



## Trabajo Fin de Grado

### DISEÑO DE UN FDC PARA UNIDAD DE OBUSES REMOLCADOS

Roberto Briosso Cortés

Director académico: Carlos E. Cajal Hernando

Director militar: Héctor Núñez Marzáñ

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar

2023





## Agradecimientos

Finalizar este proyecto culmina con los 5 años de esfuerzos y sacrificios para poder ser Teniente de Artillería del Ejército de Tierra español. Objetivo que ha marcado mi vida y que ha traído consigo un gran crecimiento profesional, pero sobre todo personal.

Empezar agradeciendo a mi Director Académico, el Dr Carlos E. Cajal Hernando que gracias a su disponibilidad absoluta y a sus indicaciones he podido realizar este Trabajo de Fin de Grado tan importante para mi carrera.

Debo dar las gracias a la Batería Mistral del GACA XI que me ha acogido haciendo que esté totalmente integrado en la unidad, por el apoyo dado en los ejercicios de instrucción y adiestramiento y por la ayuda prestada en la búsqueda de información. Por supuesto, debo agradecer al Teniente Pablo Huertas Calzada su esfuerzo y dedicación por enseñarme y guiar me en estas prácticas de mando para ser un gran oficial. De la misma manera, darle las gracias a mi Director Militar, el Capitán Héctor Núñez Marzá, que me ha ayudado en todo lo necesario para realizar este proyecto.

En tercer lugar, debo agradecer a la 1º Batería del GACA XI su disponibilidad plena, porque a pesar de no estar encuadrado en ella, han dejado un grupo de expertos a mi disposición.

En último lugar, darle las gracias a mi familia. Quiero agradecer a mi hermano y compañero de oficio, Mario, su apoyo incondicional y continuo durante los años de academia, siendo un claro ejemplo de lo que representa ser un gran militar, pero sobre todo persona; a mi madre, Belén, que ella sola ha sido capaz de educarnos a mi hermano y a mí de la mejor manera posible, marcándonos el camino a seguir y haciendo que seamos las personas que somos hoy.



## RESUMEN

Este Trabajo de Fin de Grado (TFG) se ha realizado con el objetivo de diseñar las bases de un posible diseño de un Centro Director de Fuegos (FDC) para unidades de obuses remolcados tomando como referencia vehículos que actualmente cumplen esta función. La finalidad de este diseño es tener en dotación vehículos estandarizados que cumplan los requisitos de un FDC y que mejoren la interoperabilidad entre unidades.

Para cumplir con dicho objetivo, a través del estudio del arte de los vehículos que actualmente son utilizados como FDC para unidades de obuses remolcados y a través de entrevistas a un grupo de expertos, se ha podido analizar las necesidades e identificar los diferentes problemas para posteriormente traducirlos a requisitos.

A continuación, tras la definición de los requisitos, se han sometido los mismos a una valoración a través de una encuesta a un grupo de expertos para poder jerarquizarlos. El objetivo de esta jerarquización es obtener un peso ponderado de cada requisito para poder desarrollar el método de ponderación de criterios.

La ponderación de criterios permite seleccionar de manera cuantitativa el vehículo que mejor cumple con las condiciones para desempeñar su función como FDC, utilizando primero las características obligatorias para descartar aquellas opciones que no las cumplen y después utilizando las características deseables con su peso ponderado para elegir la mejor opción. Cuanto mejor es la opción, mayor será la puntuación que obtenga. Por ello, la opción elegida ha sido el PCBON (puesto de mando de batallón) tipo FDC. A continuación, se ha realizado un análisis DAFO (debilidades, amenazas, fortalezas, oportunidades) para así saber cuál es el estado actual y real del vehículo. Para ello se ha realizado un análisis interno y un análisis externo del vehículo.

Al haber finalizado el análisis DAFO, se ha comparado el vehículo elegido como base para el diseño con el vehículo que actualmente se está usando como FDC dentro del GACA XI. De esta manera se ha podido observar las diferencias y ventajas de cada vehículo para posteriormente obtener conclusiones del diseño de un FDC para unidades de obuses remolcados.

La principal conclusión que se puede obtener de este Trabajo de Fin de Grado es que, al existir ya un vehículo (PCBON tipo FDC) que cumple con las características necesarias para desempeñar el trabajo de un FDC de Grupo, se puede utilizar como referencia para usar como base para un diseño de un FDC de obuses remolcados, siendo el único inconveniente que es un vehículo que se usa para entidad batallón/grupo y está preconcebido para ello. Sin embargo, para que fuese posible disponer de un vehículo por batería o sección, sería necesario la aprobación de un presupuesto para poder disponer de tantos vehículos como baterías o secciones sobre ruedas hubiese.

## Palabras clave

FDC, PCBON, OBÚS REMOLCADO



## ABSTRACT

This Final Degree Project (TFG) has been carried out with the aim of designing the basis of a possible design of a Fire Direction Center (FDC) for towed howitzer units, taking as a reference vehicles that currently perform this function. The purpose of this design is to have standardized vehicles that meet the requirements of a FDC and improve interoperability between units.

In order to meet this objective, through the study of the vehicles currently used as FDC for towed howitzer units and through interviews with a group of experts, it has been possible to analyze the needs and identify the different problems to subsequently translate them into requirements.

Then, after the definition of the requirements, they have been subjected to an evaluation through a survey to a group of experts in order to prioritize them. The purpose of this ranking is to obtain a weighted weighting of each requirement in order to develop the criteria weighting method.

Criteria weighting allows to quantitatively select the vehicle that best meets the conditions to perform its function as a FDC by using first the mandatory characteristics to discard those options that do not meet them and second, the desirable characteristics with their weighted weight are used to choose the best option. The better the option, the higher the score it gets. Therefore, the option chosen was the PCBON (battalion command post) type FDC. Next, a SWOT analysis (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats, Strengths) was carried out in order to know the current and real state of the vehicle. For this purpose, an internal and an external analysis of the vehicle was carried out.

Once the SWOT analysis was completed, the vehicle chosen as the basis for the design was compared with the vehicle currently being used as FDC within GACA XI. In this way it has been possible to observe the differences and advantages of each vehicle in order to subsequently draw conclusions on the design of a FDC for towed howitzer units.

The main conclusion that can be obtained from this Final Degree Project is that, since there is already a vehicle (PCBON type FDC) that meets the necessary characteristics to perform the work of a Group FDC, it can be used as a reference to use as a basis for a design of a FDC of towed howitzers, the only drawback being that it is a vehicle that is used for battalion/group entity and it is preconceived for it. However, in order to have one vehicle per battery or section, it would be necessary the approval of a budget to have as many vehicles as there are batteries or sections on wheels.

## KEYWORDS

FDC, PCBON, TOWED HOWITZER



# ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS .....	I
RESUMEN .....	II
PALABRAS CLAVE .....	II
ABSTRACT .....	III
KEYWORDS .....	III
ÍNDICE DE FIGURAS .....	VI
ÍNDICE DE TABLAS .....	VII
ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS .....	VIII
<b>1 INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>2 OBJETIVOS Y METODOLOGÍA .....</b>	<b>3</b>
2.1    OBJETIVOS Y ALCANCE .....	3
2.2    METODOLOGÍA .....	4
<b>3 ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>5</b>
3.1    EL DESPLIEGUE DE LA ARTILLERÍA .....	5
3.2    EL FDC .....	6
3.3    TENDENCIAS ACTUALES .....	7
3.3.1    PCBON tipo FDC .....	7
3.3.2    CAMIÓN 7226 .....	8
3.3.3    VEHÍCULO LIGERO ANIBAL SANTANA .....	9
3.3.4    COAAAAS-L .....	9
<b>4 DESARROLLO: ANÁLISIS Y RESULTADOS .....</b>	<b>11</b>
4.1    DIAGRAMA DE GANTT .....	11
4.2    ENTREVISTAS .....	11
4.3    ENCUESTAS .....	13
4.4    PONDERACIÓN DE CRITERIOS .....	15
4.4.1    DEFINIR CARACTERÍSTICAS O CRITERIOS .....	15
4.4.2    CLASIFICAR LAS CARACTERÍSTICAS .....	15
4.4.3    IDENTIFICAR CRITERIOS PARA LA PONDERACIÓN .....	16
4.4.4    IDENTIFICAR OPCIONES .....	17
4.4.5    ANÁLISIS DE CARACTERÍSTICAS OBLIGATORIAS .....	17
4.4.6    ANÁLISIS CARACTERÍSTICAS DESEABLES .....	18
4.5    ANÁLISIS DAFO .....	20
4.6    ANÁLISIS RÁDAR .....	22
<b>5 CONCLUSIONES .....</b>	<b>25</b>



5.1	LÍNEAS FUTURAS.....	26
<b>6</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>27</b>



# ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. EJEMPLO FSB. FUENTE: [1] .....	5
FIGURA 2. FDC DE GRUPO. FUENTE: [1].....	7
FIGURA 3. PCBON TIPO FDC. FUENTE: INFODEFENSA.....	8
FIGURA 4. INTERIOR CAMIÓN 7226. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	8
FIGURA 5. INTERIOR CAMIÓN 7225. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	8
FIGURA 6. VEHÍCULO ANIBAL SANTANA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA .....	9
FIGURA 7. DIMENSIONES VEHÍCULO VAMTAC ST5 PORTASHELTER. FUENTE: [18] .....	10
FIGURA 8. DIAGRAMA DE GANTT. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	11
FIGURA 9. RESULTADO DE LAS ENCUESTAS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	13
FIGURA 10. RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	15
FIGURA 11. PESO PONDERADO DE CARACTERÍSTICAS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	16
FIGURA 12. ANÁLISIS DAFO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	20
FIGURA 13. GRÁFICO RADAR. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA1 .....	23



## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. RESULTADOS DE LA ENCUESTA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	14
TABLA 2. CARACTERÍSTICAS OBLIGATORIAS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	17
TABLA 3. CRITERIO “ARMAMENTO” UTILIZADO PARA ANÁLISIS DE CARACTERÍSTICAS DESEABLES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	18
TABLA 4. CRITERIO “POTENCIA” UTILIZADO PARA ANÁLISIS DE CARACTERÍSTICAS DESEABLES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	18
TABLA 5. PROCESO DE TOMA DE DECISIONES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	19



## ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS

A/L: Apoyo logístico.

