



Trabajo Fin de Grado

Gestión del mantenimiento de 1er escalón en la Cía. CC. Estudio de mecanismos para la mejora y eficacia del mantenimiento diario en la plataforma Carro de Combate LEO

Autor

Pilar Mercedes Muelas Ruiz

Director/es

Director académico: D. Roberto Jiménez Pacheco
Director militar: Capitán D. Vicente Traver Carretero

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar
2020-2021



(Página intencionadamente en blanco)



Agradecimientos

Como inicio de esta memoria me gustaría agradecer a todo el personal que han hecho posible su realización. En primer lugar, me gustaría agradecer la colaboración de todo el personal del Batallón de Infantería Flandes Nº.4, con una especial mención a la 1^a Compañía. Agradecer toda su colaboración a mis tutores, tanto militar como académico, el Capitán D. Vicente Traver Carretero, y el profesor D. Roberto Jiménez Pacheco, los cuales me han orientado para este proyecto desde el primer momento. En cuanto al personal del profesorado, me gustaría agradecer a la profesora Lacrimiora Dranca, por su ayuda y consejo a la hora de utilizar herramientas propias de la asignatura que imparte. También, me gustaría agradecer al personal de la primera compañía que me han ayudado desde el momento en el que me incorporé, en especial al Teniente D. Isaac Caballero Marjalizo, Sargento D. Diego Prieto Sanz, Cabo Dña. María de Nazareth Púa Rodríguez, Soldado D. Iván Calonge Sueiro y Soldado D. Emmanuel Del Valle Berlanga.

Para finalizar, me gustaría agradecer a mi familia, a mis padres y a mi hermana, y a todos mis compañeros y amigos por haberme apoyado desde el primer momento que empecé esta carrera y sin los cuales hubiese sido más difícil conseguir todos mis objetivos.



Resumen

Las unidades de carros de combate forman una parte fundamental del Ejército de Tierra. El Batallón Flandes consta de un número elevado de carros de combate Leopard 2E que requieren de un mantenimiento específico para su correcto mantenimiento. Este mantenimiento tiene un laborioso proceso el cual es complicado realizar en su totalidad, sobre todo comparado con otros vehículos utilizados por las unidades de infantería.

Este trabajo tiene como objetivo detectar los factores que hacen imposible ese 100% de trabajo de mantenimiento y se va a proponer una serie de posibles mejoras que se pueden aplicar en todo tipo de unidades que incluyan vehículos, tanto ligeros como pesados.

Los dos objetivos en los que se ha centrado esta memoria son en la falta de recopilación de información de las tareas preventivas y en la falta de material y tiempo que provocan una ralentización en el trabajo. La recopilación de información es algo importante para todo tipo de actividad, pero en la actualidad lo fundamental es que esté digitalizada para que los datos no se pierdan y para que su consulta y explotación sea eficiente. Por ello se va a proponer una estructura de base de datos que haga posible esta digitalización de la información.

Por otro lado, la falta de modernización o actualización de las herramientas que se utilizan en el mantenimiento suponen problemas en la seguridad y retrasos en su realización. La idea de actualizar las herramientas es otro punto importante de este trabajo que se ha analizado desde el punto de vista de la rentabilidad de la adquisición de estas. Otro factor importante es la continua renovación del personal que trabaja con los carros, puesto que existe una falta de experiencia que provoca una escasa agilidad en las labores de mantenimiento de cada jornada laboral. Por lo que se va a hacer una demostración de la comparación entre personal experimentado y principiante y se propondrá una serie de puntos para aplicar en el plan de formación del personal.



Abstract

The combat tank units is an integral part of the Army. The Flandes Battalion consists of a large number of Leopard 2E battle tanks that require specific maintenance for proper upkeep. This maintenance has a laborious process which is difficult to carry out in its entirety, especially compared to other vehicles used by infantry units.

The objective of this work is to detect the factors that make this 100% maintenance work impossible and a range of possible improvements will be proposed that can be applied to all types of units that include vehicles, both light and heavy.

The two objectives on which this report has focused are the lack of collection of information on preventive tasks and the lack of material and time that cause a slowdown in work. The collection of information is something important for all types of activity, but today the fundamental thing is that should be is digitized so that the data is not lost. For this reason, a database structure will be proposed that makes this digitization of information possible.

On the other hand, the lack of modernization or updating of the tools that are used is a delay when it comes to time and security. The idea of updating the tools is another important point of this work that has been analyzed to see the profitability of the acquisition of these. Another important factor is the continuous renewal of the personnel who work with the cars, since there is a lack of experience that causes little agility in the maintenance tasks of each working day. Therefore, a demonstration of the comparison between experienced and novice personnel will be made and a series of points will be proposed to apply in the personnel training plan.



Índice

Agradecimientos	3
Resumen	4
Abstract	5
Lista de ilustraciones.....	7
Lista de tablas	7
Lista de abreviaturas	7
1.Introducción.....	8
1.1. Marco de la memoria	8
1.2. Objetivo y alcance	10
1.2.1. Objetivos	10
1.2.2. Alcance	10
1.3. Estructura de la memoria	11
2. Metodología	11
3. Estado del arte.....	12
4. Recopilación de datos de las tareas de mantenimiento de primer escalón.	13
4.1. Entrevistas a personal especializado	13
4.2. Desarrollo de la base de datos.....	16
4.3. Consultas MySQL	20
5. Propuesta de mejora tareas de mantenimiento.....	22
5.1 Comparación de personal especializado y principiante.....	22
5.2. Planteamiento de un plan de formación.	25
5.3. Modernización de material para las tareas de mantenimiento.	27
6. Conclusiones.....	31
7. Líneas futuras.....	33
Bibliografía.....	34
Anexos.....	35



Lista de ilustraciones

Figura 1. Cadena de mantenimiento. Extraída de manual.....	9
Figura 2. Relaciones de cardinalidad	17
Figura 3. Modelo entidad-relación base de datos. Elaboración propia.....	19
Figura 4. Ruedas carro de combate Leopardo 2E. Elaboración propia.....	23
Figura 5. Conector de cadena. Elaboración propia.	23
Figura 6. Pistola de impacto marca Makita. Extraída página oficial Makita.	27
Figura 7. Soldado utilizando la pistola de impacto. Elaboración propia.	29

Lista de tablas

Tabla 1. Datos necesarios en la base de datos. Elaboración propia.	16
Tabla 2. Resultados experimentados con personal de distinta experiencia en tareas de mantenimiento. Elaboración propia.....	24
Tabla 3. Análisis DAFO. Elaboración propia.....	28

Lista de abreviaturas

JC	Jefe de Carro
C	Conductor
T	Tirador
RC	Radio cargador
CC	Carro de Combate
OP	Operativo
OCL	Operativo condicional o limitado
INOP	Inoperativo
SIGLE	Sistema de Gestión logística del Ejército de Tierra
BON	Batallón
GT	Grupo Táctico
RGTO	Regimiento
UAL	Unidad de Apoyo Logístico
OAE	Órganos de Alta Especialización Logística
COLAG	Complejo Logístico de Apoyo General
BMS	<i>Battlefield Management System</i> , Sistema de Gestión del Campo de Batalla
DAFO	Debilidades, amenazas, fortalezas, Oportunidades
MINISDEF	Ministerio de Defensa.
IEMAN	Mantenimiento de primer escalón
SQL	<i>Structured Query Language</i>



1. Introducción

La siguiente memoria presenta los resultados del Trabajo de Fin de Grado en Ingeniería de Organización Industrial impartida en el Centro Universitario de la Defensa en la Academia General Militar. Los resultados obtenidos para este proyecto se han conseguido durante la estancia encuadrada en la Brigada Aragón 1, en concreto, en el Batallón de Infantería Acorazada Flandes N.^º 4.

1.1. Marco de la memoria.

El Batallón de Infantería Acorazada Flandes N.^º 4 [1], ha existido durante diferentes épocas, con distintas especialidades, en diversos destinos y renombrados en numerosas ocasiones. Las tres épocas por la que ha vivido este Batallón transcurren desde 1663 hasta 1811, la primera época, la segunda desde 1854 hasta 1939 y desde el 2000 hasta la actualidad la tercera. Ha sido nombrado Tercio García, Tercio Manrique de Arana, Tercio Provincial Nuevo de Cuenca, Regimiento fijo de Orán, Regimiento Flandes y el actual Batallón Flandes. Ha participado en numerosas batallas en Portugal, Francia, Cataluña, África, en la Guerra de la Independencia, en la Guerra Carlista, Guerra de Cuba y en la Guerra Civil española.

Por último, la gran diferencia respecto a las diferentes épocas por las que ha pasado esta unidad es el cambio de especialidad. Ha sido una unidad de montaña, de infantería ligera y finalmente, hoy en día es una unidad de infantería acorazada.

En esta Unidad, actualmente hay encuadrados carros de combate Leopard 2E, los cuales son el objeto principal de este proyecto. El Leopard 2E [2] es un carro de combate con cañón de 120 mm. Es un carro que se puede utilizar para batir, tanto objetivos terrestres, como aéreos y acorazados, ya que dispone también de dos ametralladoras de 7,62 mm, una coaxial y otra con afuste antiaéreo.

La tripulación de este vehículo consta de cuatro personas, el jefe del carro (JC), el conductor (C), el tirador (T) y el radio cargador (RC). Estos tripulantes son los encargados del mantenimiento diario de este, de que todo funcione bien y siempre esté listo, y en disposición de salir al campo cuando sea necesario. Cada tripulante tiene un conjunto de instrumentos y herramientas que le permiten llevar a cabo sus funciones de modo eficiente.

Este CC (Carro de Combate) posee subsistemas principales. A parte de estos, también posee numerosos componentes tecnológicamente muy avanzados dentro de la baraza, del casco y de la torre¹. A la vista de la gran cantidad de elementos que posee, y de la sofisticación de estos, este vehículo pesado se puede decir que es un sistema complejo de mantener.

Las actividades de mantenimiento forman parte de las tareas prioritarias en las unidades de carros dentro del Ejército de Tierra. Estas actividades [3]

¹ La baraza, la torre y el casco son las tres partes principales del Carro del Combate, las cuales son independientes a la hora de realizar mantenimiento y de objetar si este operativo o no el carro.



engloban el mantenimiento preventivo, la reparación o mantenimiento correctivo, la evacuación, la recuperación y las inspecciones que deben realizar los mandos. Estas son las actividades más importantes que deben de considerarse en unidades acorazadas.

