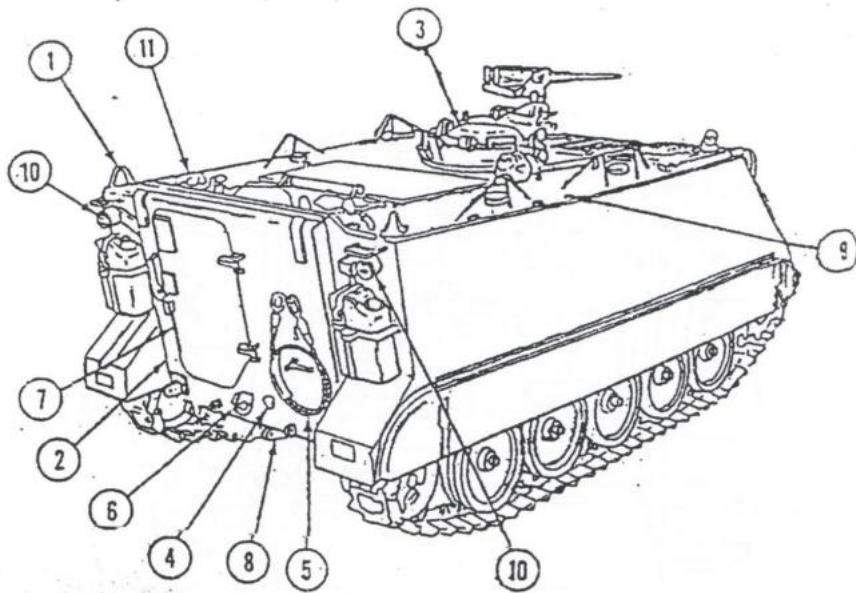
Extraído de (ET, Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2017)

En este anexo se van a exponer las distintas partes exteriores del TOA, tanto de su vista delantera como de su vista trasera, mostrando las piezas más importantes para el mantenimiento y, por tanto, para el proyecto.



- | | |
|--|---|
| 1. Escotilla de evacuación | 13. Orificio delantero de salida de la bomba de achique |
| 2. Escotilla del conductor | 14. Argolla de lanzamiento |
| 3. Periscopio de infrarrojos (M19) | 15. Grupo de faros derecho |
| 4. Periscopio del conductor | 16. Ruedas tractoras |
| 5. Escotilla de carga | 17. Eslabones de repuesto |
| 6. Manecilla de extinción de incendios | 18. Argolla de remolque |
| 7. Rejilla para la ventilación del compartimento de personal | 19. Cierre del tablero de navegación |
| 8. Tapón de combustible | 20. Manecilla de sujeción del tablero de navegación |
| 9. Faldón | 21. Tablero de navegación |
| 10. Rueda tensora | 22. Conjunto de faros izquierdo |
| 11. Cadena | 23. Claxon |
| 12. Rueda | |

Figura 14. Vista frontal de las partes del TOA



- | | |
|------------------------------------|--|
| 1. Asa de izado trasero | 7. Puerta de la rampa |
| 2. Rampa | 8. Gozne de la rampa |
| 3. Cúpula de mando | 9. Anillas |
| 4. Conexión eléctrica del remolque | 10. Luces de freno |
| 5. Cable de remolque | 11. Tapón de llenado del depósito de combustible |
| 6. Gancho | |

Figura 15.Vista trasera de las partes del TOA

Anexo B. Flujo de información para petición de reparación

En este anexo se van a presentar las distintas situaciones que se van a dar cuando se produce una avería, desde la localización de esta hasta la reparación.