ACA: Artillería de campaña.

APOFU: Apoyos de fuegos.

AO: Adquisición de objetivos.

C2: Mando y control.

CIS: Communication and information systems.

COAAAS-L: Centro de operaciones de artillería antiaérea semiautomático ligero.

DAFO: Debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades.

DIRMIL: Director militar.

ET: Ejército de Tierra.

FDC: Centro Director de Fuegos.

FDO: Fire Director Officer.

FSB: Fire Support Base.

GACA: Grupo de artillería de campaña.

GESCOM: Gestor de comunicaciones.

HF: High Frecuence.

I/A: Instrucción y Adiestramiento.

IP: Instrucción particular.

MPLTO: Módulo de planeamiento.

NOP: Norma operativa.

PCBON: Puesto de mando de Batallón.

PR4G: Programa radio 4º Generación.

TTP: Tácticas, Técnicas y Procedimientos.

UAF: Unidad de apoyos de fuego.

UDAAA: Unidad de defensa de artillería antiaérea.

ULAO: Unidad de localización y adquisición de objetivos.

VAMTAC: Vehículo de alta movilidad táctica.



# 1 INTRODUCCIÓN

El fuego (pudiendo ser directo o indirecto) es la acción de explosionar sobre un objetivo con la finalidad de obtener unos efectos determinados, uno o varios proyectiles, cohetes o misiles. Para la artillería de campaña (ACA), la forma normal de actuar es a través del fuego indirecto [1].

El fuego indirecto se puede definir como aquel que se realiza sobre un objetivo que no puede ser visto por el apuntador [2]. La finalidad de los fuegos indirectos consiste en apoyar las operaciones marítimas y terrestres para debilitar al enemigo y facilitar, de esta manera, el logro de los objetivos a nivel táctico y operacional. Por lo tanto, estos fuegos indirectos son generados por las unidades encargadas de realizar el apoyo de fuego (APOFU) para batir objetivos a grandes distancias con gran precisión e intentando reducir los daños colaterales. Por lo tanto, estos fuegos indirectos son generados por las unidades encargadas de realizar el apoyo de fuego (APOFU) para batir objetivos a grandes distancias con gran precisión e intentando reducir los daños colaterales. Por lo tanto, estos fuegos indirectos son generados por las unidades encargadas de realizar el apoyo de fuego (APOFU) para batir objetivos a grandes distancias con gran precisión e intentando reducir los daños colaterales. Por lo tanto, estos fueron trascendental que es en las operaciones, el fuego indirecto necesita ser planeado, coordinado, dirigido y ejecutado de forma sincronizada [2], ya que gracias a su rapidez y actuación ante cualquier adversidad climatológica y en cualquier instante de tiempo, se puede justificar como uno de los aspectos más importantes a tener en cuenta en las operaciones. La capacidad de los APOFU para generar una gran masa de fuego, sumado a la precisión de las municiones y al gran poder de destrucción, indica lo decisivo que es para el combate, llegando a no ser necesario la presencia física en el terreno.

El apoyo de fuego, tal y como indica la publicación doctrinal [1], materializa el fuego según el propósito del mando, caracterizado por su finalidad táctica e incluyendo una serie de acciones técnicas de preparación del tiro. Esto es la dirección de fuegos: "planeamiento de las acciones de fuego de acuerdo con las órdenes e información recibidas, así como el control de su ejecución, para conseguir los efectos y la finalidad táctica deseada." [3]. La dirección táctica es llevada a cabo por el Centro de Operaciones, mientras que la labor técnica es llevada por el Centro Director de Fuegos (FDC).

La dirección técnica del tiro consiste en calcular, a partir de las características de las armas (velocidad inicial en boca), de las municiones (temperatura de la carga de proyección y el peso del proyectil), de las condiciones meteorológicas y de las situaciones de las piezas y objetivo, los datos de tiro [3].

Actualmente, el nuevo panorama tecnológico que solo deja de avanzar, los nuevos entornos operativos en el este de Europa abiertos tras la guerra de Ucrania y volver a los comienzos en la forma de hacer la guerra, deja claro la necesidad de disponer de unos apoyos de fuegos. Tal y como indica el Comandante Cotorruelo en su monografía, los nuevos conflictos se desarrollarán en zonas urbanizadas siendo necesario, además de la eficiencia, la eficacia para reducir los daños colaterales [4]. Además, según el Teniente Coronel de artillería Francisco Javier García Gómez en la revista ejército [5], los grupos de artillería de campaña (GACA) de las brigadas, como es el caso del GACA XI, son heterogéneos para poder generar Unidades de Apoyos de Fuego (UAF) con facilidad y así cumplir con la modificación de los módulos de planeamiento (MPLTO) y adaptarse a la nueva organización de las unidades de entidad brigada. Para cumplir con estos requisitos, es necesario un FDC tanto en base ruedas como cadenas.

Hoy en día los GACA que tienen obuses remolcados no disponen de un FDC estandarizado y operativo para todas las unidades. En el GACA XI, lugar donde se ha desarrollado el siguiente trabajo, tiene como FDC para obuses remolcados un camión IVECO 7226 donde se le han introducido todos los medios tales como cables y radios sin estar acondicionado para ello. De esta manera, no se puede exprimir al máximo las capacidades del FDC a la hora de gestionar la dirección técnica del tiro. Además, al no haber un FDC común para todas las unidades, la interoperabilidad se ve totalmente agravada ya que cada GACA utiliza un medio diferente, siendo necesario instruirse en este nuevo material si cambiamos de unidad o incluso de misión.



Como solución, se va a realizar un potencial diseño de un FDC para obuses remolcados identificando previamente los requisitos de dicho FDC. Para ello, primero se van a consultar fuentes bibliográficas y a un grupo de expertos para obtener información. Posteriormente se realizarán entrevistas a personas especializadas en diferentes áreas. Tras esto, se someterá a una encuesta al personal destinado dentro del GACA XI cuyo puesto táctico está o ha estado en un FDC. Una vez se hayan identificado los requisitos, se procederá a su jerarquización a través de una ponderación de criterios. Acto seguido, tras haber obtenido los resultados y tras haber identificado el estado actual del vehículo a través de un análisis DAFO, se va a realizar una comparación entre medios ya en dotación dentro del Ejército de tierra (ET) a través de un análisis radar.



## 2 OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

### 2.1 OBJETIVOS Y ALCANCE

Las unidades de artillería remolcada se encargan de proporcionar fuegos de gran profundidad, potencia y en cualquier instante de tiempo para favorecer a la maniobra propia. Estas unidades de artillería se materializan [1] a través de:

- Medios productores de fuego: encargados de cumplir el propósito del mando a través del fuego.
- Medios de sistema de vigilancia y detección de objetivos: compuestos principalmente por radares y sensores que son principalmente utilizados para realizar contrabatería.
- Medios de Mando y Control: Permiten ejercer al jefe sus cometidos.

El objetivo de este Trabajo Fin de Grado consiste en estudiar un posible diseño de un FDC para obuses remolcados (que se encuentra dentro de los medios de mando y control puesto que se encargan de la dirección técnica del tiro) tomando como referencia vehículos que se están empleando para desempeñar dicha función. El problema radica en que no hay ningún vehículo estandarizado que cumpla con todos los requisitos para desarrollar ese trabajo, y, por tanto, cada unidad de obuses remolcados tendrá que adaptar un FDC según los medios de los que dispone. Además, al no existir un FDC común, la interoperabilidad entre unidades se ve completamente reducida pudiendo llegar a ser un problema en misiones en el exterior.

Para cumplir con este objetivo, se han marcado unos objetivos específicos que ayudarán en el proceso del desarrollo de un diseño de FDC para obuses remolcados. Estos objetivos específicos son los que se señalan a continuación:

- Investigar el estado actual de los FDC para obuses remolcados en diferentes unidades y en el GACA XI, así como identificar sus problemas.
- Definir los requisitos necesarios para que un FDC cumpla con su cometido de manera óptima.
- Ponderar esos requisitos para saber la importancia de estos.

El alcance de este Trabajo Fin de Grado se fundamenta en las necesidades que tienen todas las unidades de obuses remolcados de tener un FDC adaptado y que cumpla con todos los requisitos necesarios, identificando los casos de otras unidades a pesar de que este proyecto se haya desarrollado principalmente en las inmediaciones del GACA XI.

Por lo tanto, el alcance del trabajo que se va a desarrollar es:

- Estudiar el FDC actual para obuses remolcados y compararlo con las diferentes publicaciones doctrinales para identificar sus principales problemas.
- Entrevistas con expertos de la unidad para, una vez identificado los problemas, definir unos requisitos iniciales.
- Realizar encuestas a personal que haya desempeñado su puesto táctico en un FDC para conseguir definir unos requisitos finales.
- Jerarquizar los requisitos que se han definido anteriormente.
- Estudiar un posible diseño de un FDC para unidades de obuses remolcados.