Estas acciones se dividen en diferentes escalones, 1º, 2º, 3º y 4º, siendo cada uno, un nivel diferente dependiendo de la complejidad de las tareas. Es decir, cuanto más elevado sea el número de escalón, mayor grado de especialización del personal y de los medios se necesitará para solventar los posibles problemas que pueden aparecer. En la Figura 1 se describe que personal realiza cada tipo de mantenimiento según el escalón.

1º escalón	Mantenimiento orgánico de la Unidad que tiene asignado el material; operador-usuario, sobre el material a su cargo.
2º escalón	Mantenimiento orgánico de la Unidad que tiene asignado el material; personal especializado y técnicamente capacitado de entidad BON/GT/Rgt con ñorganos de ejecución de mantenimiento.
3º escalón	En una Unidad de Apoyo Logístico (UAL), tipo Agrupaciones de Apoyo Logístico (AALOG, S) u otro tipo de organizaciones de apoyo en operaciones. Posee un Complejo Logístico de Apoyo General (COLAG). Además, tiene medios específicos de mantenimiento en instalaciones fijas y móviles.
4º escalón	En una Unidad de Apoyo Logístico (UAL). Parques y Centros de Mantenimiento y Órganos de Alta Especialización Logística de la Fuerza (OAE, s) sólo para su material especial de dotación o del que son cabecera técnica. Excepcionalmente tiene instalaciones móviles, normalmente son fijas.

Figura 1. Cadena de mantenimiento. Extraída de manual.

Las actividades de IEMAN (mantenimiento de primer escalón) son realizadas por la propia tripulación de cada carro, lo cual requiere un gran consumo de tiempo, puesto que son cuatro personas para realizar todo el mantenimiento. Este factor, junto al sistema complejo que es el Leopard, provoca que el mantenimiento no se pueda realizar en su totalidad.

Las revisiones que se deben realizar por la tripulación tienen distinta periodicidad requerida, hay revisiones semanales, trimestrales y anuales. Cada parte del carro requiere una frecuencia de revisiones necesario, según sea la barcaza, la torre o el casco. Además de las revisiones, el IEMAN también debe realizar ciertas tareas de reparación, ajuste y puesta a punto del vehículo.

Independientemente de que las tareas de mantenimiento pendientes sean de primer, segundo, tercer o cuarto escalón la situación de un carro de combate se clasifica en cuanto a su operatividad en tres categorías diferentes:

- ✓ Operativos (OP): aquellos vehículos que pueden cumplir sus funciones, es decir, aquellos vehículos que son útiles.



- ✓ Operativos condicionales o limitados (OCL): Aquellos vehículos que tienen alguna avería, pero que no afecta al cumplimiento de las funciones para que se le requiera, aunque esta avería debe ser reparada.
- ✓ Inoperativos (INOP): aquellos vehículos que requieren de una reparación de urgencia y que por lo tanto no pueden ser utilizados para ninguna función.

Todas las actividades y revisiones que se realizan en el primer escalón no son registradas digitalmente. Existe un sistema de digitalización de esta información en SIGLE, pero comienza a partir del segundo escalón. En el primer escalón, las tareas de mantenimiento se registran en unos formularios escritos a mano que los va guardando cada jefe de compañía cada vez que se realice una tarea propia de mantenimiento.

1.2. Objetivo y alcance

1.2.1. Objetivos

Como se ha descrito en el apartado anterior, el mantenimiento de primer escalón del carro de combate Leopard 2E, es un trabajo laborioso, complejo y lento, que no se está haciendo en su totalidad, ni documentando digitalmente de la manera más eficiente y favorable para las unidades de carros. En el Batallón Flandes han surgido una serie de problemas comunes a todas las unidades acorazadas, por lo que este proyecto tiene dos objetivos diferenciados y muy importantes, para poder dar solución a algunos de ellos:

El primero de los objetivos quiere buscar solución al problema de la gestión de la información generada en esta clase de mantenimiento, diseñando un sistema que facilite la recopilación, almacenamiento y explotación de la información de forma digital.

El segundo objetivo se centra en los problemas que impiden realizar el mantenimiento al 100%. Se intentarán buscar las causas que lo impiden y plantear soluciones factibles que mejoren este aspecto.

1.2.2. Alcance

Este proyecto pretende mostrar una propuesta de mejora a la hora de realizar el mantenimiento del primer escalón, generando una estructura de base de datos para el registro y recopilación de la información de cada revisión o de cada tarea realizada, con el fin de optimizar estas actividades. Debido a la complejidad técnica, la limitación de recursos y a la falta de autorizaciones, no se contempla diseñar el sistema en su conjunto, dejando para una integración profesional partes importantes como la programación de aplicaciones para distintos dispositivos (tabletas, ordenadores, lectores de códigos de barras, etc), integración en SIGLE, gestión de permisos y seguridad informática.

Asimismo, se pretende detectar alguna de las causas que ralentizan el mantenimiento del carro y proponer acciones que la minimicen. Aunque no



se podrán analizar a fondo todas estas acciones, si se profundizará en alguna de ellas para que sirva de orientación en futuros trabajos.

1.3. Estructura de la memoria

La memoria se ha estructurado en cinco bloques diferenciados, empezando por la introducción del proyecto, explicación detallada de los dos objetivos básicos con los que se va a trabajar a lo largo de toda la memoria, los carros de combate y el mantenimiento.

A continuación, se describe la metodología utilizada para llevar a cabo este TFG y poder alcanzar los objetivos propuestos. Seguidamente, se analizan dichos objetivos, por separado, describiendo unas propuestas de mejora a los dos grandes problemas encontrados, la recopilación de información de las tareas de IEMAN y los problemas que impiden la realización al completo de las mismas.

Para finalizar la memoria se mencionarán las conclusiones obtenidas tras toda la investigación y unas líneas futuras que se podrían seguir para optimizar el mantenimiento en los vehículos pesados.

2. Metodología

Para poder abordar los problemas que se han establecido en los objetivos de esta memoria, se van a utilizar una serie de herramientas que se van a describir en el siguiente apartado.

Para poder abordar el primer problema, la falta de recopilación de información de las tareas de mantenimiento digitalmente se va a realizar en primer lugar unas **entrevistas** al personal de la Unidad. Se han realizado entrevistas a personal de las tres escalas, oficiales, suboficiales y personal de tropa, puesto que son los encargados de realizar estas tareas de mantenimiento y tienen la capacidad suficiente para detectar los numerosos problemas que puedan encontrar en su trabajo en el día a día.

Seguidamente, para la realización del diseño conceptual de una base de datos para la recopilación de esta información, se van a utilizar las **tablas de entidades y atributos** para la creación de una base de datos mediante el programa MySQL. Estas tablas se van a crear con todos los factores que se han considerado más importantes tras las entrevistas a personal de la 1^a Compañía.

Para complementar a esta estructura de base de datos creada en MySQL se van a utilizar unas sentencias legibles por el programa en formato de **consulta** para ejemplificar posibles búsquedas de información en la base de datos que se quiere diseñar.

Para poder abordar el segundo objetivo se van a utilizar una serie de métodos tanto cualitativos como cuantitativos. En cuanto a los métodos cualitativos utilizados, se ha utilizado el Brainstorming y el análisis DAFO (Debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades). El **Brainstorming** se ha empleado para



detectar que impide realizar todas las tareas de mantenimiento a partir del conocimiento y experiencia del personal de la unidad. Por su parte, el **análisis DAFO** ha permitido hacer un análisis cualitativo de una de las mejoras propuestas.

La conveniencia de esta misma propuesta también se ha analizado desde un punto de vista cuantitativo, utilizando el **Payback** o tiempo de retorno de una inversión.

También se han desarrollado diferentes experimentaciones sobre el terreno con el personal del carro y su material, para poder confirmar y cuantificar algunas de las propuestas que surgieron en el Brainstorming.

3. Estado del arte

Se ha realizado un análisis de la importancia de las actividades de mantenimiento en todas las unidades del Ejército de Tierra que son mecanizadas o acorazadas. En concreto se va a analizar el caso del Batallón de Infantería Flandes N.^º 4.

España inicio su interés por los carros de combate Leopard 2E en 1994, cuando comenzaron con el programa de adquisición de éste. Esto ocurrió tras el rechazo de la adquisición del carro de combate Lince. En 1998, se concertó un acuerdo con el Ejército Alemán para trasladar 108 carros a España, hasta que se obtuvo el acuerdo para la producción local en 2003. Desde el principio del programa se ha considerado necesaria una importante participación de la tripulación en el mantenimiento del sistema. La variedad de las herramientas que se necesitan en este IEMAN se considera muy amplia. Sin embargo, las utilizadas en la actualidad, son las mismas que cuando se inició el uso de estos carros de combate, con pequeñas excepciones que han permitido la disminución de horas de trabajo de mantenimiento.

Los carros de combate como cualquier vehículo necesitan un mantenimiento continuo. En el caso del Leopard, requiere un mantenimiento diario en algunas de sus partes, así como la barcaza, la torre o el casco, tanto semanal, trimestral como anual. De estas labores, como ya se ha señalado, se encarga la misma tripulación, hasta el punto en el que se requiere la ayuda de especialistas. Esto es similar a lo que ocurre con los coches particulares; el conductor debe estar capacitado para ciertas tareas de mantenimiento como la limpieza, el control de niveles o el cambio de ruedas, pero también necesitamos llevarlos a un taller, porque cualquier individuo no puede encargarse específicamente de algunas averías o fallos que pueden ser técnicos, mecánicos o electrónicos.

La recopilación de información del mantenimiento de primer escalón se hace por parte de los sargentos de las secciones o de los tenientes, para que esté disponible a la hora de organizar los carros para su salida de instrucción o simplemente para que el jefe de la compañía tenga constancia del estado de sus vehículos. Se refleja en unos Formularios de Inspección de Mantenimiento Preventivo, también llamados Formularios M-2404 (Anexo C). Estos formularios tienen como finalidades generales:



- ✓ Registrar la tarea que se ha realizado.
- ✓ Programar los servicios periódicos que se deben hacer y que incumban al primer y segundo escalón.
- ✓ Dejar reflejado los servicios que no se han podido realizar y el motivo de esto.
- ✓ Dejar reflejado el tiempo en el que un mismo carro ha estado inoperativo durante el año en curso y por qué.