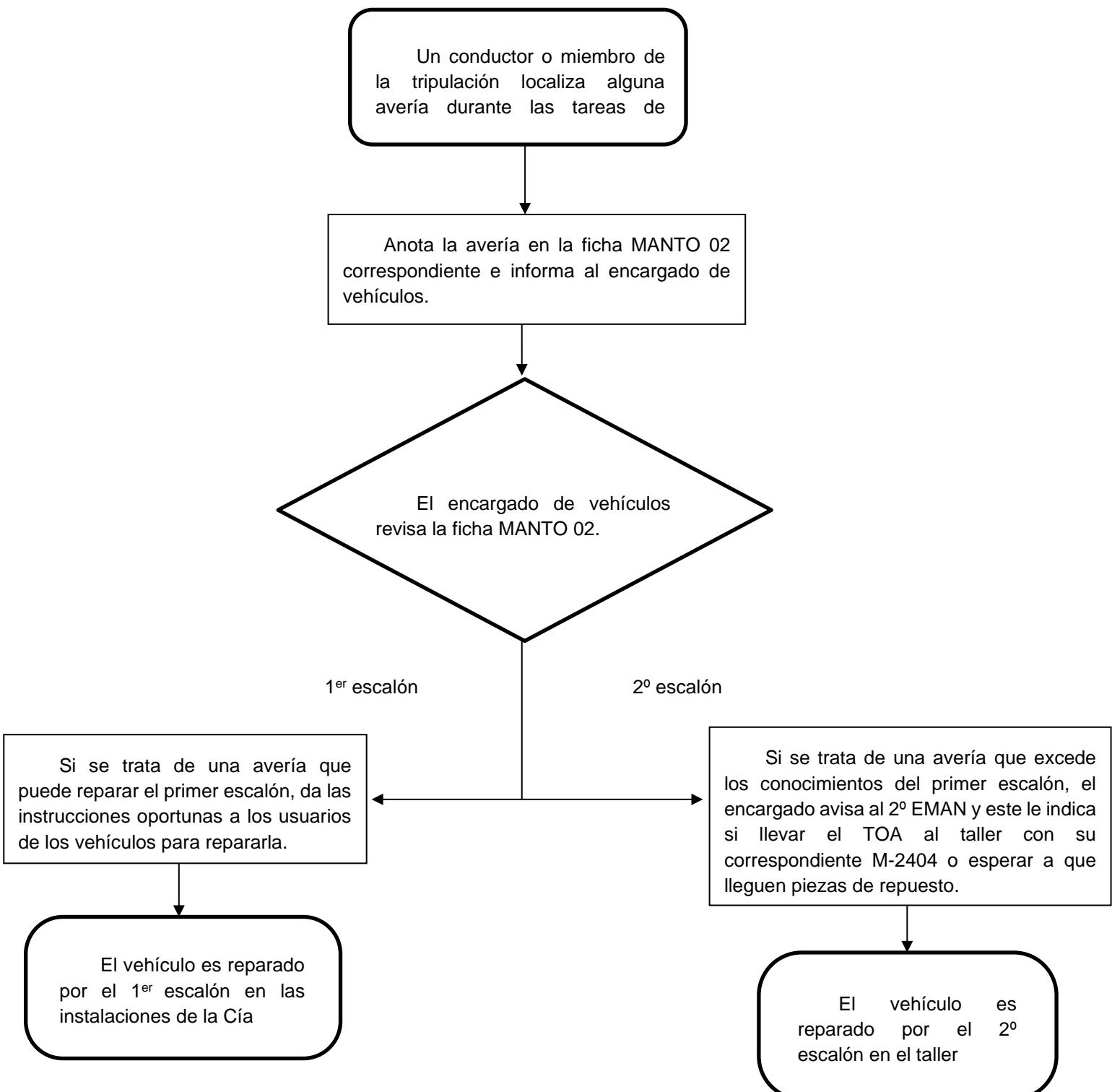


Figura 16. Flujo de petición de MANTO (ET, 2020)

Anexo C. Documentación del mantenimiento

Extraídos de la documentación del Bon.

En este anexo se va a exponer la documentación que actualmente se usa en la Compañía para el registro del mantenimiento y las averías.

TOA: MATRICULA:ET-	CIA -VE	MES:	FECHA							
1 D	COMPROBAR BARRAS DE TORSION									
2 D	NIVEL DE REFRIGERANTE (AGUA-ANTICONGELANTE)									
3 D	NIVEL ACEITE DE MOTOR (SAE-30)									
4 D	NIVEL DE LA TRANSFERENCIA (SAE-30)									
5 D	NIVEL DE LA TRANSMISION (SAE-10)									
6 D	NIVEL DEL DIFERENCIAL (SAE-30)									
7 D	NIVEL PASOS FINALES (SAE-30)									
8 D	NIVEL DEL VENTILADOR (SAE-30)									
9 D	NIVEL DE RAMPA (HRC ROJO ,AMARILLO BLANCO)									
10 D	COMPROBAR ESTADO Y TENSION DE LAS CORREAS									
11 D	OBSERVAR MANGUITOS,CONEXIONES Y FUGAS DE LA CAMARA DE MOTOR									
12 D	OBSERVAR ESTADO DE LOS EXTINTORES (SCI/PORTATIL)									
13 D	FUNCIONAMIENTO CORRECTO DE TODOS LOS INDICADORES									
14 D	LUCES NORMALES/GUERRA/IFR/BOCINA									
15 D	COMPROBAR EL ESTADO DEL ACELERADOR DE MANO Y PARE DE MOTOR									
16 D	COMPROBAR FUNCIONAMIENTO DE BOMBAS DE ACHIQUE									
17 D	COMPROBAR EL ESTADO DE LA TOMA DE ESCLAVO									
18 D	COMPROBAR Y LIMPIAR EL TAPON Y REJILLA DEL DEPOSITO DE COMBUSTIBLE									
19 D	COMPROBAR Y LIMPIAR LA PARTE DE LA LINEA DE CADA VEHICULO ASIGNADO									
20 S	BATERIAS, LIMPIEZA, SUJECCION, ESTADO (NIVELES)									
21 S	CAMARA DE CONDUCCION ESTADO Y LIMPIEZA									
22 S	LIMPIEZA GENERAL DEL VEHICULO									
23 S	LIMPIAR Y ENGRASAR EL CABLE DE RAMPA									
24 S	LIMPIAR TERMINALES Y CABLES (TRANSMISIONES)									
25 M	COMPROBAR BUJES, ENGRASADORES, VALVULAS DE ALIVIO Y ENGRASE	C:								
26 M	TENSION DE CADENAS Y ENGRASE	E:								
27 M	ESTADO E ESCOTILLAS, PUERTAS, RAMPA, ANCLAJES Y ENGRASE	C:								
28 M	COMPROBAR RODILLOS, BANDA DE RODADURA Y ENGRASE	C:								
29 M	COMPROBAR EL ESTADO Y APRIETE DE ZAPATAS Y PERNOS	C:								
30 M	COMPROBAR LIMPIEZA Y ENGRASE DEL GANCHO REMOLQUE	C:								
31 M	JUNTAS UNIVERSALES Y ENGRASE	C:								
32 M	VARILLAJE, ESTADO, LIMPIEZA Y ENGRASE	C:								
33 M	ESTADO DE POLIGONALES Y CORONAS									
34 M	COMPROBAR FUNCIONAMIENTO CALEFACCION									
35 M	LIMPIAR FILTROS									
36 M	ARRANCAR Y MOVER EL VEHICULO									