Por otro lado, se debe mencionar que el alcance de este Trabajo de Fin de Grado se verá limitado por las siguientes consideraciones:

- La identificación de los requisitos para el diseño del FDC se basarán en lecturas bibliográficas, así como de personal limitado con experiencia del GACA XI y de la observación directa en la instrucción y adiestramiento.
- La viabilidad económica y los riesgos del diseño no se desarrollarán en este proyecto porque no es objeto del mismo.

## 2.2 METODOLOGÍA

Este proyecto es de carácter descriptivo ya que se va a dedicar a analizar las características tanto técnicas como operativas y logística, además de los principales problemas y requisitos de un FDC para obuses remolcados.

Inicialmente se va a exponer un Diagrama de Gantt que permita exponer cuáles son las tareas que se han desarrollado, durante cuánto tiempo y fechas de inicio y final. Por otro lado, los métodos cualitativos que se han utilizado en este proyecto son los que se indican a continuación:

- Revisión de las diferentes fuentes bibliográfica tanto en fuentes abiertas como internamente dentro del ET.
- Observación directa, junto a personal experto durante la instrucción diaria dentro de la 1º Batería del GACA XI, de la configuración y mantenimiento del vehículo.
- Entrevistas a cuadros de mando de la 1º Batería del GACA XI que estén desempeñando su puesto táctico dentro del FDC para conocer los principales problemas que tiene el vehículo para cumplir con su cometido. Serán 2 entrevistas en total al personal que a continuación se relata:
  - Teniente Jefe accidental de la 1º Batería para conocer las necesidades de un FDC dentro de una batería
  - Sargento 1º Jefe de calculadores de la 1º Batería que especifique los problemas que pueda haber dentro de un FDC.
- Realización de un análisis DAFO que permita exponer el diagnóstico del FDC elegido como óptimo.
- Comparación de diferentes vehículos que cumplen con la función de FDC con los requisitos jerarquizados a través de un análisis radar para establecer un posible diseño de un FDC.

En cuanto a métodos cuantitativos se han utilizado los que se citan a continuación:

- Realización de encuestas a personal dentro del GACA XI que esté desempeñando o lo haya desempeñado su puesto táctico dentro de un FDC para establecer los principales requisitos.
- Elección del mejor vehículo que actualmente cumple con las funciones de FDC a través del método de ponderación de criterios.



### 3 ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO

En este apartado se va a explicar el cambio en la forma de desplegar de la artillería desde inicios del siglo XXI hasta hoy en día. De igual manera, se va a explicar de qué está compuesto un FDC y las tendencias actuales.

#### 3.1 EL DESPLIEGUE DE LA ARTILLERÍA

Desde el 2001 con el atentado de las Torres Gemelas y como consecuencia de la Guerra Mundial Contra el Terror [6], los principales ejércitos se habían estado enfocando en la lucha contra la insurgencia, cuyo objetivo era deslegitimar el gobierno o provocar un cambio de régimen [7] en la zona de Oriente Medio, principalmente. Esto hizo que los ejércitos eligiesen una forma de desplegar la artillería reflejada en la figura 1: las Fire Support Base (FSB) [8].

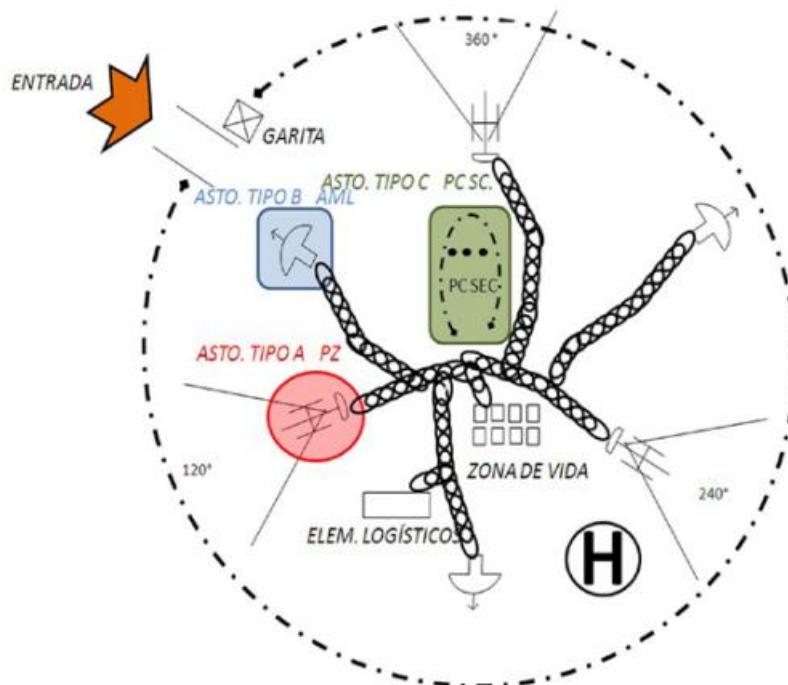


Figura 1. Ejemplo FSB. Fuente: [1]

Ante la insurgencia, también se necesitaban fuegos potentes, precisos y profundos; sin embargo, las piezas de artillería se colocaban en círculo cubriendo los 360°. Además, siempre se pretendía conseguir solape de fuegos con otra FSB, de tal manera que hubiera una burbuja que cubriese todos los puntos en el caso de que una patrulla necesitase fuego de artillería. Como consecuencia, la artillería no necesitaba cambiar de asentamientos porque en todo momento se podía ofrecer los apoyos de fuego necesarios [1].

Una FSB está compuesta por sus medios productores de fuego, elementos de adquisición de objetivos (AO), apoyo logístico (A/L) y mando y control (C2). Por lo general, una FSB está formada por los siguientes núcleos [1]:

- Núcleo de C2. Con capacidad de 24 horas y dispone de enlace con la unidad superior y la unidad apoyada.
- Núcleo de fuegos. Formado por piezas de artillería que deben actuar de manera ininterrumpida.
- Núcleo de adquisición de objetivos. Formado por una unidad de localización y



adquisición de objetivos (ULAO) para localizar y adquirir objetivos.

- Núcleo de protección. Como consecuencia de las características de las FSB, se necesitará un despliegue de armamento colectivo, núcleo de reacción y asignación de sectores.
- Núcleo de logística. Proporciona apoyo logístico.

Sin embargo, tras el 22 de febrero de 2022 que dio comienzo el conflicto entre Rusia y Ucrania, se ha dejado a un lado la lucha contra la insurgencia para dar paso a escena a la guerra híbrida: uso abierto de las fuerzas armadas complementado con otros métodos tales como desinformación, económicos, diplomáticos, etc [9], [10]. Se puede observar cómo el presidente de la federación rusa ha utilizado la fuerza en numerosas batallas para “controlar” Ucrania. Un ejemplo de ello sería la batalla de Azovstal, donde el Sargento Junior de la 36 brigada de infantería de marina, Anton Ivlev, relata en el documental para euronews [11] cómo “la destrucción era total a causa de la artillería rusa. El bombardeo prácticamente no tenía fin.” Esta forma de actuar está basada en la Doctrina Grozni, que según el general de división Ricardo Martínez Isidoro, la doctrina Grozni queda definida como: “Es una técnica de ataque típica de la impotencia. Es decir, es aplastar, aplastar más que vencer. Y esto es lo que hace Rusia” [12]. Es por esto por lo que las FSB de Afganistán han dado paso a una artillería que necesita hacer fuego y desplazarse para evitar la contrabatería enemiga.

Actualmente, tras el estudio de los factores de situación, tales como el enemigo, terreno, tropas propias, ambiente y tiempo disponible, se concretará las dimensiones de las zonas de despliegue artilleras. La zona debe ser amplia para dar lugar a varios asentamientos dispersos entre sí [2].

### 3.2 EL FDC

La dirección técnica del tiro es llevada a cabo en el FDC, que consiste en convertir las características del arma, munición y situación de las piezas en datos técnicos. El modo de operación [3] en el que se puede dirigir los fuegos es:

- Dirigido por el FDC de Grupo. Las peticiones de fuego son recibidas por Grupo por parte de los observadores avanzados y es Grupo quién selecciona la batería que hará fuego a través de una orden de fuego.
- Autónomo. El observador avanzado transmite directamente su petición al FDC de batería que gestionará los fuegos donde el FDC de Grupo solo supervisa, aunque podrá asumir el control de la misión si se necesita más de una batería para la acción de fuego.

Los FDC deben estar dotados de los medios y personal necesarios para poder ejercer la dirección de los fuegos. A continuación, se va a indicar la cantidad de personas necesarias para poder desempeñar la dirección técnica del tiro en una lista. Además, en la figura 2 se adjunta una imagen de cómo se distribuyen los medios y dicho personal en un FDC de Grupo:

- 2 sirvientes de canevás.
- 1 oficial Director de Fuegos (FDO).
- 1 jefe de Calculadores.
- 3 calculadores, 1 por cada batería.
- 1 operador del radioteléfono.