También utilizan unas fichas de inspección diaria, las llamadas F1, las cuales son muy parecidas a las M-2404, separando entre barcaza, torre y casco. Estas fichas las podemos ver en el Anexo D.

Todas estas fichas quedan guardadas en un cajón o un fichero dentro de cada compañía. Al ser documentos en papel, este no es un sistema con el que toda la información quede digitalizada. Esto es un atraso y se puede ver en ocasiones como un relevo de mando o el hecho de llevar un carro al taller (a partir del 2º escalón). En el relevo de mando, cuando por ejemplo un capitán tiene que hacer el relevo de su compañía con otro, lo óptimo sería tener toda la información relevante de su CC en formato digital para poder ceder toda la información a su sucesor, en vez de tener toda esa información en numerosos formularios.

En el caso de necesitar tareas de mantenimiento más complejas, el carro se lleva al segundo escalón y allí se tiene que llevar también la ficha actualizada del carro correspondiente. Lo más eficiente sería poder traspasarle todos estos datos en un fichero que fuera compatible con el que utilizan ellos, ya que en los demás escalones de mantenimiento sí que registran toda la información pertinente. De hecho, sería todavía mejor que no hiciera falta llevar nada, porque el segundo escalón ya dispusiera de acceso a la información del carro que la tripulación ha incluido en un sistema de información común.

4. Recopilación de datos de las tareas de mantenimiento de primer escalón.

Para poder abordar el problema de la recopilación de información digitalmente, se va a plantear una estructura de una base de datos para poder hacer posible este objetivo. En primer lugar, se va a buscar la información que necesitan los diversos stakeholders², en este caso el personal de las Secciones de unidades de carros de combate. Seguidamente se diseñará el modelo conceptual de la base de datos y se presentarán varios ejemplos de sentencias SQL posibles para buscar información necesaria de los CC y de las tareas de mantenimiento correspondiente.

4.1. Entrevistas a personal especializado

En el marco del presente estudio, se han realizado tres entrevistas de carácter abierto sin guion previo. El personal que se ha seleccionado es

² Personal de la Unidad a la cual le puede interesar la búsqueda de una solución para este problema.



perteneciente al Batallón Flandes, el cual se ha considerado especializado³ en la materia con lo que sus argumentos respecto a la necesidad de recopilación digital de información el mantenimiento de primer escalón podría tener un valor elevado. El personal entrevistado se puede considerar un grupo heterogéneo, ya que son efectivos pertenecientes a las tres escalas, tanto de oficiales, de suboficiales y de tropa. El objetivo de estas entrevistas es conocer la necesidad de información de mantenimiento del personal que está en su día a día con los carros de combate. También se pretende conocer las necesidades de un sistema como el que se quiere plantear para poder registrar toda la información de las tareas que realizan en su trabajo sobre el mantenimiento de primer escalón. A continuación, se va a expresar las conclusiones obtenidas en las tres entrevistas⁴.

Entrevista desde el punto de vista de la escala de oficiales.

La primera entrevista, al Teniente de Infantería Jefe de la 1^a Sección de la 1^a Compañía del Batallón de Infantería Flandes, se realizó el día 29 de septiembre de 2020.

El teniente tiene a su cargo tres carros de combate Leopard 2E, con su respectiva tripulación. El oficial confirma que es necesario tener registrado todas las actividades de mantenimiento de primer escalón, al menos al final de cada semana, después de realizar todas las actividades programadas.

El teniente tiene que poder acreditar de manera rápida y eficaz, la operatividad de sus carros, las diferentes partes que se deben reparar o comprobar, los kilómetros que lleva recorridos a lo largo de ese año, el combustible, las horas de rodaje, el número de disparos realizados. Todo esto es una información necesaria, ya que, en el caso del oficial, tiene que conocerlo antes de realizar los períodos de instrucción, para saber con qué carros contar.

El capitán de la compañía debe tener constancia en cada momento de todos sus carros operativos de la compañía, y con un sistema digitalizado, podría comprobar de una manera sencilla, el estado de estos y no tendría que contar forzosamente, con la información verbal de los tenientes, que, al fin y al cabo, son los que en el día a día, realizan las tareas de mantenimiento con todo su personal.

Entrevista desde el punto de vista de la escala de suboficiales.

La segunda entrevista, se realizó el día 29 de septiembre de 2020, al Sargento de Infantería Jefe del primer Pelotón de la 1^a Compañía del Batallón de Infantería Flandes. El sargento es jefe de un carro perteneciente a la sección del teniente mencionado en el apartado anterior.

³ Este personal se ha considerado especializado por su demostrada experiencia en las Unidades de Carros, y todos los conocimientos que poseen acerca del Leopard 2E.

⁴ Las preguntas propias de la entrevista se encuentran en el Anexo A.



El sargento es encargado del mantenimiento de su carro con sus tres tripulantes, responsable de que la cadena este siempre tensada, ruedas aptas para poder rodar, sistema contraincendios revisado cada vez que se use el carro. Dicho suboficial tiene la misión de darle novedades al final de cada día a su teniente.

Con la facilidad de la base de datos solo tendría que introducir las novedades o variaciones de cada día, o cada semana y al digitalizarlo, su teniente podría tener constancia de todas las tareas que se han realizado en sus carros, para adaptar los ejercicios previstos en cualquier momento.

Entrevista desde el punto de vista del personal de tropa.

La tercera y última entrevista, se realizó el día 29 de septiembre de 2020 a la Cabo de Infantería de la 1º Sección de la 1ª Compañía. En dicha entrevista se quiso conocer la necesidad de este sistema digital, visto desde el punto de vista de personal de tropa.

La cabo tiene varios años de experiencia en unidades de carros y considera que la idea de digitalizar todas estas tareas sería muy favorable para todos sus mandos, ya que se han producido numerosas ocasiones en las que se ha dado cuenta de la falta de información que hay, por motivo de extravíos de algunas de las fichas de cada carro, los datos de kilometraje y horas de uso...

Las conclusiones que se han extraído de las tres entrevistas realizadas son las siguientes:

- ✓ Todas las semanas se realizan tareas de mantenimiento de primer escalón que finalmente no se registra digitalmente en ningún formato y otras que no se registran en papel tampoco.
- ✓ Existe esta necesidad para facilitar, sobre todo a los mandos de los carros de combate, toda la información útil y significativa de los mismos, en especial tras realizar su mantenimiento.
- ✓ Preguntando a este personal la misma cuestión, sobre qué datos son los más necesarios en la base de datos, se ha recopilado los siguientes:

Operatividad barcaza
Operatividad torre
Kilometraje
Horas de uso
N.º de disparos
Realización del F3
Realización del F10



Radios asignadas
Ametralladoras asignadas
N.º eslabones
Tareas realizadas
Novedades tras la realización de las tareas
Lote de material utilizado para estas tareas

Tabla 1. Datos necesarios en la base de datos. Elaboración propia.

4.2. Desarrollo de la base de datos

Las tareas de mantenimiento de primer escalón, al realizarse por medio de los propios tripulantes y no pasar por ningún taller, no quedan reflejadas digitalmente. Es importante la recopilación de toda esta información para conocer el estado de los carros de combate, los problemas que tienen, las tareas que se han hecho en una misma semana, o mismo mes para no repetirlas, saber si se les ha realizado la F10 y la F3, el resultado de estas. También es útil cuando se producen relevos de mando, por ascenso o cambio de destino, para conocer de una manera rápida, dicha información.

Para esta recopilación se quiere crear una estructura de datos gestionadas por un conjunto de programas que permiten almacenar grandes cantidades de datos, las llamas bases de datos. En este caso se va a definir y manipular la base de datos mediante un lenguaje de definición y manipulación de datos en SQL (*Structured Query Language*). El resultado final de producción que sería realizado por profesionales se podría integrar en sistemas como por ejemplo SIGLE, o en dispositivos móviles. Pero a nivel del Trabajo de Fin de Grado, por imposibilidad técnica y de recursos solo se va a pretender hacer un diseño demostrador de esta base de datos, utilizando un programa libre que se podría ejecutar sobre PC, el MySQL.⁵

Para la realización de este lenguaje, se va a realizar un modelado de base de datos. Existen tres tipos de modelados o niveles de abstracción [5], el modelo conceptual, el modelo lógico y el modelo físico. El que se va a utilizar en este proyecto es el modelo conceptual, pues representa el problema tal y como el usuario lo concibe. Concretamente se va a utilizar el Modelo Entidad-Relación, que contiene entidades, atributos y relaciones. Las entidades de esta base de datos son las siguientes pues representan un conjunto de atributos con características similares:

- ✓ Carro de Combate.
- ✓ Herramienta.
- ✓ Tarea de Mantenimiento.

⁵ Otras alternativas podrían ser programas libres como PostgreSQL, SQLite y HSQLDB). También existen las posibilidades de utilizar sistemas de pago como el Oracle, IBM DB2, FileMaker, Microsoft SQL Server o Microsoft Access.



- ✓ Perfil de Usuario.
- ✓ Lote de material.
- ✓ Radio Asignada.
- ✓ Ametralladora Asignada.
- ✓ Observación (de la tarea de mantenimiento).
- ✓ Novedad (de la herramienta utilizada en la tarea de mantenimiento).

Las entidades mencionadas anteriormente tienen que aparecer con un único nombre, por lo que, por ejemplo, la primera entidad aparecerá en la estructura como: “CarroDeCombate”. Una entidad se representa gráficamente mediante una tabla, siendo el encabezado de esta el nombre de la entidad y el cuerpo, los atributos. Cada entidad tiene un número de atributos, que contienen todos los datos que se quieren conocer de cada una. Una entidad tiene una única clave primaria⁶ que se utiliza como identificador. Las claves externas son las que aparecen en cuanto una tabla se une mediante una relación de cardinalidad con otra.