C=COMPROBAR
E=ENGRASAR
T=TENSADO CADENAS
A=APRIETE

Figura 17. Ficha de MANTO del Bon.

FORMULARIO M-2404

Figura 18. Formulario M-2404

Anexo D. Ficha MANTO-001.02

Elaboración propia

En este anexo se presenta la nueva hoja de mantenimiento que se va a usar en la Compañía.

TOA:		CIA		DÍA DE REALIZACIÓN													
MATRICULA: ET-		-VE	MES:														
1	D	COMPROBAR BARRAS DE TORSION															
2	D	NIVEL DE REFRIGERANTE (AGUA-ANTICONGELANTE)															
3	D	NIVEL ACEITE DE MOTOR (SAE-30)															
4	D	NIVEL DE LA TRANSFERENCIA (SAE-30)															
5	D	NIVEL DE LATRANSMISION (SAE-10)															
6	D	NIVEL DEL DIFERENCIAL (SAE-30)															
7	D	NIVEL PASOS FINALES (SAE-30)															
8	D	NIVEL DEL VENTILADOR (SAE-30)															
9	D	NIVEL DE RAMPA (HRC ROJO ,AMARILLO,BLANCO)															
10	D	COMPROBAR ESTADO Y TENSION DE LAS CORREAS															
11	D	OBSERBAR MANGUITOS,CONEXIONES Y FUGAS DE LA CAMARA DE MOTOR															
12	D	OBSERBAR ESTADO DE LOS EXTINTORES (SCI,PORTATIL)															
13	D	FUNCIONAMIENTO CORRECTO DE TODOS LOS INDICADORES															
14	D	LUCES NORMALES/GUERRA/IFR/BOCINA															
15	D	COMPROBAR EL ESTADO DEL ACCELERADOR DE MANO Y PARE DE MOTOR															
16	D	COMPROBAR FUNCIONAMIENTO DE BOMBAS DE ACHIQUE															
17	D	COMPROBAR EL ESTADO DE LA TOMA DE ESCLAVO															
18	D	COMPROBAR Y LIMPIAR EL TAPON Y REJILLA DEL DEPOSITO DE COMBUSTIBLE															
19	D	COMPROBAR Y LIMPIAR LA PARTE DE LA LINEA DE CADA VEHICULO ASIGNADO															
20	D	BATERIAS, LIMPIEZA, SUJECCION, ESTADO (NIVELES)															
21	S	CAMARA DE CONDUCCION, ESTADO Y LIMPIEZA															
22	S	LIMPIEZA GENERAL DEL VEHICULO															
23	S	LIMPIAR Y ENGRASAR EL CABLE DE RAMPA															
24	S	LIMPIAR TERMINALES Y CABLES (TRANSMISIONES)															
25	S	COMPROBAR RODILLOS, BANDA DE RODADURA Y ENGRASE													C:	E:	
26	M	TENSION DE CADENAS Y ENGRASE													E:	T:	
27	M	ESTADO E ESCOTILLAS, PUERTAS, RAMPA, ANCLAJES Y ENGRASE													C:	E:	
28	M	COMPROBAR BUJES, ENGRASADORES, VALVULAS DE ALIVIO Y ENGRASE													C:	E:	
29	M	COMPROBAR EL ESTADO Y APRIETE DE ZAPATAS Y PERNOS													C:	A:	
30	M	COMPROBAR LIMPIEZA Y ENGRASE DEL GANCHO REMOLQUE													C:	E:	
31	M	JUNTAS UNIVERSALES Y ENGRASE													C:	E:	
32	M	VARILLAJE, ESTADO, LIMPIEZA Y ENGRASE													C:	E:	
33	M	ESTADO DE POLIGONALES Y CORONAS															
34	M	COMPROBAR FUNCIONAMIENTO CALEFACCION															
35	M	LIMPIAR FILTROS															
36	M	ARRANCAR Y MOVER EL VEHICULO															
REVISADO: JEFE 1 ^a CIA				C=COMPROBAR E=ENGRASAR T=TENSADO CADENAS A=APRIETE				Nº ACT. REALIZADAS:				Nº ACT. PREVISTAS:					

Figura 19. Ficha MANTO-001.02

Ficha MANTO-001.02