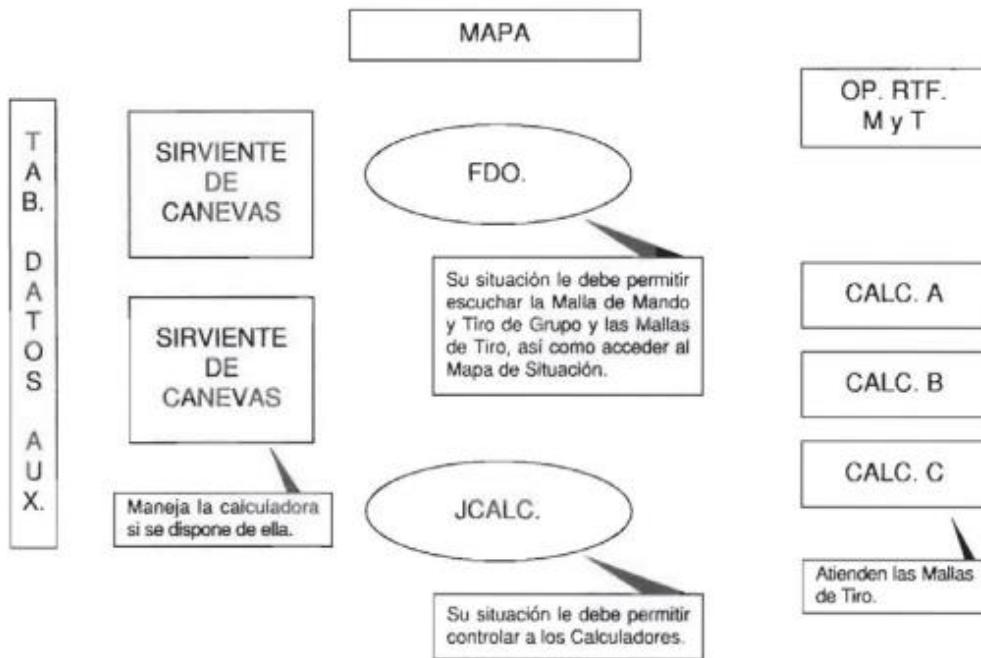


Figura 2. FDC de Grupo. Fuente: [1]

### 3.3 TENDENCIAS ACTUALES

Tal y como indica el General del Mando de Artillería de Campaña Vicente Torres Márquez [13] en Infodefensa TV, el ejército ve necesario disponer de artillería autopropulsada sobre ruedas, ya que los ejércitos de otros países la están incorporando [14]. Para ello, también es necesario tener un FDC con características similares. Estos vehículos disponen de la adaptación necesaria incorporando radios y ordenadores en la parte posterior del vehículo. A continuación, se va a realizar una explicación sobre vehículos en base ruedas dentro del ET que cumplen las funciones de un FDC

#### 3.3.1 PCBON tipo FDC

A partir del pliego de prescripciones técnicas del 2014 de adquisición de puestos de mando de batallón/grupo sobre un vehículo de alta movilidad táctica (VAMTAC) [15] se han podido obtener los requisitos principales de un PCBON tipo FDC (figura 3), el cual dispone de sistema TALOS, un sistema de comunicación de programa radio de 4 generación (PR4G) con 4 sistemas radio (compatibles con las versiones V1, V2, V3) sin comunicación high frecuency (HF), ya que no es necesario dentro de un FDC el Gestor de comunicaciones (GESCOM). Todos estos medios están instalados dentro de un vehículo de alta movilidad táctica carrozado VAMTAC, siendo capaces de soportar dichos medios cualquier tipo de vibración, manteniendo sus capacidades (ya sea en parado o en movimiento) donde los sistemas control and information systems (CIS) podrán operar de forma ininterrumpida. Esto será gracias a un grupo electrógeno integrado en el vehículo que proporciona hasta 7,2 kW, grupo que se alimenta del depósito del propio vehículo.



Figura 3. PCBON tipo FDC. Fuente: InfoDefensa.

### 3.3.2 CAMIÓN 7226

El camión 7226 de fabricación de la empresa IVECO PEGASO tiene la misión de transporte de mercancías y de personal. Actualmente está en dotación en varias unidades, siendo una de ellas el GACA XI. Tras realizar el estudio dentro de la 1º Batería del GACA XI se ha podido comprobar cuál es la adaptación realizada dentro del 7226. A parte de los datos técnicos que se incluyen en el Anexo I, cabe destacar la incorporación de un cableado que suministre electricidad a las radios y a los portátiles, principalmente, así como mesas y sillas para poder trabajar con el sistema TALOS. Se adjunta foto del estado actual de un FDC sobre un camión 7226 de la empresa IVECO en las figuras 4 y 5. Los principales problemas que acarrea dicho vehículo son varios y complejos, ya que es un vehículo que no está preparado para cumplir con dicha función. Estos problemas se basan principalmente en que, al ser un camión de carga, no dispone de los materiales adecuados para suministrar corriente eléctrica a todos los sistemas electrónicos del FDC. Se está usando actualmente la batería de 24V del camión para el funcionamiento del propio camión además de todos los equipos que se encuentran en la caja, siendo demasiada carga para 24V aunque todo funcione. Tras una reunión con personal del 2º escalón, la solución posible sería colocar una batería independiente para el camión y otro para el correcto funcionamiento del FDC. El 7226 dispone de un grupo electrógeno de 220V donde sería necesario disponer de un convertidor a 24V para el funcionamiento de los medios. Además, como el equipo utilizado no es el correcto, con el calor y el polvo empiezan a dar problemas.

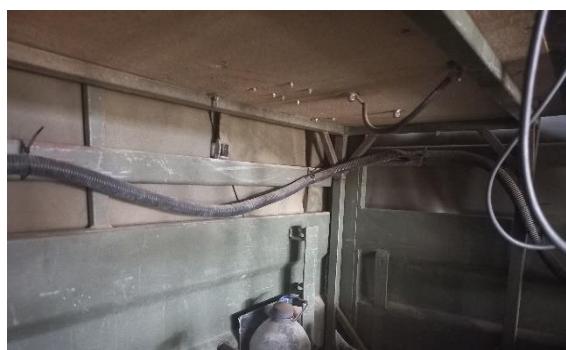


Figura 4. Interior camión 7226. Fuente: Elaboración propia.



Figura 5. Interior camión 7225. Fuente: Elaboración propia.



### 3.3.3 VEHÍCULO LIGERO ANIBAL SANTANA

El vehículo ligero de la figura 6 pertenece a la empresa extinta Santa Motor a la cual el ET le ha comprado desde principios del siglo XXI un total de 2.000 unidades aproximadamente. Actualmente estos vehículos están ya desfasados y su principal cometido es el de transporte de personal o mandos dentro de la base. Dispone de dos baterías de 12 V cada una, un motor de 125 CV y un consumo de 12l cada 100 km. Además, solo pueden ir montados un total de 7 personas: conductor, acompañante y 5 personas en la caja. El espacio para esas 5 personas es de 4,83 x 1,75 x 2,05 [16]. El resto de los datos técnicos se pueden consultar en el Anexo II.



Figura 6. Vehículo Anibal Santana. Fuente: Elaboración propia

### 3.3.4 COAAAS-L

El sistema COAAAS-L (centro de operaciones de artillería antiaérea semiautomático ligero), cuyas dimensiones se pueden observar en la figura 7, es un sistema que permite vigilar y controlar las unidades de defensa antiaérea (UDAA) organizadas en base a una batería mistral. El COAAAS-L consta de los siguientes subsistemas [17], aunque principalmente se va a centrar en el subsistema centro director de fuegos:

- Subsistema de adquisición radar
- Subsistema centro director de fuegos.
- Subsistema terminal de arma.

El subsistema FDC tiene la misión de controlar el COAAAS-L, gestionar los sensores y las trazas a las unidades subordinadas, determinar el plan de empeño y empeñar las trazas a las unidades de tiro [17]. Este FDC está compuesto por un shelter con corriente alterna de 220V suministrada a través de un grupo electrógeno remolcado que, gracias a una dinamo, esta corriente alterna se transforma en continua permitiendo así el perfecto funcionamiento de la consola y los sistemas de transmisiones. El shelter está montado sobre un vehículo VAMTAC ST5 porta shelter S-788 en base ruedas, cuya ficha técnica [18] se puede encontrar en el Anexo III, donde gracias a su capacidad de carga de 2,5 toneladas, su motor de 6 cilindros con hasta 245 CV permite que se pueda transportar el shelter según las necesidades de la batería mistral.

Además, este subsistema puede enlazar, según su configuración, con el puesto de mando de la brigada, con otro FDC COAAAS-L colateral o incluso con un Centro de operaciones de artillería antiaérea semiautomático medio (COAAAS-M), permitiendo de esta manera la transmisión de la información relativa al control del espacio aéreo a los puestos de tiro.