Estas tablas (o entidades) mencionadas anteriormente se unen mediante una relación lógica, relación de cardinalidad. “La cardinalidad define el número mínimo y máximo de instancias de una entidad que pueden estar relacionadas con una instancia de la otra entidad”.[5]

Estas relaciones de cardinalidad pueden ser de diferentes tipos:

Tipo cardinalidad	Representación
Exactamente uno	— — +
Cero o uno	— — o
Uno o muchos	— — *
Cero o muchos	— — ⊗

Figura 2. Relaciones de cardinalidad⁷

En el modelado utilizado para la base de datos del mantenimiento se utilizan las relaciones 1:1 o 1:n. La relación 1:1 quiere indicar que una entidad se relaciona con otra de manera única. Por ejemplo, Un carro de combate tiene un único Lote de material. Pero la relación 1: n, quiere decir que una única entidad se relaciona con muchas entidades de un mismo tipo. Por ejemplo, un único lote de material tiene muchas herramientas que le pertenecen. Las relaciones entre todas las tablas de la estructura de la base de datos se pueden observar en la Figura 3 y de manera más amplia en el Anexo B.

Este modelado, como se ha mencionado anteriormente presenta numerosas entidades, pero las tres principales son:

⁶ Las claves primarias aparecen en las tablas representadas con un símbolo amarillo, mientras que las claves externas aparecen representadas mediante un símbolo rojo.

⁷ Obtenido de las diapositivas del Diseño conceptual de bases de datos de la asignatura Sistemas de Información para la dirección del Centro Universitario de la Defensa, Curso 2018-2019.



1. CarroDeCombate. En esta tabla quedaría reflejada toda la información importante que se debe conocer del carro del combate, como su jefe, el kilometraje o las horas de uso.

En esta misma tabla, tendremos varias claves externas (FK) que toman valores de las claves primarias correspondientes a otras tablas que van unidas mediante un tipo de cardinalidad a la tabla “CarroDeCombate”. Por ejemplo, cada carro de combate tiene asignadas unas radios y unas ametralladoras que van siempre con el carro cuando se emplean en actividades de instrucción y adiestramiento.

El motivo por el que se han separado las radios y las ametralladoras como otras dos entidades es porque cada una tiene una serie de atributos propios y no solo existe una radio o una AML. Cada carro de combate lleva tres radios, dos en el puesto de Jefe de Carro y una en el puesto de cargador. En cuanto a las ametralladoras de 7,62 mm, cada CC lleva dos, una coaxial, y otra en afuste antiaéreo montada en la escotilla del cargador.

2. TareaMantenimiento. Es una tabla en la que se va a reflejar todo lo relacionado con la tarea que se va a realizar de mantenimiento de primer escalón. Es necesario que se recopile lo que se ha hecho, el resultado final (alguna observación) y el responsable que ha mandado realizar esta acción.

Como en la tabla anterior, aquí también aparecen unas claves externas que unen información importante pero que ha sido necesario posicionarla en otra tabla, como es la parte de “Observación” mencionada anteriormente. Se ha tenido que indicar en una tabla a parte porque si lo hubiésemos puesto como un atributo dentro de “TareaMantenimiento”, cada vez que se escribe una observación se borraría la anterior. De esta manera, cada vez que se indique una aclaración, y la fecha, se quedará guardado y no desaparecerá.

La tabla “PerfilUsuario” que une estas dos tablas importantes, “TareaMantenimiento” y “CarroDeCombate”, se ha tenido que indicar en una tabla a parte por el motivo de siempre tiene que existir un responsable tanto en el carro como en la tarea, pero existe la posibilidad de que un mismo jefe o responsable sea el encargado de muchos carros o muchas tareas. Para poder representar esto de manera correcta se ha tenido que realizar una entidad separada.

3. Herramienta. En esta tabla encontramos todas las herramientas que hemos utilizado para la realización de estas tareas. Estas herramientas están asignadas a unos lotes de material propios de cada carro de combate. Cada herramienta va enlaza con otra tabla de



novedades, algo muy importante que añadir después de la realización de mantenimiento ya que se pueden romper y hay que reponer antes de que sea de obligatorio uso.

El motivo de poner “Novedad” como otra entidad, es el mismo que “Observación”, si se considera un atributo de “Herramienta” desaparecería de la base de datos cada vez que se actualiza por otra novedad nueva.

Una vez creado el diagrama de la estructura de la base de datos, se puede introducir toda la información mediante el programa MySQL. La idea óptima y futura sería poder traspasar todas estas sentencias legibles mediante este programa a otro, como por ejemplo “Microsoft Access”, el cual sería más sencillo para que todo el personal de las unidades de carros de combate sea capaz de poder registrar toda la información que deseen.

Hoy en día, se busca toda esta información en las fichas mencionadas en otros apartados, los formularios M-2404, o algunos de los atributos que se muestran aquí se pueden encontrar en SIGLE, pero no aparece todo lo que es importante para un jefe de carro, por lo que sería una buena idea futura el que apareciera toda esta información en este sistema. Pero para realizarlo, es necesario un equipo profesional que disponga de los permisos y recursos necesarios para llevarlo a cabo. Por ello, queda fuera del alcance de este Trabajo de Fin de Grado.

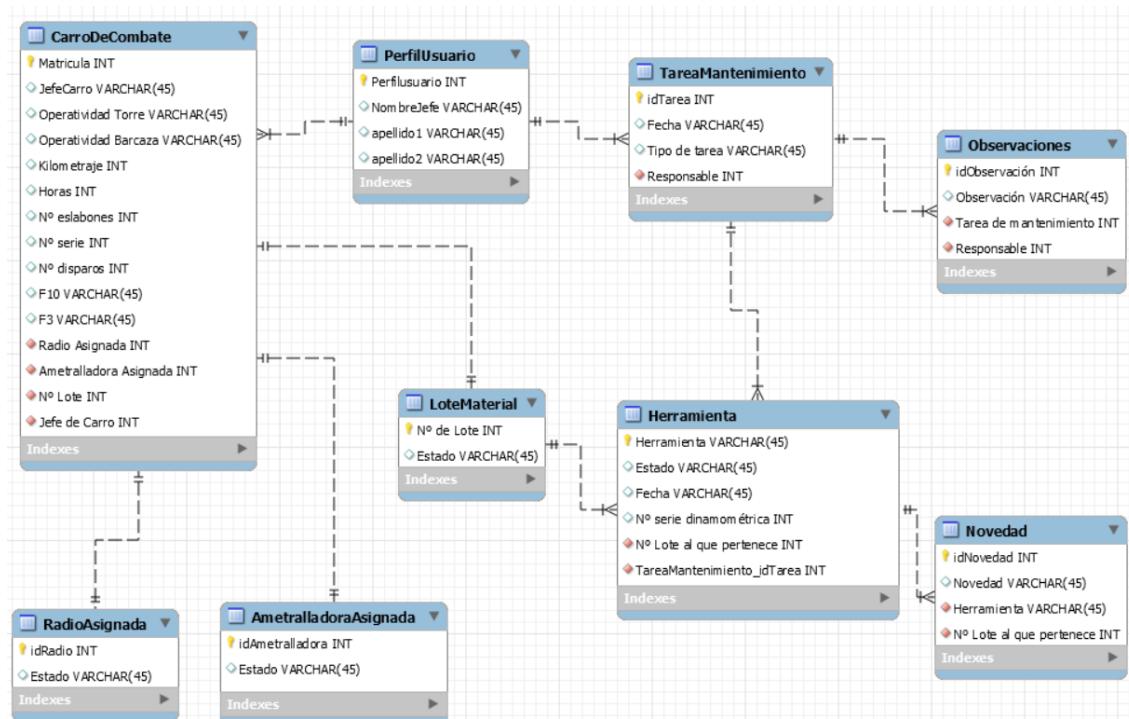


Figura 3. Modelo entidad-relación base de datos. Elaboración propia.



4.3. Consultas MySQL

Una vez estructurada la base de datos, se va a proponer ejemplos de consultas que se podrán introducir en la base de datos para obtener cierta información. Las consultas son sentencias con lenguaje propio y legible del programa MySQL con la que se puede obtener información que se haya introducido anteriormente dentro de la base de datos, en concreto en el interior de las tablas. Estas consultas son fundamentales para poder darle valor a esta estructura, e incluso también son muy útiles para validarla, ya que si una búsqueda que se desea realizar no es posible declararla con sentencias SQL indicaría un problema en la estructura de la base de datos.

Estas consultas deberían permitir obtener todos los datos de cada carro de combate, las radios y ametralladoras asignadas a los mismos, el personal responsable, las tareas de mantenimiento que se han realizado, con sus respectivas observaciones, con el material utilizado (y sus novedades) y el lote de material al que pertenecen estas herramientas. Toda esta información es la que todo jefe de sección o de compañía desea obtener en cualquier momento y de manera rápida y eficaz, como se puede averiguar en la entrevista al Jefe de Sección de la 1^a Compañía en el apartado 4.1.

Observando la estructura completa de la base de datos, introducida en el Anexo B, se van a exponer a continuación unos ejemplos de consultas donde se podrán adquirir información como:

1. Que aparezcan todos los datos propios de un carro de combate en concreto y todos los datos de una tarea de mantenimiento realizada en una fecha en concreto:

```
SELECT * FROM CarroDeCombate  
WHERE CarroDeCombate.Matricula = '750';
```

```
SELECT * FROM TareaMantenimiento  
WHERE TareaMantenimiento.Fecha = '15.10.2020';
```

Con estas sentencias, al introducirlas con el servidor del programa, aparecerían todos los datos, los atributos, que estén registrados anteriormente. En el primer caso, el jefe del carro de combate con matrícula 750, quiere saber todos los datos que se han registrado de su carro, para comprobar, por ejemplo, si está preparado para hacer instrucción, en función de sus kilómetros, número de disparos y operatividad de la barcaza o la torre.

En cuanto a la segunda sentencia, nos aparecerá toda la información propia de la tarea realizada el 15 de octubre de 2020, para saber exactamente que se ha hecho y que observaciones se han introducido una vez acabada, para comprobar que todo ha terminado sin novedad.



2. Conocer el kilometraje del carro de combate 121:

```
SELECT Kilometraje FROM CarroDeCombate  
WHERE CarroDeCombate.Matricula= '121';
```

En las sentencias anteriores, aparecían todos los atributos propios de la entidad que estábamos buscando, en este caso, solo nos aparecerá la información registrada del atributo “Kilometraje”, ya que solo interesa en ese momento saber los kilómetros que lleva el carro de combate con matrícula 121.