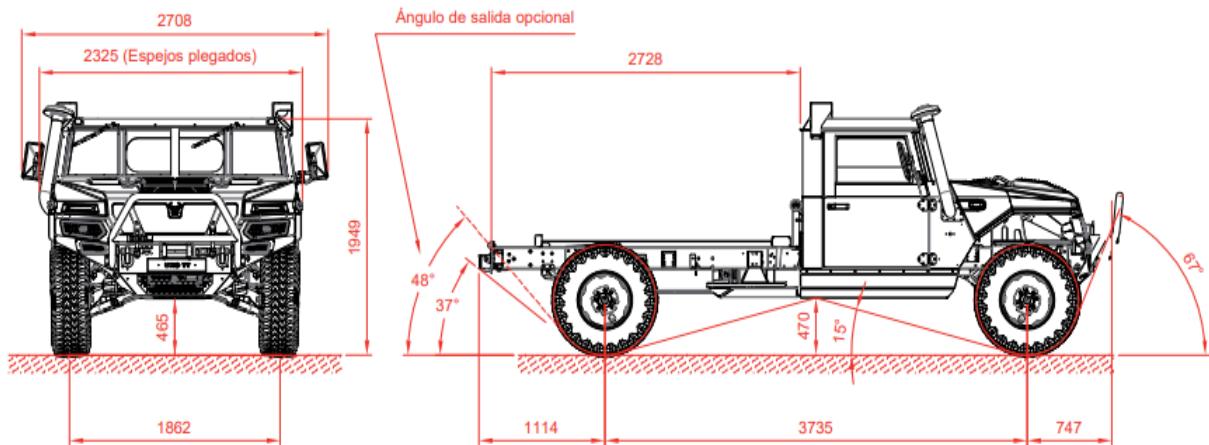


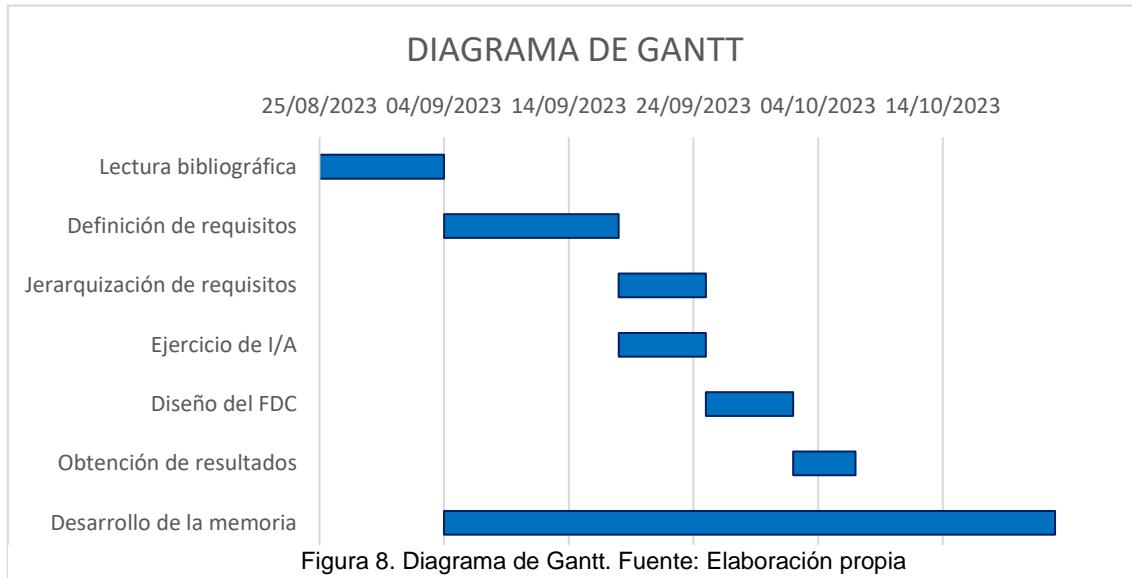
Figura 7. Dimensiones vehículo VAMTAC ST5 PORTASHELTER. Fuente: [18]



## 4 DESARROLLO: ANÁLISIS Y RESULTADOS

### 4.1 DIAGRAMA DE GANTT

Tras lo expuesto en el apartado 2.1, para cumplir con los objetivos propuestos se han marcado unos períodos de tiempo en los que se han desarrollado las actividades señaladas en la figura 8.



Previa a la incorporación al GACA XI para realizar las prácticas externas, se desarrolló una investigación inicial, ya que no hay ningún tipo de vehículo estandarizado que cumpla los requisitos de un FDC que sea igual para todas las unidades. Para ello se contactó con el director militar (DIRMIL) para una vez, con los conocimientos básicos aprendidos, comprender la función de un FDC y su composición.

Tras haber realizado la lectura bibliográfica previa y el inicio de las prácticas externas, se integrará con la unidad para conocer de primera mano los problemas actuales de los FDC para obuses remolcados gracias a la respuesta de los expertos a las entrevistas y a las encuestas. Después de haber definido los requisitos, durante un ejercicio de Instrucción y Adiestramiento (I/A) en el simulador de artillería de campaña, se pudo observar de manera directa la importancia de cada requisito al simular acciones de fuego, justificado todo a través de una ponderación de criterios. A continuación, se realiza un análisis radar para poder comparar diferentes vehículos que cumplen el cometido de FDC actualmente y dar unas bases para un diseño.

Por último, al haber finalizado las prácticas externas, se obtienen los resultados para completar y depurar la memoria que se va redactando desde la incorporación al GACA XI.

### 4.2 ENTREVISTAS

Las entrevistas se han realizado tras hacer una tormenta de ideas con un grupo de expertos para obtener una mayor información sobre los problemas que pueda tener un FDC para obuses remolcados y así poder enfocar las encuestas que se harán posteriormente en la definición de requisitos. El personal que ha sido entrevistado es el que se relaciona a continuación:

- Teniente jefe accidental de la 1º Batería para conocer las necesidades de un FDC dentro de una batería.
- Sargento 1º jefe de calculadores de la 1º Batería que especifique los problemas que pueda haber dentro de un FDC.



El modo en el que se realizó la estructura de la encuesta es como se ejemplifica posteriormente junto con algunas preguntas con sus respectivas respuestas como modelo:

- Aspectos generales. ¿Cuáles deben ser los principales requisitos de un FDC para obuses remolcados?
  - En mi opinión y por la experiencia que tengo, para un FDC lo principal es asegurar las comunicaciones tanto por voz como por datos para que vayan de manera fluida. Esto ayuda a la maniobra y a la decisión del mando para poder así conseguir una mayor eficacia en el cumplimiento de la misión.
- Personal. ¿Dispone del personal suficiente en su batería para poder desarrollar de forma eficaz la dirección técnica del tiro?
  - Si. Actualmente, por suerte, con los medios que tenemos de TALOS Técnicos y los medios radios vía voz, es suficiente tres personas más un jefe.
- Operaciones. ¿Qué problemas a nivel táctico incluye el no tener un FDC estandarizado para obuses remolcados?
  - Principalmente a nivel táctico el no poder seguir la maniobra de las unidades de combate. Es decir, las baterías con medios ruedas están pensadas y diseñadas para apoyar a unidades de maniobras con medios similares tales como VAMTAC, vehículos ligeros o incluso a pie. Entonces, si una brigada no dispone de estos medios, nunca podremos apoyar a dichas unidades.

Además de estos temas se han especificado otros según el tipo de especialidad del entrevistado. Por ejemplo, al Teniente Jefe accidental de la 1º Batería se le ha preguntado sobre logística; mientras que al Sargento 1º Jefe de calculadores se ha incidido más en materia de personal. Un ejemplo de pregunta de logística sería el siguiente:

- Logística. ¿Cuántos kilómetros se suelen hacer cada vez que están de maniobras?
  - Unas maniobras que se apoyan a unidades que se mueven mucho, como la primera batería que apoya al grupo táctico ligero protegido El Tercio “Viejo de Sicilia” siendo una unidad puntera que suele realizar maniobras con mucho movimiento. En una semana en San Gregorio con ellos se le puede hacer a los vehículos fácilmente 600 kilómetros.

Se menciona que en el Anexo IV se encuentran con detalle las entrevistas realizadas al personal en cuestión que incluyen datos importantes como tiempo en la unidad y su puesto táctico. Además, las conclusiones que se han sacado de estas entrevistas son las siguientes:

- Respecto a las características generales, los medios CIS son los que permiten que el funcionamiento del FDC sea óptimo y eficaz. Sin embargo, la escasez de medios no permite que la dirección técnica del tiro realice su cometido de la mejor forma posible.
- Se descarta la posibilidad de utilizar tanto el vehículo M-577 como otros medios cadenas para cumplir con las funciones de FDC para medios remolcados, ya que el empleo táctico de ruedas y cadenas ha de ser diferente.
- Actualmente la artillería de campaña remolcada no tiene piezas en misiones en el exterior, pero se prevé que la tendencia cambie pudiendo alcanzar un gran papel en operaciones.



## 4.3 ENCUESTAS

Tras haber analizado los posibles problemas del FDC actual del GACA XI a través de las entrevistas, se ha decidido realizar encuestas a personal experimentado dentro del Grupo de artillería cuyo puesto táctico se desarrolle dentro del Centro Director de Fuegos, ya que son los únicos expertos capaces de analizar las ventajas y desventajas de un FDC sobre ruedas. El objetivo de esta encuesta, que se encuentra en el Anexo V, es obtener información sobre los principales requisitos que debe tener un FDC para unidad de obuses remolcados para posteriormente definirlos y jerarquizarlos. Cabe destacar que la información recopilada será anónima y confidencial y que la encuesta está destinada a personal con experiencia sobre el camión 7226, puesto que es el único tipo de FDC en el GACA XI que va en base ruedas.

En la primera parte de la encuesta se definen once características para que cada individuo encuestado asigne un valor del 1 al 10, siendo 1 poca importancia y 10 mucha importancia, a cada una de ellas. Además, en esta primera parte de la encuesta se quiere ver en qué grado se cumplían dichas características en el camión 7226. A continuación, se van a citar tres características a modo de ejemplo:

- **Movilidad:** Capacidad del vehículo para desplazarse por diferentes tipos de terreno.
- **Velocidad:** Capacidad para conseguir un rápido desplazamiento entre posiciones.
- **Potencia:** Energía que transfiere el motor por unidad de tiempo.

En la figura 9 se muestra el resultado de la encuesta en un gráfico de barras. En ella se expresa la media del valor asignado por cada individuo a cada una de las características en color azul, en rojo el cumplimiento de esas características en el vehículo actual y en color verde se muestra la desviación típica de los resultados de los encuestados para identificar alguna posible disparidad. Cabe destacar que, en concreto, la población de la muestra ha sido un total de 9 personas y que la relación por orden de prioridad en cuanto los requisitos sería la que se expresa en la tabla 1. En ella aparecen las características a la izquierda, la media de las respuestas de todos los encuestados a la derecha en la columna “Valor” y el grado de cumplimiento de cada una de las características en la columna “Observación”.

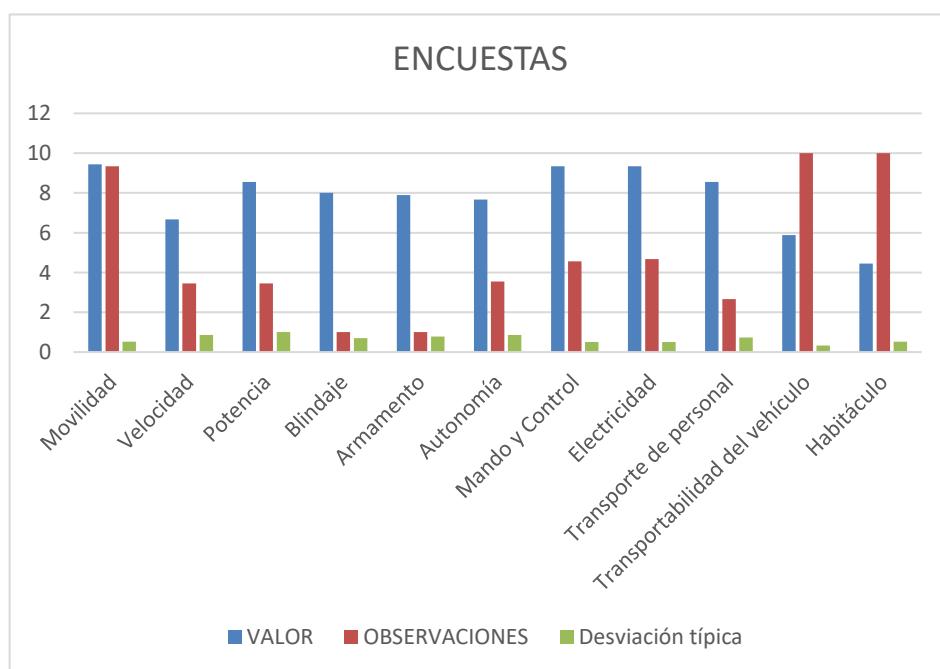


Figura 9. Resultado de las encuestas. Fuente: Elaboración propia



Tabla 1. Resultados de la encuesta. Fuente: Elaboración propia.

CARACTERÍSTICAS	VALOR	OBSERVACIÓN
Movilidad	9,44	9,33
Mando y Control	9,33	4,56
Electricidad	9,33	4,67
Potencia	8,56	3,44
Transporte de personal	8,56	2,67
Armamento	7,89	1
Blindaje	8	1
Autonomía	7,67	3,56
Velocidad	6,67	3,44
Transportabilidad del vehículo	5,89	10
Habitáculo	4,44	10

Tras esta primera parte de la encuesta, se puede destacar que los 9 expertos encuestados consideran la movilidad, la electricidad y los medios de mando y control como los más importantes de todos con más de un 9 sobre 10. Sin embargo, aunque la movilidad del camión 7226 es pareja con el valor ideal, se puede observar que tanto los medios de mando y control como la electricidad no llegan al 5. Esto demuestra una clara evidencia de los principales problemas que actualmente provoca no tener un vehículo que cumpla con las necesidades de un FDC para unidades de obuses remolcados preparado para ello, ya que las principales necesidades no son cubiertas. Asimismo, cabe destacar que las características con un menor valor para los encuestados es la “Transportabilidad del vehículo” y “Habitáculo”. Sin embargo, ambas son las que mayor puntuación tienen actualmente en el FDC del GACA XI.

La segunda parte de la encuesta se trata de una serie de preguntas relacionadas con los requisitos que debe tener un FDC cuya respuesta consiste en asignar valores del 1 al 5, siendo el 1 totalmente en desacuerdo y el 5 completamente de acuerdo. A continuación, se van a citar 3 preguntas a modo de ejemplo:

- **Pregunta 1.** ¿Es fundamental que el vehículo sea en base ruedas?
- **Pregunta 2.** ¿Es preferible que el FDC posea cierto blindaje a que tenga armamento colectivo para autodefensa?
- **Pregunta 3.** ¿Es necesario que el FDC tenga la misma autonomía que las bocas de fuego?

El resultado de dichas preguntas se puede observar en la figura 10, siendo el color azul la media de las respuestas del personal encuestado y el color gris la desviación típica de dichas respuestas para poder identificar algún tipo de disparidad. Con dichas preguntas se pretende discernir entre lo imprescindible y lo menos relevante.

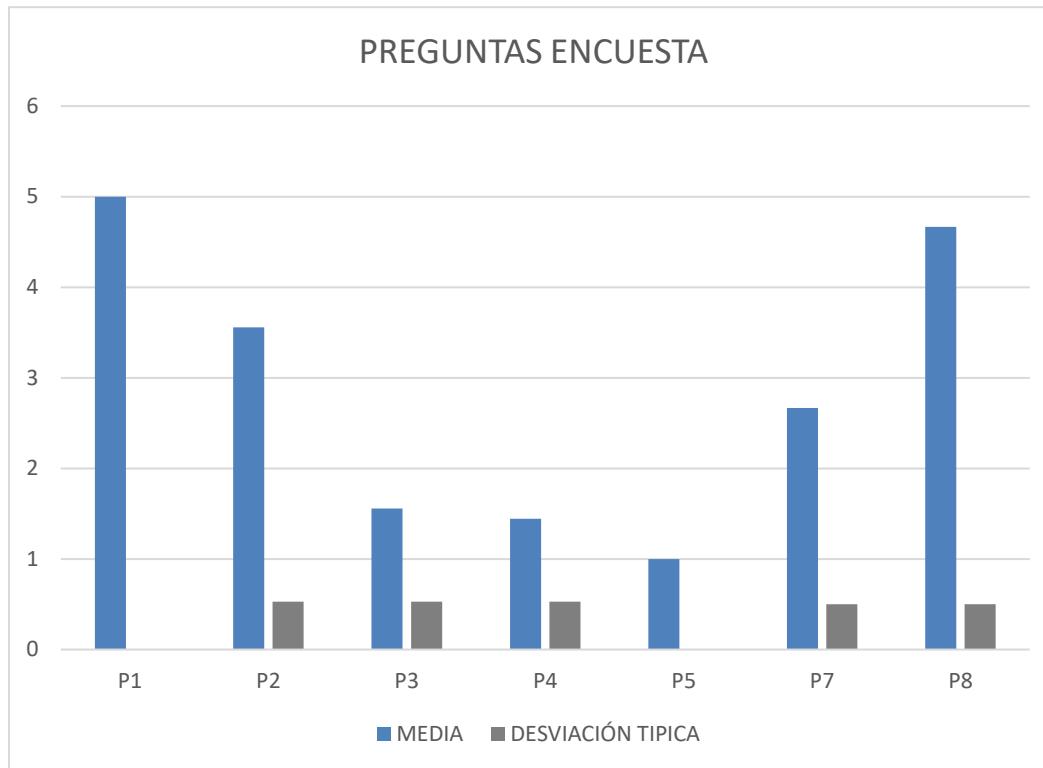


Figura 10. Resultados de las encuestas. Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al resultado de esta segunda parte de la encuesta, se quiere mencionar que todos los expertos consideran muy importante que el vehículo sea en base ruedas con una respuesta de 5 sobre 5 y una desviación típica de 0. Además, se destaca que los encuestados no suelen hacer desplazamiento a grandes velocidades durante ejercicios de instrucción y adiestramiento y que nunca han tenido ningún tipo de incidente donde su integridad física se viese afectada.

#### 4.4 PONDERACIÓN DE CRITERIOS.

Tras las encuestas realizadas a los expertos donde se han jerarquizado los diferentes requisitos que debe tener un FDC para obuses remolcados, se procede a realizar la toma de decisiones del vehículo que cumple actualmente las mejores características para desempeñar el cometido de FDC. Para ello, se va a utilizar el método de ponderación de criterios [19].

Este método cuantitativo es de gran ayuda para la toma de decisiones, ya que permite solucionar problemas de incertidumbre sin necesidad de tener un gran volumen de información. Tiene varias etapas que se van a describir en los sucesivos apartados.

##### 4.4.1 DEFINIR CARACTERÍSTICAS O CRITERIOS

Este apartado requiere redactar en una lista las características que se desea que cumplan las diferentes opciones que se considerarán para la toma de decisiones. Esta lista es totalmente al azar sin ningún tipo de restricciones [19].

El apartado 4.1.1 se ha cumplimentado a través del método “Tormenta de ideas” tras la reunión con un grupo de expertos sobre FDC para obuses remolcados en la incorporación al GACA XI; a través de las diferentes lecturas bibliográficas previa a dicha incorporación y a partir de las entrevistas realizadas en el apartado 4.2 con el objetivo de detectar posibles problemas.

##### 4.4.2 CLASIFICAR LAS CARACTERÍSTICAS

Este apartado es el que va a permitir jerarquizar los diferentes requisitos que deben ser cumplimentados por un FDC. Para ello se va a remitir a los resultados de las encuestas



realizadas en el apartado 4.3 donde se puede observar el promedio de las respuestas dadas por un grupo de expertos en la tabla 1. La clasificación de dichas características se hará en dos grupos, tal y como se explica a continuación:

- Obligatorias. Aquellas que se pueden utilizar para eliminar las diferentes opciones que no cumplan las mismas, ya que su cumplimiento es obligado.
- Deseables. Aquellas que, para tomar la decisión, no será necesario que sean cumplidas por las opciones a elegir. Sin embargo, se pretende que estén presentes en algunas opciones y tengan un grado de cumplimiento elevado.

Tras el análisis realizado al haber realizado las encuestas, se van a definir como obligatorias las características de Movilidad, Mando y Control y Electricidad, ya que las tres han conseguido una puntuación superior a 9 puntos sobre 10. El resto de las características se van a definir como deseables.