Esto es una búsqueda muy común y útil, ya que cada carro de combate tiene asignado al inicio de cada año un número de kilómetros que puede recorrer. Una vez se pase esta distancia de rodaje, no se podrá mover el carro de la base hasta la renovación de kilómetros. Es por esto, que cuando una compañía necesita sus carros para el periodo de maniobras o para preparación de una misión y ha superado el número de kilómetros, se comprueba en otras compañías para poder utilizar los carros de otras compañías. Esto se ha podido comprobar en el Batallón Flandes, en numerosas ocasiones que la compañía que estaba preparando sus ejercicios para la misión a Letonia, preguntaba al jefe de la 1^a Compañía por sus carros, la cual era la compañía con más carros operativos.

El problema que se ha podido encontrar es que cuando se quería conocer la cantidad de distancia rodada, había que acudir al interior del carro de combate, encenderlo, y comprobar desde el puesto del conductor el número indicado o desde el puesto del jefe de carro en el BMS (*Battlefield Management System*).

3. Siendo el Jefe de Compañía Cap. Traver, conocer los kilómetros que llevan recorridos todos los carros de combate propios de su compañía:

```
SELECT CarroDeCombate.Kilometraje  
FROM CarroDeCombate INNER JOIN PerfilUsuario  
ON CarroDeCombate.JefeCarro = PerfilUsuario.JefeDeCarro  
WHERE PerfilUsuario.apellido1 = 'Traver';
```

Esta sentencia es una consulta multitable (involucran más de una tabla y se aprovechan los campos relacionados de las tablas para unirlas) [5], ya que se necesita unir dos tablas de entidades del diagrama.

Se necesita unir las dos tablas por el motivo de que se necesita la misma información que la consulta anterior, pero no de un carro solo, sino de todos los carros de los cuales pertenecen a la misma persona. Por lo tanto, se necesita el nombre del capitán de la Compañía, por ejemplo, que tiene en un orgánica 10 Carros de Combate, y necesita saber los kilómetros de todos sus carros para conocer cuales puede utilizar en el periodo de instrucción.



Estos son algunos de los ejemplos de la búsqueda de información en la base de datos estructurada en el punto anterior, una vez se hayan introducido anteriormente los datos en las tablas que le corresponden. Todo esto en el supuesto de que se mantuviera la base de datos en MySQL.

5. Propuesta de mejora tareas de mantenimiento

El mantenimiento de los carros de combate, como se ha dicho numerosas veces a lo largo del proyecto, es una trabajo laborioso, complejo y sobre todo lento. Para proponer una mejora de este factor se ha realizado un brainstorming de ideas entre el cuadro de mando. Esta herramienta se ha empleado para detectar qué impide realizar todas las tareas de mantenimiento a partir del conocimiento y experiencia personal de la unidad.

Esta lluvia de ideas se realizó en la primera semana de octubre con duración de 45 minutos con 9 personas pertenecientes al cuadro de mando, con un orden de palabra en el aula de la primera compañía. De las ideas que surgieron se decidieron trabajar dos en profundidad. Añadir ciertos puntos al plan de formación del personal de las secciones y en la modernización de material para evitar el consumo innecesario de tiempo.

5.1 Comparación de personal especializado y principiante.

Un factor detectado a la hora de realizar en el día a día el mantenimiento de primer escalón de manera rápida y eficaz, es la renovación de personal con mucha frecuencia, por lo que encontramos en las secciones, personal especializado en carros y otros con poca experiencia. A la hora de trabajar, el personal principiante ralentiza el proceso, pues los mandos o sus compañeros con más experiencia deben ir enseñando y formando de manera progresiva, como hacer la tarea, ir corrigiéndoles, ya que podrían equivocarse. Se dedica mucho tiempo a esto, ya que es importante que al final todos y cada uno de los miembros de las secciones, sean capaces de solventar o detectar los problemas del carro. Una tarea mal realizada puede ser un peligro para la seguridad de las tripulaciones que utilicen el carro en el campo.

Con el fin de validar esta idea y cuantificarla, se decidió realizar una serie de experimentos. Debido a las necesidades del servicio, para la utilización de los carros en el día a día, no se han podido realizar todos los experimentos que se tenían previstos para realizar esta comparación, pero si se han podido realizar algunas tareas que dejan claro esta diferencia en cuanto a eficacia en las acciones de mantenimiento.

Las tareas de las que se van a exponer los resultados de la comparación son:

- ✓ Cambio de rueda de rodaje. Un carro de combate tiene 28 ruedas de rodaje, 14 a cada lado (Se puede observar en la Figura 4). Visualmente se ven siete ruedas, pero detrás de estas, llevan otras siete con la orientación contraria. Aunque las ruedas vayan sobre cadenas, se van desgastando ya que, a la hora circular por el campo de maniobras,



pueden ser golpeadas por diferentes objetos (piedras, ramas), que deterioran la rueda.

El cambio de rueda en un CC es una actividad que se debe de hacer de manera rápida y eficaz, ya que es posible que exista la necesidad de cambiarlo en el campo, con presión enemiga o por falta de tiempo. Es una actividad que todos los miembros de unidades deben saber hacer de manera rápida y eficaz.



Figura 4. Ruedas carro de combate Leopard 2E. Elaboración propia

✓ Apretar los conectores de la cadena. La cadena tiene 82 eslabones que van unidos con unos conectores (como el de la Figura 5), del uso de la cadena se van aflojando y se van separando de la cadena. Esto se detecta visualmente de manera sencilla y mediante golpes con una maza, aflojando la tuerca a priori, se consigue colocar el conector en su correcta posición. Antes de mover el carro se debe controlar esto, tanto los conectores exteriores como interiores.



Figura 5. Conector de cadena. Elaboración propia.

✓ Cambio de zapatas. Las zapatas van desgastándose simplemente con el uso del carro, incluso aunque el carro solo circule dentro de la base. Un ejemplo de zapata desgasta se puede apreciar en la Figura 6. La zapata es un material que es proporcionada a la unidad cada cierto periodo de tiempo y llega en cantidades considerables. En el momento que se desgasta alguna zapata y no se ha recibido el pedido, no se podrá cambiar. En estos casos, una opción que se utiliza es cambiar las zapatas



en buen estado de algún carro inoperativo, y sustituir las desgastadas de los carros operativos u operativos condicionales o limitados.



Figura 6. Zapata de cadena. Elaboración propia.

A continuación, se va a exponer una tabla de elaboración propia donde se reflejan los resultados de los experimentos realizados. El personal especializado utilizado en este caso se encuentra destinado aproximadamente seis años en la unidad de carros y tiene los conocimientos suficientes como para considerarse especializados y capaces de hacer las tareas de mantenimiento de manera rápida y eficaz. También son capaces de supervisar al personal con menos experiencia, cuando estén realizando dichas tareas.

El personal principiante en este caso lleva seis meses en la unidad de carros y que necesita más tiempo para realizar las tareas propias de cualquier semana con los carros.

Tarea de mantenimiento	Personal especializado	Personal principiante
Cambio de ruedas de rodaje	20'	45'
Apretar conectores de la cadena	10'	25'
Cambio de zapata (1 unidad)	3'	6'

Tabla 2. Resultados experimentados con personal de distinta experiencia en tareas de mantenimiento. Elaboración propia.

En la Tabla 2 podemos observar los resultados de cronometrar cuando tardan aproximadamente los distintos tipos de personal pertenecientes a la sección en función de la experiencia que poseen.

Lo ideal para realizar este tipo de experimentos de manera óptima y sacar conclusiones totalmente fiables hubiese sido repetir estas actividades al menos tres veces, con al menos tres grupos de personal especializado y tres grupos de



personal principiante diferentes. En este caso se ha realizado solamente una repetición con un grupo de personal de cada tipo debido a limitaciones de tiempo y de recursos.

En este caso, se puede ver que el equipo experimentado tarda menos de la mitad de tiempo en realizar las mismas tareas, por lo que, acelerando el proceso de aprendizaje de las nuevas incorporaciones, potencialmente existe la posibilidad de ahorrar hasta el 50 % del tiempo.

5.2. Planteamiento de un plan de formación.

En el apartado anterior, se ha podido observar que teniendo en estas Unidades personal principiante, se ralentiza muchas de las actividades que hay que hacer en el día a día. Pero es muy importante tener personal nuevo, joven, con ganas, ya que el personal de tropa va renovando su contrato y no se puede depender siempre de ellos. Por lo tanto, para proponer una solución factible y eficaz a este problema se podría plantear un plan de formación adicional una vez se hayan incorporado a una unidad de carros y ya no se encuentre en el ciclo de formación y preparación que tienen que pasar en el inicio de su vida en el Ejército. Además, este plan de formación sería impartido por el personal propio del cuadro de mando.

Por limitaciones de tiempo y recursos, en este TFG no se ha diseñado un plan de formación al completo. Simplemente, se van a marcar algunas indicaciones generales y señalar algunos de los contenidos que debería incluir como un intento de mejora en el plan de formación que se esté impartiendo día tras día. Esta propuesta se ha elaborado a partir de los resultados del brainstorming y distintas conversaciones con el personal experimentado de la unidad.

Los mandos más cercanos a los hombres y mujeres pertenecientes a la tropa son los sargentos y los tenientes, así que lo ideal sería que fueran los encargados de esta formación. La misión de estos mandos de cada sección, hoy en día, es la preparación de sus hombres para poder cumplir con los tres cometidos que se requieren en una tripulación de un Leopard 2E, un radio-cargador, un tirador y un conductor.

Primariamente, todo el personal tiene que poseer el apto en el examen del puesto de radio-cargador (RC), ya que se considera el más sencillo y es el puesto al que primero puedes optar. Una vez hallado este título, ya según las preferencias de cada uno, se puede optar por el examen de tirador o de conductor.

El jefe de carro (sargento o teniente), es el cuarto tripulante y el encargado no solo de la dirección de este vehículo pesado, sino de la capacitación de preparar a sus tripulantes. Este jefe de carro podría incluir en la preparación de su personal más tiempo a la enseñanza de la realización de las tareas de mantenimiento de primer escalón, ya que sin esto no podría existir la instrucción de los carros para aplicar los conocimientos adquiridos en los exámenes mencionados anteriormente.