#### 4.4.3 IDENTIFICAR CRITERIOS PARA LA PONDERACIÓN

En este apartado se va a asignar un valor relativo a la importancia que tiene cada una. Esto se realizará teniendo en cuenta los resultados de las encuestas. Para ello, se ha calculado el peso que tiene cada característica a partir de la siguiente fórmula:

$$Valor = \frac{D \times 100}{F}$$

- Valor: Peso ponderado de cada característica.
- D: Total de puntos obtenidos en cada característica.
- F: Suma de las puntuaciones obtenidas de todas las características.

El resultado de dicha ponderación se puede observar en la figura 11 donde la suma de todos los valores relativos es igual a 100.

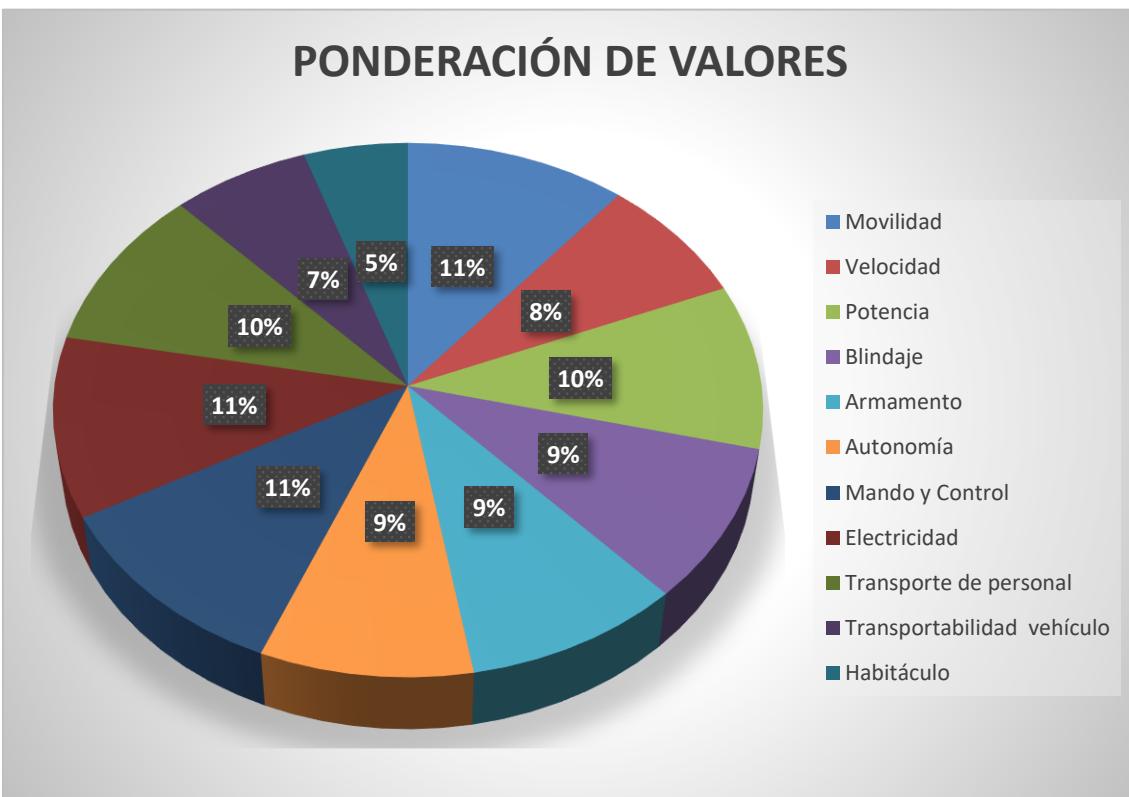


Figura 11. Peso ponderado de características. Fuente: Elaboración propia.



#### 4.4.4 IDENTIFICAR OPCIONES

Se va a generar una lista de las posibles opciones de vehículos que se están utilizando actualmente para cumplir con los cometidos de un FDC para obuses remolcados. Cabe destacar que en esta lista se incluye el COAAAS-L porque también cumple con las funciones de FDC, aunque no sea usado actualmente para la artillería de campaña. Esta lista se ha obtenido tras la consulta de diferentes fuentes bibliográficas y publicaciones doctrinales:

- PCBON tipo FDC.
- Vehículo ligero Anibal Santana.
- Camión IVECO 7226.
- COAAAS-L.

#### 4.4.5 ANÁLISIS DE CARACTERÍSTICAS OBLIGATORIAS

En este apartado se va a realizar un análisis del cumplimiento de las características obligatorias de las diferentes opciones expuestas en el punto 4.4.4. Para ello, se va a exponer en la tabla 2 en la columna de la izquierda las diferentes características obligatorias y en las sucesivas columnas las opciones del apartado 4.4.4. El análisis se va a realizar según el siguiente criterio:

- Para que una opción sea válida, debe cumplir con las 3 características obligatorias. Si la opción cumple con la característica obligatoria se colocará una X en la casilla correspondiente.
- Electricidad. El vehículo debe disponer de una batería para el funcionamiento del motor y otra para los dispositivos de mando y control.
- Mando y Control. El vehículo debe estar dotado para colocar y permitir el funcionamiento de dichos medios como FDC.
- Movilidad. El vehículo debe ser en base ruedas.

Tabla 2. Características obligatorias. Fuente: Elaboración propia.

CARACTERÍSTICAS OBLIGATORIAS	OPCIONES			
	COAAAS-L	PCBON tipo FDC	IVECO 7226	VEHÍCULO LIGERO
Electricidad	X	X		
Mando y Control	X	X		
Movilidad	X	X	X	X
¿CUMPLE CONDICIÓN?	SI	SI	NO	NO

Tras el análisis de la tabla 2 se puede observar que solo el COAAAS-L y el PCBON tipo FDC son los que cumplen las 3 características obligatorias. Por lo tanto, solo con estas dos opciones se va a seguir desarrollando la toma de decisiones.



#### 4.4.6 ANÁLISIS CARACTERÍSTICAS DESEABLES

Tras haber realizado el análisis de características obligatorias y concretar que solo dos de las 4 opciones cumplen con los criterios antes expuestos en el apartado 4.4.5, se va a analizar el cumplimiento del COAAAS-L y del PCBON tipo FDC de características deseables.

Se van a colocar en la columna de la izquierda las características deseables y en el resto de las columnas las opciones a estudiar. En dichas columnas se añade a la izquierda el peso de cada característica y a la derecha el valor que cumple la opción a estudiar, valorándose del 1 (mínimo) al 10 (máximo). Cada valor se multiplicará por su peso y se hará la suma de cada una de las características, eligiéndose la opción con mayor valor.

Se ha utilizado la tabla 3 como ejemplo de criterios usados para el análisis de características deseables. Cabe destacar que la puntuación se encuentra de mayor (mejor calidad) a menor (peor calidad). Además, se menciona que no se asignará puntuación a casos intermedios. El resto de los criterios están incluidos en el Anexo VI.

Además, se quiere mencionar que el peso de todas las características deseables de la tabla 5 es el que se refleja en la figura 11 y que el valor máximo dado a cada una de estas características en sus respectivos criterios es el máximo de dicho peso. Por ejemplo, la característica “Armamento” (tabla 3) tiene un peso de 9, por lo que su valor máximo es de 9. En la tabla 4 se puede observar otro ejemplo con la característica deseable “Potencia” donde la máxima puntuación es 10, por lo que su valor máximo es 10.

Tabla 3. Criterio “ARMAMENTO” utilizado para análisis de características deseables. Fuente: Elaboración propia

ARMAMENTO	
PUNTUACIÓN	CRITERIO
9	Capacidad para portar lo anterior y misil C/CARRO
8	Capacidad para portar lo anterior y ametralladora 12,7
7	Capacidad para portar lo anterior y ametralladora 7,62
6	Capacidad para portar armamento individual
3	No se puede portar armamento

Tabla 4. Criterio “POTENCIA” utilizado para análisis de características deseables. Fuente: Elaboración propia

POTENCIA	
PUNTUACIÓN	CRITERIO
10	Pendiente mayor o igual a 70º
7	Pendiente mayor o igual a 40º, pero menor de 70º
4	Pendiente menor de 40º



Tras estos criterios, se expresa en la tabla 5 la puntuación obtenida por cada vehículo sobre un máximo de 589 puntos a partir de los pesos ponderadores de cada una de las características deseables y del valor de estas en cada una de las diferentes opciones tratadas tras el análisis de las características obligatorias.

Tabla 5. Proceso de toma de decisiones. Fuente: Elaboración propia.

CARACTERÍSTICAS DESEABLES	COAAAS-L			PCBON tipo FDC		
	PESO	VALOR	PUNTOS	PESO	VALOR	PUNTOS
Potencia	10	10	100	10	10	100
Velocidad	8	8	64	8	8	64
Blindaje	9	6	54	9	6	54
Armamento	9	3	27	9	6	54
Autonomía	9	1	9	9	1	9
Transporte de personal	10	5	50	10	10	100
Transportabilidad del vehículo	7	7	49	7	7	49
Habitáculo	5	2	10	5	5	25
	Total	363		Total	455	

Como conclusión de la tabla 5, al haber obtenido una puntuación de 455 sobre 589 puntos, la opción que se ha escogido a través del método de ponderación de criterios ha sido la del PCBON tipo FDC. Se indica que este vehículo ya está completamente diseñado y cumple con las necesidades y requisitos de un FDC de Grupo, por eso tiene el valor máximo en la mayoría de las características deseables. Las únicas que no tienen valor máximo son: "Blindaje" porque el vehículo solo está carrozado; "Armamento" porque solo se puede portar el armamento individual y "Autonomía" con un consumo de 22l a los 80 km/h.