El plan de formación podría incluir:

- ✓ Cada día, buscar tiempo para dejar claro con exactitud que tareas son las que hay que realizar cada vez que se mueva el carro, es decir las revisiones diarias: el aspecto exterior, las fugas, los lotes a bordo, comprobación de escotillas, faldones, el nivel del aceite motor, el freno de estacionamiento, en Máster 1, comprobar el sistema contraincendios, en Máster 2, comprobar las luces DISPLAY, comprobar el nivel hidráulico central.

Una vez se haya puesto en marcha se debe conocer la necesidad de comprobar el tren de rodaje, el estado de las zapatas, los conectores y la cadena. Todas estas actividades deben conocerlas cada uno de los miembros que vayan a participar en tareas con el carro de combate.

Todas estas tareas hay que hacerlas antes de comenzar a realizar las tareas de mantenimiento mencionadas en otros apartados, como el coser cadena o cambiar una rueda. Sin realizar estas revisiones el carro de combate debe permanecer parado.

- ✓ Otra situación que ocurre muy a menudo es la de los datos propios de los niveles de aceite, refrigerante, los pares de apriete de los tornillos y tuercas propias del carro. Esto afecta a la cantidad de tiempo que se está realizando una sola tarea. Cada tuerca tiene un par de apriete distinta, y si no se aplica el correcto puede partirse (lo cual sería peligroso una vez el carro este en marcha) o puede no estar apretado lo suficiente (lo que implicaría que podría separarse alguna parte del carro).

Estos pares de apriete se aplican mediante una llave dinamométrica, la cual requiere una práctica de uso antes de poder utilizar ya que es una herramienta delicada. Esto podría incluirse en el plan de formación, con el añadido de un papel plastificado que se podría proporcionar a cada miembro de la sección con toda la información necesaria para no perder tiempo en buscarla. En el Anexo E, se podrá ver un ejemplo de posible ficha que debería de tener cada uno.

- ✓ En muchas de las actividades de mantenimiento, se requiere de la fuerza de uno mismo para golpear, con una maza de peso aproximado de 3 kg, a ciertas partes del carro para su correcta colocación, como es el caso de los conectores. Esto puede ser un algo costoso y cansado, si no está uno acostumbrado a realizar numerosas veces golpes a una distancia baja y con toda la fuerza que se requiera. Además, se ha observado en numerosas ocasiones la falta de práctica de estas tareas de varios miembros del personal que lleva seis meses en la Unidad.

Lo que se propone en este apartado es incluir, por ejemplo, en las horas de formación física (según el plan de programación de todas las unidades del ET, hay una hora de deporte todos los días, de lunes a viernes) actividades que mejoren esto.



Uno de los posibles ejercicios es tan sencillo como golpear con la misma maza que se va a utilizar en las horas de trabajo, sobre una rueda de un camión. Es decir, si se está realizando un AMRAP⁸ de 25 minutos con numerosos ejercicios tanto de tren superior como inferior, uno de ellos puede ser 25 golpes con la maza en la rueda, alternando los dos brazos. Esto es por el motivo de que en función de la posición en la que se requiera hacer la tarea de mantenimiento en el carro, se va a golpear desde la derecha o desde la izquierda.

5.3. Modernización de material para las tareas de mantenimiento.

Otro factor importante mencionado por los cuadros de mando es la poca capacidad de modernización de las herramientas y material para realizar estas tareas. La rapidez y eficacia también se puede mejorar con el uso de herramientas más modernas que se han creado para sustituir a aquellas obsoletas, que ralentizan el trabajo.

Se ha podido observar en el periodo de permanencia en este Batallón de Carros de Combate, que se pueden acelerar actividades como el cambio de cadena o simplemente coser cadena, con maquinaria más moderna como una pistola de impacto. Estas pistolas no están incluidas en los lotes de material que posee cada carro. La acción principal, para este cometido, se suele realizar con dos llaves inglesas, una para el lado exterior de la cadena, y otra para el interior. En algunas ocasiones se ha utilizado una pistola de impacto para esto, con el objetivo de reducir mano de obra y tiempo. Esto se ha realizado por iniciativa propia de uno de los miembros de la compañía, pero la idea que se quiere proponer es que se incluya este tipo de material en todas las unidades de carros.

El objetivo de este apartado del TFG es realizar, a modo de ejemplo, un análisis en profundidad de una mejora de este tipo con el fin de promover en todos los ámbitos la necesidad de actualizar e innovar en los medios empleados en el mantenimiento. El ejemplo que se desarrollará es el mencionado del uso de la pistola atornilladora de impacto. Esta idea surge de la experiencia vivida en la 1^a Compañía, donde se ha estado utilizando una herramienta nueva, para realizar numerosas actividades.



Figura 6. Pistola de impacto marca Makita. Extraída página oficial Makita.

⁸ AMRAP: “As many rounds as possible”. Esto es un tipo de entrenamiento. Consiste en planificar una serie de ejercicios y se tienen que realizar tantas rondas como sea posible en un tiempo estipulado.



Esta pistola viene con dos baterías, su cargador y el maletín para portarlo. Posee un máximo de par de apriete de 1050 Nm⁹, el cual es muy útil para los distintos pares de apriete que se necesitan en función de la zona en la que queramos trabajar en el CC. También es importante saber que tiene una función de selección de modo de impacto (duro, medio y blando), ya que hay que adaptarse al tipo de tornillo o tuerca que se quiere apretar. Si se pasa del par de apriete que está establecido, existe la opción de que se parta y se rompa.

Se ha considerado oportuno introducir un análisis DAFO (debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades) para poder hacer un diagnóstico fiable de lo que podría ser la decisión de introducir pistolas de impacto, por parte de los encargados de material.

El principal objetivo de hacer este análisis DAFO es poder ver de forma más clara la toma de decisión respecto al incluir este tipo de herramientas en los lotes de material de los carros de combate. Se ha elaborado a partir de una serie de afirmaciones mencionadas por jefes de compañía y de jefes de sección, en conversaciones sin guion previo, sobre el uso de la pistola de impacto que se ha utilizado en la 1^a Compañía en algunas ocasiones.

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
Permite reducir la mano de obra para poder agilizar otras tareas de mantenimiento	Puede proporcionar una imagen innovadora a la Unidad.
Permite reducir el tiempo empleado en un mismo objetivo	Podría mejorar la relación con otros Ejércitos en el ámbito de misión, compartiendo distinto tipo de material.
Se puede utilizar para todas y cada una de las tareas de mantenimiento de primer escalón	
DEBILIDADES	AMENAZAS
Herramienta sensible y con más posibilidades de ruptura	Tiene un coste fijo alto. También tiene unos costes variables dependiendo de la empresa a la que se encargue este tipo de material.
Requiere de una batería recargable con duración máxima de dos o tres horas (dependiendo de la cantidad de horas que se utilice)	

Tabla 3. Análisis DAFO. Elaboración propia.

En esta matriz se puede observar la situación interna (las debilidades y las fortalezas) y la situación externa (las amenazas y oportunidades). La situación interna nos muestra muchas de las ventajas que posee el hecho de tener un atornillador como este en cada lote de cada carro. Esto agilizaría muchas de las tareas de mantenimiento para poder dedicar más tiempo a la instrucción dentro de los carros. Esto es una ventaja muy favorable, ya que un carro de combate no puede moverse si no está OP al 100%, con lo cual hay que dedicar mucho tiempo al mantenimiento y no se puede emplear en actividades de instrucción con los CC.

⁹ Información técnica obtenida de la página oficial de herramientas Makita.



Si se consigue reducir el tiempo requerido por las tareas de mantenimiento, esto permitiría al jefe que esté al mando en ese momento dedicar el tiempo ahorrado en hacer instrucción y que sus hombres cada día estén más formados en cuanto a todo lo que les incube en maniobras y mantenimiento de los Leopard.

En cuanto a la situación externa, en concreto a las oportunidades, que puede ofrecer esta inversión, cabe destacar la imagen innovadora que puede producir para la Brigada Aragón 1. Esto es un factor importante, ya que la imagen de una unidad puede beneficiar no solo externamente, lo que pueda pensar la población civil, sino internamente para que las vacantes libres se completen con personal nuevo.

Otro factor destacado es la colaboración con otros Ejércitos. A la hora de irse de misión esto es algo relevante puesto que, si se necesita cualquier ayuda de los demás, siempre es mejor tener algo que aportar nuevo en el caso de que los demás pidan ayuda al Ejército Español.

Las conclusiones obtenidas a partir de este análisis DAFO son las siguientes:

- ✓ Las fortalezas que proporciona la inclusión de esta herramienta para el uso en las tareas de mantenimiento de primer escalón son superiores a cualquier debilidad que pueda presentar.
- ✓ La agilidad que proporciona a las tareas IEMAN garantiza la posibilidad de realizar más tareas de mantenimiento en el menor tiempo posible.
- ✓ Un punto importante puede ser la oportunidad que ofrece esta inversión, puesto que la relación con empresas civiles es muy relevante a la hora de la toma de decisiones de adquisición.
- ✓ Para finalizar, tras analizar este análisis, se podría considerar que la rentabilidad de adquirirlo es muy elevada.



Figura 7. Soldado utilizando la pistola de impacto. Elaboración propia.



Por otro lado, se ha considerado realizar un análisis cuantitativo de la rentabilidad de adquisición de este producto, en concreto un análisis de retorno. Para esto utilizaremos el Payback o Plazo de Recuperación “criterio para evaluar inversiones que se define como el periodo de tiempo requerido para recuperar el capital inicial de una inversión”

Para realizar este método, hay que tener en cuenta que es una aproximación, puesto que los datos que se van a utilizar son los más aproximados que se ha podido encontrar, pero no exactos. Para hallar este indicador, se utilizan dos datos principales, el coste que supone la inversión en el numerador, y el beneficio producido en el denominador.

$$\text{Payback} = \frac{I_0}{F}$$

Siendo:

- ✓ I_0 la inversión del proyecto
- ✓ F el valor de los flujos de caja, en este caso el valor que ahorra utilizando esta inversión

En esta inversión de adquisición de una pistola de impacto marca Makita, el coste sin IVA es de 429,67 euros (519,90 € con IVA). Este valor es lo que sustituye en la formula al término I_0 . Para calcular el valor que se ha utilizado en el denominador se tienen en cuenta dos datos numéricos.

El primero es el coste laboral por hora de una persona. Este dato, al no poder acceder a los datos propios del ET, se ha obtenido del Instituto Nacional de Estadística, considerando el sector de la industria, construcción y servicios. Este valor es de 22,86 euros la hora de una persona. El siguiente dato que se utiliza es una aproximación de elaboración propia, en horas, de lo que ahorraría la pistola, en horas, en un mes de trabajo de lunes a viernes, teniendo en cuenta las horas que no son de mantenimiento y de instrucción física. Los datos utilizados para hallar este dato son:

- ✓ Las horas que ahorra por persona: 0.5 h.
- ✓ Las veces que se realiza la tarea por semana: 3 veces.
- ✓ La mano de obra que reduce hacer esta tarea con la herramienta: 3 personas.
- ✓ El número de semanas que hay en un mes: 4 semanas.

Por lo que número de horas que ahorra al mes esta herramienta es:

$$0.5 \times 3 \times 3 \times 4 = 18 \text{ horas}$$

Por lo tanto, el término F de la fórmula se obtendría de la siguiente manera:

$$F = 22,86 \text{ €/h*mes} \times 18\text{h} = 411.48 \text{ €}$$



Una vez se hayan obtenido los datos necesarios para obtener el Payback, solo hay que sustituir en la fórmula obteniendo un resultado de:

$$\text{Payback} = 429,67 / 411.48 = 1,1 \text{ meses (1 mes y 6 días)}$$

La interpretación del resultado de este indicador es muy clara. El valor que se obtiene es la cantidad de tiempo, en este caso en meses, que se tarda en empezar a tener beneficio, es decir lo que se tarda en recuperar de la inversión. Como podemos observar, con la inversión de la pistola de impacto se tardaría en recuperar o tener beneficio (expresado en tiempo que se ahorra un trabajador) una vez se adquieran dichas herramientas, aproximadamente un mes.

Como conclusión de estos datos numéricos, se quiere demostrar, de manera diferente, la rentabilidad de la adquisición de estas herramientas en las unidades de carros.

Como idea última de este apartado, se quiere hacer ver que, en general, es una buena opción modernizar dentro de las posibilidades, todas aquellas herramientas que ahorren trabajo, personal y eviten riesgos innecesarios. Este apartado se ha realizado expresamente de la herramienta pistola de impacto, por el motivo de que ha sido con la que se ha podido comprobar este avance en las tareas de mantenimiento, pero es algo aplicable a otras muchas herramientas que se han popularizado en la actualidad.

6. Conclusiones

El mantenimiento es una actividad fundamental en el Ejército de Tierra, independientemente del tipo de ejercicio que se vaya a realizar o de la unidad en la que se esté realizando. Se necesita hacer mantenimiento del armamento, los visores nocturnos, las radios, el material y por supuesto, de los vehículos ligeros o pesados que se utilicen en instrucción. Además, este mantenimiento es más complejo, pero también más importante, cuanto más avanzados sean los sistemas de armas.

Centrándonos en el mantenimiento de primer escalón, se ha podido observar a lo largo de toda la memoria la importancia que tienen estas tareas a la hora de realizar actividades en las unidades de carros de combate como en la que se ha realizado la investigación de esta, en el Batallón Flandes N.^º 4. Los carros de combate Leopard requieren de un mantenimiento preventivo superior al de otros vehículos. Esto se ha consultado con personal de Caballería cuyos escuadrones tenían vehículos TOA¹⁰, otro de los vehículos sobre cadenas de los que dispone el ET, pero más antiguos y por tanto de una generación tecnológica anterior.

Las dificultades para realizar el IEMAN en su totalidad que se han podido observar a lo largo del periodo de encuadramiento en el Batallón han sido

¹⁰ En la Brigada Aragón 1, donde se encuentra el Regimiento Pavía (donde se encuadra el Batallón Flandes), también hay un Batallón de Caballería donde utilizan más vehículos pesados y ligeros, dentro de los que se incluye el Leopard 2E.



generalmente, la falta de tiempo, material y la falta de recopilación de información de las tareas realizadas digitalmente.

En cuanto al problema de la recopilación de información se ha podido plantear una estructura básica de una base de datos la cual sería la solución a este problema. Esta base de datos se podría implantar en unas *tablets* que tuvieran disponibles en todas las compañías para poder ir registrando todos los datos referidos al carro de combate (su operatividad, kilometraje, número de disparos, estado de cadena), a las tareas de mantenimiento que se realizan en cada carro y al material que se utiliza de cada lote con sus respectivas novedades. Este problema es común a todas las unidades de carros, pero extrapolable a otras unidades que usen otros sistemas menos sofisticados, puesto que no solo ocurre con los carros de combate sino también con todo tipo de vehículos, tanto ligeros como pesados.

Respecto a los problemas que van apareciendo durante la realización de las tareas preventivas se han planteado diferentes propuestas de mejora para poder realizarlas en su totalidad. Se han encontrado problemas en cuanto a falta de tiempo por el motivo de haber personal principiante, ya que los efectivos de cada unidad van renovándose en función de la edad o de la cantidad de años que lleven destinados en la misma.

Para reducir la influencia de este factor relevante de la falta de tiempo se puede proponer mejorar la formación añadiendo unos puntos claves al plan de formación que se esté llevando a cabo dentro de las secciones por el cuadro de mando respectivo. Los mandos son los encargados de que sus hombres y mujeres estén capacitados en todo momento de poder cumplir de manera satisfactoria toda misión que se le encomienda en el día a día. Proporcionales indicaciones de como acelerar la formación para que el personal a su mando realice de manera correcta todos deben conocer estas tareas al 100% es sin duda algo que va en beneficio de todos, de ellos mismos, de sus subordinados y de la unidad en general.

La modernización del material propio de cada carro es un paso importante para seguir en todos los ámbitos donde se pueda aplicar. No solo es importante a la hora de seguridad, sino que es un avance para la reducción del tiempo de trabajo y los resultados finales de las tareas que se realizan. Se ha propuesto un ejemplo de una pistola de impacto de una marca en concreto, ya que es con la que se ha podido comprobar todo lo que se ha explicado en el proyecto, con pruebas experimentales. La posibilidad de utilizar otro tipo de herramienta u otro tipo de marca es responsabilidad del encargado que tuviera que hacerse cargo de esta gestión, en el caso de invertir en ellas, o del órgano licitador que corresponde. En cualquier caso, se ha mostrado que cualquier avance tecnológico que se pueda realizar beneficiara de manera considerada a todas las unidades e incluso, como en el caso estudiado, puede ser económicamente rentable.

El mantenimiento de primer escalón es una de las actividades más importantes, ya que, sin ellas, no se podría avanzar en el adiestramiento de nuestros miembros del Ejército de Tierra. Más importante aún es en el momento



en el que una unidad de carros se va de misión con los Leopard 2E, los cuales se necesitan operativos al 100 % en todo momento para no fallar en la maniobra en los que se utilicen. De esto son especialmente conscientes en esta unidad puesto que se va de misión en 2021 a diversos lugares, Letonia, Mali y Líbano, y la preparación de los carros de combate que se van a trasladar allí ya ha comenzado.

7. Líneas futuras

Este trabajo ha abierto y demostrado la pertinencia de tres líneas de trabajo futuro.

En primer lugar, la estructura de base de datos presentada no es, hasta el momento, otra cosa que un demostrador de lo que podría permitir un sistema de información que incluya al IEMAN. Sin embargo, para una integración óptima en el sistema de mantenimiento sería necesario integrarlo en ordenadores, dispositivos móviles e incluso *tablets* para cada mando encargado de un carro de combate. Otra forma factible para usar esta estructura sería la integración de este sistema en SIGLE, ya que es dónde hoy en día es donde se registran algunos de los datos de otro tipo de mantenimiento.

También se ha visto que reforzar el plan de formación permitiría reducir el tiempo de mantenimiento en un 50 % aproximadamente. En este sentido sería necesario realizar un plan dirigido por el cuadro de mando, aplicando todos los contenidos propios del mantenimiento de primer escalón para la óptima funcionalidad de la Sección. Este sistema se podría evaluar cada semana tras realizar las tareas propias de el plan que se lleva a cabo esos cinco días. La idea es que cada semana el tiempo que tarden en realizar las tareas sea cada vez menor.

Por último, aunque en este trabajo sólo se ha planteado la modernización de una de las herramientas empleadas en el mantenimiento, son muchas más las que se podrían mejorar. Además, es conveniente señalar que la idea ha surgido de los propios miembros de la unidad. Potencias su creatividad y generar cauces que permitan que esta capacidad de innovación se materialice y generalice entre todas las unidades redundaría sin duda en una mejora de la operatividad de las unidades de infantería.



Bibliografía

- [1] Teniente Coronel D. Pedro Valdés Guía, “Memorial de Infantería”, Revista del Arma de Infantería, número 76, año 2017, pag 17
- [2] MI6-102, ET, Mando de Adiestramiento y Doctrina, OFICIAL, “Tripulación del CC Leopard 2E” 2008.
- [3] MT6- 049, ET, Mando de Adiestramiento y Doctrina, OFICIAL “Carro de Combate Leopard 2E, Manual de Tripulación y Mantenimiento de 1er Escalón”, 2008.
- [4] D.E. Defensa. “Programa mantenimiento”, 2016.
- [5] Bernardi, Simona; Lacramioara, Dranca. “Sistemas de Información para la Dirección. Un enfoque guiado por un caso de estudio”, Zaragoza: Centro Universitario de la Defensa, 2015
- [6] Allen, Franklin; Meyer, Stewart; Brealy, Richard A. (2006). *Principios de Finanzas Corporativas* (Octava edición). McGraw-Hill. pp. 100-101
- [7] Página oficial de herramientas Makita, disponible en: <https://www.makita-online.com/es/>. Consultado el 21 de octubre de 2020.
- [8] Acero, Raquel; Pastor, Jorge; Sancho, Joaquín; Torralba, Marta, “Ingeniería de la Calidad” (2ª edición), Centro Universitario de la Defensa, Zaragoza, Tema 6, Calidad en la etapa de compras.
- [9] Fuentes, A.A, “Revisión y propuesta de mejora del 2º escalón de vehículos del Batallón de Infantería Motorizada Albuera I/49”, Trabajo de Fin de Grado, Centro Universitario de la Defensa, 2019.



Anexos

Anexo A: Entrevistas

Anexo B: Modelo conceptual de la base de datos

Anexo C: Formulario M-2404

Anexo D: Formulario F1

Anexo E: Posible ficha para personal de las Unidades de Carros

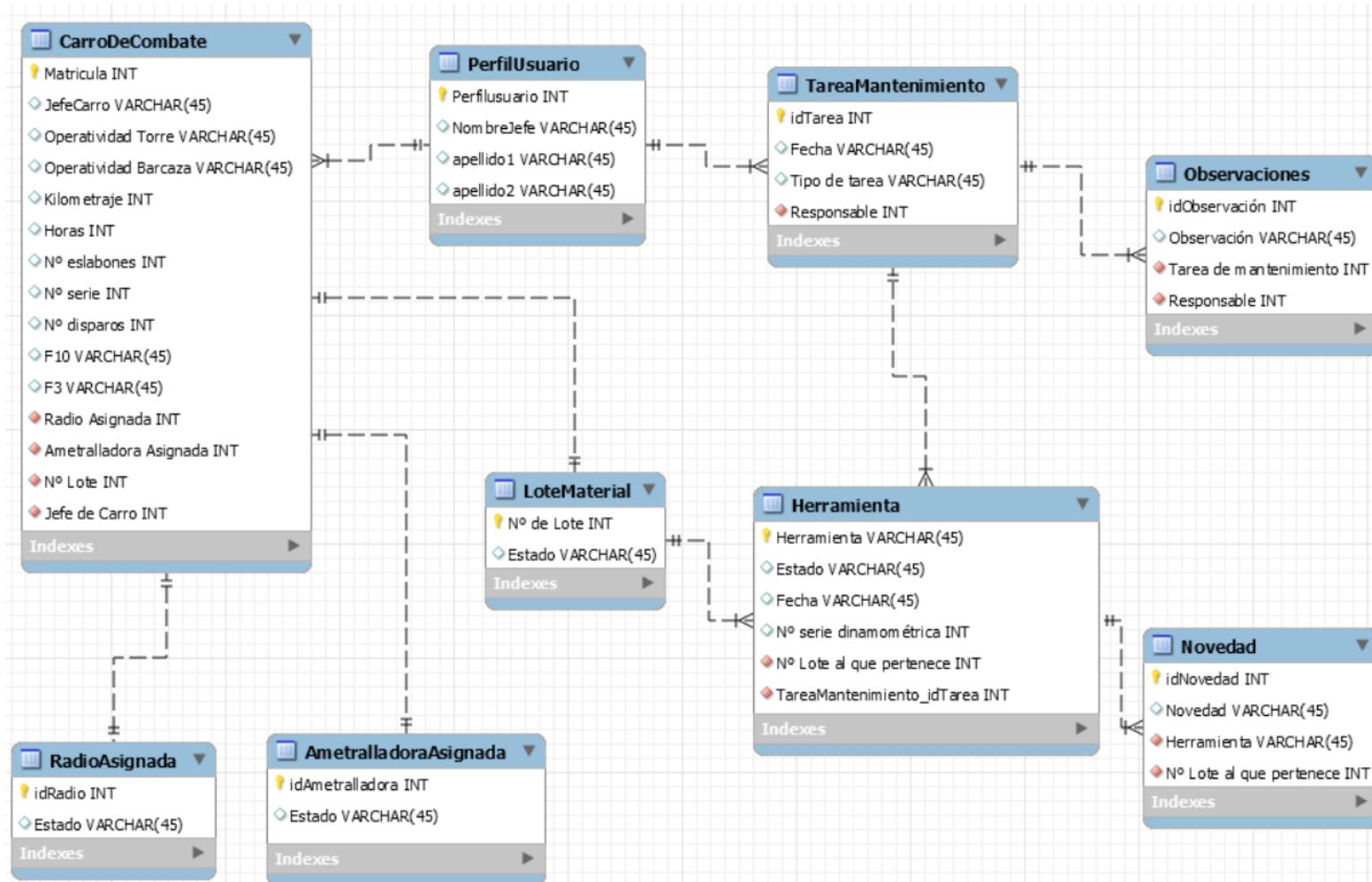


Anexo A: Entrevistas

Las entrevistas que se mencionan en el apartado 4.1 constan de una serie de preguntas que se van a exponer a continuación:

- ✓ ¿Cree usted que se realiza en su totalidad todo el mantenimiento de primer escalón?
- ✓ ¿Se registra toda la información de todas las tareas que se hacen en el día a día?
- ✓ ¿Cree que se considera favorable para el funcionamiento de la Compañía que existiera un programa informático para el registro de esta información?
- ✓ Si tuviera una base de datos para registrar las tareas de mantenimiento, ¿Qué datos cree usted que serían necesarios que aparecieran?
- ✓ ¿Puede decirme en que ocasiones cree que se consideraría muy necesario la existencia de una base de datos con toda la información del carro y de su mantenimiento?
- ✓ Para finalizar, si ahora mismo tuviera en su poder una base de datos en una Tablet o en su dispositivo móvil, ¿lo utilizaría todos los días para mantener informado a su jefe?

ANEXO B: MODELO CONCEPTUAL BASE DE DATOS



Anexo C: Formularios M-2404

FORMULARIO M-2404



Anexo D: Formulario F1

BICC I/4

REVISION TRIMESTRAL F-1(1 ESCALON)

CARRO NUMERO:

FECHA:

FECHA DE PROXIMA REVISION:

REVISION F-1 "BARCAZA" 1º. ESCALON

PUNTO	REVISION		OBSERVACIONES	NOVEDADES
	BIEN	MAL		
2			CADENA TENSION.	
3			CONECTORES DESGASTE. ZAPATAS DESGASTE. RUEDA PROPULSORA DESGASTE. PLATOS DE PROPULSORA FISURA.	
15			FILTRO DE CARGURANTE. LLAVE DE PASO VALVULA BYPASS.	
16			ESCOTILLA CD. PALANCA DE ENCLAVAMIENTO. RUEDAS DE APOYO. PARTES MOVILES.	
17			ESCOTILLA CD. MANDO DE APERTURA. MUELLE RECUPERADOR Y VARILLA DE UNION.	
18			ESCOTILLA CD. TOPE DE APOYO EN APERTURA.	
21			CAJA INTERFONICA CD. CABLEADO Y CONECTORES.	
22			PALANCA DE CAMBIO EMERGENCIA. PRECINTO.	
23			PROTECCIÓN PERISCOPIO.	
24			BOMBA DE ACHIQUE.	
28			CALEFACCIÓN PRECALENTAMIENTO.	
29			CALEFACCIÓN CAMARA DE COMBATE.	
30			CALEFACCIÓN DEL CARRO.	
31			REGULACIÓN DE LA CALEFACCIÓN.	
34			NBO CONDUCTO DE DESAGUE. ORIFICIO DE SALIDA Y FUNCIONAMIENTO.	

OTRAS AVERIAS DETECTADAS EN BARCAZA

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN DE AVERIA



BICC I/4

REVISION F-1 W "TORRE" 1º ESCALON

PUNTO	REVISION		OBSERVACIONES	NOVEDADES
	BIEN	MAL		
1			EVACUADOR. CONTRATUERCA Y TALADROS DE TOBERA. ENGRASE.	
3			COLIMADOR.	
5			TORNILLOS DE DESAGUE.	
6			HIDRAULICA. TAPA DE ACCESO.	
7			SNORKEL. PARTES MOVILES.	
8			CAJON DEL BULBO.	
9			COMPARTIMENTO ESCOBILLON.	
10			SOPORTE DE LA BOBINA.	
12			CARTUCHO DESECANTES. ANILLO COLECTOR. EMES. FERO. REPETIDOR Y PERI.	
13			CAMARA TERMICA. FUNCIONAMIENTO.	
14			INTERFONIA. ALTAVOZ, MICROTELÉFONO, RADIO Y CASCOS.	
16			DEPOSITO DEL EMES. NIVEL.	

REVISION F-1 Z "LOTE DE A BORDO"

PUNTO	REVISION		OBSERVACIONES	NOVEDADES
	BIEN	MAL		
1			VISOR NOCTURNO CD.	

Zaragoza a _____ de _____ del 2.019

EL JEFE DE COMPAÑIA

EL JEFE DE CARRO.

Fdo.

Fdo.

Anexo E: Posible ficha para personal de las Unidades de Carros.

Revisión diaria:

- Aspecto exterior, fugas
- Lote de a bordo
- Escotillas, faldones, tapas
- Trincas cañón y torre
- Nivel aceite motor
- Aceite transmisión (mensual)
- Freno de estacionamiento
- Válvulas desagüe cerradas
- MASTER 1
- Comprobar sist. Contraincendios
- MASTER 2
- Comprobar luces DISPLAY
- Precalentar
- Arrancar
- Calentar motor a T= 80ºC
- Nivel hidráulica central
- Parar motor
- Nivel aceite Trans/motor

Después de la marcha:

Comprobar tren de rodaje
Fugas, temp. Ruedas, rodillos,
tensoras
Zapatas, conectores, cadenas

Nivel aceite motor: O-236

- FRIO entre K y K
 - CAL entre M y M
- Caliente T=80ºC
A ralenti + de 2 min
Parar motor y mirar < 3 min

Nivel aceite trans: O-1178

- FRIO entre K y K
 - CAL entre K y K
- Caliente T=80ºC
A ralenti + de 2 min
Parar motor y mirar < 2 min
Mensual

Ficha Leopard 2E:

Peso: 62,5 Tm
Ancho 3,77 m
Alto: 3.06 m
Largo: 10.97 m
47.600 cc 1500 CV 2600 rpm
GMP 6120 kg
6 baterías 12V/100Ah
82 eslabones x cadena
328 zapatas x carro

Capacidades:

Aceite Motor 15/40W 110l.
Trans 5/30W 140l.
P. Final 80/90W 3,5l.
Tren rodaje 15/40W
Gasoil IZQ 510l.
DER 600l.
ALIM 50l.
Total: 1160 litros
Refrigeración 160l
Calefacción 40l.