## 4.5 ANÁLISIS DAFO

Se va a realizar un análisis DAFO (Debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades) con el objetivo de analizar la realidad del vehículo PCBON tipo FDC. Para ello, el DAFO se divide en dos partes [20]:

- Análisis interno: se observa cuál es la situación actual del PCBON tipo FDC a través de las posibles fortalezas y debilidades.
- Análisis externo: Se observan las amenazas y las oportunidades del exterior para superar las amenazas o aprovechar las oportunidades.

A continuación, se van a desarrollar los factores de la figura 12 tras la consulta a un grupo de expertos sobre el DAFO y la importancia de cada factor.

Matriz de factores

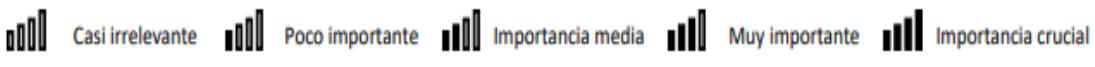
Matriz de factores	
Debilidades	Amenazas
Fortalezas	Oportunidades
<p> Debilidades</p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Vulnerable a interferencias radioeléctricas</li> <li> No dispone de armamento colectivo para autodefensa</li> <li> Es necesario un conductor con carné específico</li> <li> Precio elevado</li> </ul>	<p> Amenazas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Se decida seguir utilizando el vehículo para el nivel batallón/grupo</li> <li> No exista suficiente crédito para tener más vehículos en dotación</li> <li> No haya suficientes conductores con los requisitos necesarios para poder conducir el vehículo</li> </ul>
<p> Fortalezas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Ubicación preestablecida para los medios CIS</li> <li> El vehículo ya está diseñado</li> <li> El personal tiene asientos con cinturón de seguridad</li> <li> El vehículo cumple con los requisitos necesarios de trabajo de un FDC de Grupo</li> </ul>	<p> Oportunidades</p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Nueva normativa ecológica que ayude a disminuir el consumo</li> <li> Aprovechar que el vehículo está diseñado para adaptarlo al FDC de batería</li> <li> Los vehículos FDC actuales dejen de funcionar y se planteen nuevas opciones</li> </ul>
<p>Nivel de Importancia del Factor en el Proyecto</p> 	

Figura 12. Análisis DAFO. Fuente: Elaboración propia.



- Debilidades.
  - “Vulnerable a interferencias radioeléctricas”. Al portar material radioeléctrico puede sufrir algún tipo de interferencias que provoquen la imposibilidad del correcto uso del FDC a pesar de que esté preparado para evitarlas. Como consecuencia, se le ha dado una importancia media.
  - “No dispone de armamento colectivo para autodefensa”. La falta de afustes para poder colocar armamento colectivo tales como ametralladoras ligeras o pesadas para la autodefensa es una debilidad del producto puesto que la defensa inmediata de este vehículo se limita solo al armamento individual de cada persona. Este material además se encuentra continuamente dentro del vehículo, por lo que la defensa puede ser lenta. En la entrevista al Sargento 1º Márquez, que se puede observar en el Anexo IV, un problema para los FDC podría ser la falta de esta clase de armamento. Por estos motivos se le ha asignado una importancia media a esta vulnerabilidad.
  - “Es necesario un conductor con carné específico”. Este vehículo solo puede ser conducido por personal con carné C debido a sus características, siendo una debilidad en caso de que dicho personal se encuentre no disponible para trabajar. Se le ha asignado un nivel de poca importancia porque es improbable que esto ocurra.
  - “Precio elevado”. El precio del vehículo es muy elevado debido a todas las características que tiene pudiendo llegar a ser un problema a la hora de adquirirlo, por eso se ha considerado que es de un nivel muy importante.
- Fortalezas.
  - “El vehículo ya está diseñado”. La principal fortaleza del PCBON tipo FDC es que ya está diseñado, evitando de esta manera los principales fallos explicados en el punto 3.3.2 que presenta el camión IVECO 7226 con los medios CIS y la electricidad. Por otro lado, en caso de que el FDC de Grupo sea destruido, un FDC de batería podría adoptar sus funciones. Además, el hecho de que el vehículo esté ya diseñado favorece a la interoperabilidad entre unidades ya que sería idéntico para las mismas, a diferencia de lo que pasa actualmente en el ET. Por este motivo se le ha asignado a la fortaleza “El vehículo ya está diseñado” de importancia crucial.
  - “Ubicación preestablecida para los medios CIS”. Este vehículo dispone de una ubicación óptima de los medios CIS necesarios para desempeñar su trabajo, por lo que este vehículo está preparado para transmitir información vía datos o por voz. Tiene una importancia media porque se podrían colocar en otro lugar.
  - “El personal dispone de cinturón de seguridad”. Para asegurar la integridad física del personal a bordo del FDC son necesarios cinturones de seguridad. Es por ello por lo que, al tener dicho material, todo el equipo FDC puede ir dentro del PCBON tipo FDC. Como consecuencia se ha designado como muy importante.
  - “El vehículo cumple con los requisitos necesarios de trabajo de FDC de Grupo”. Es un vehículo destinado y preparado para desarrollar las labores de FDC, es decir, es un vehículo que se ha diseñado y fabricado para esa función específica. Por este motivo se considera esta fortaleza como crucial.
- Amenazas.
  - “Se decida seguir utilizando el vehículo para el nivel batallón/grupo”



Actualmente, el PCBON tipo FDC está pensado para ser utilizado por el FDC de Grupo. Si se decide seguir manteniendo esta condición al vehículo, habría que buscar otra alternativa posible, por este motivo la amenaza se ha considerado como muy importante.

- “No haya suficientes conductores con los requisitos necesarios para poder conducir el vehículo”. En el caso de que se dejen de financiar los cursos de conducción para obtener el carné necesario, el PCBON tipo FDC no se pudiera utilizar. Ante la imposibilidad de que esto ocurra, se le ha valorado de importancia media.
- “No exista suficiente crédito para tener más vehículos en dotación”. Si no hay una partida económica donde se autorice la compra de los PCBON tipo FDC, no se puede aumentar la flota de vehículos impidiendo de esta manera el trabajo de los FDC. Por este motivo se le ha asignado como importancia media.
- Oportunidades.
  - “Los vehículos FDC actuales dejen de funcionar y se planteen nuevas opciones”. Si los FDC actuales comienzan a tener demasiados fallos provocando la incapacidad de su uso, se buscaría una alternativa para encontrar una solución al problema, siendo una posible los PCBON tipo FDC.
  - “Nueva normativa ecológica que ayude a disminuir el consumo”. Ante los futuros cambios provocados por el calentamiento global, si se cambia de motor a uno que consuma una menor cantidad de combustible, es posible que la autonomía del vehículo aumente.
  - “Se considere realizar pruebas con dichos vehículos y demostrar que son válidos como FDC de BIA”. Actualmente dichos vehículos, como se ha mencionado antes, son de entidad grupo/batallón. Si se demuestra que este vehículo también puede ser usado para las baterías, todo el proceso ayudaría a la implementación de más de un PCBON tipo FDC.
  - “Aprovechar que el vehículo está diseñado para adaptarlo a FDC de Batería”. El simple hecho de que un vehículo ya esté diseñado facilita la labor en la cadena de montaje, de repuestos y de interoperabilidad.

A partir de los factores anteriormente explicados se han podido sacar una serie de conclusiones del DAFO:

- Actualmente la guerra electrónica está tomando una mayor fuerza en las batallas, tal y como se observa en el siguiente artículo [21], por lo que sería necesario adoptar contramedidas para que el FDC pudiera seguir desempeñando su labor.
- Este vehículo lleva incorporado un grupo electrogénico en su interior y no haría falta llevarlo remolcado, por lo que solo es necesario un conductor con carné tipo C.
- Este vehículo habría que incorporarlo en todas las unidades que tuviesen obuses remolcados y, por lo tanto, sería necesario una gran partida presupuestaria.
- El vehículo ya está diseñado para cumplir con la labor de FDC de Grupo, por lo que incluye todos los requisitos necesarios para poder desempeñar la dirección técnica del tiro y solo sería necesario añadirlo en los módulos de planeamiento y adaptarlos para que se usen a nivel batería.

## 4.6 ANÁLISIS RÁDAR.

Tras haber realizado la jerarquización de requisitos a través de las encuestas y tras haber realizado una toma de decisiones en cuanto al vehículo que mejor cumple con los requisitos y



necesidades de un FDC para obuses remolcados, siendo el PCBON tipo FDC como vehículo seleccionado, se pretende comparar el PCBON tipo FDC con el vehículo que actualmente está usando el GACA XI como FDC. El objetivo de dicha comparación es establecer las bases para un posible diseño de un FDC para obuses remolcados, identificando problemas y ventajas de cada uno de ellos y sacar conclusiones a partir de dicha comparación.

La comparación entre vehículos se hará a través de un gráfico radar donde se muestran datos multivariados de tres o más variables cuantitativas que se reflejan en un eje. El gráfico radar se ha diseñado para mostrar similitudes, diferencias y valores atípicos entre diferentes servicios o elementos de un solo vistazo [22].

Los gráficos radar se utilizan normalmente cuando existen varios elementos a comparar ya que se puede superponer características de diferentes productos en el mismo gráfico o a través de diferentes gráficos. Esto permite visibilizar fácilmente valores atípicos o puntos en común a partir de un área que nace desde un mismo punto.

Los gráficos radar tienen forma de polígono con vértice en los ejes donde se sitúan las puntuaciones bajas en el centro y las puntuaciones altas en la periferia. Cada punto de los datos se traza en un radio que parte del centro del diagrama. Cuando todos los radios han sido representados, se conectan entre sí a partir de líneas rectas para terminar de formar el polígono, mostrando de esta manera los valores atípicos y elementos comunes [23].

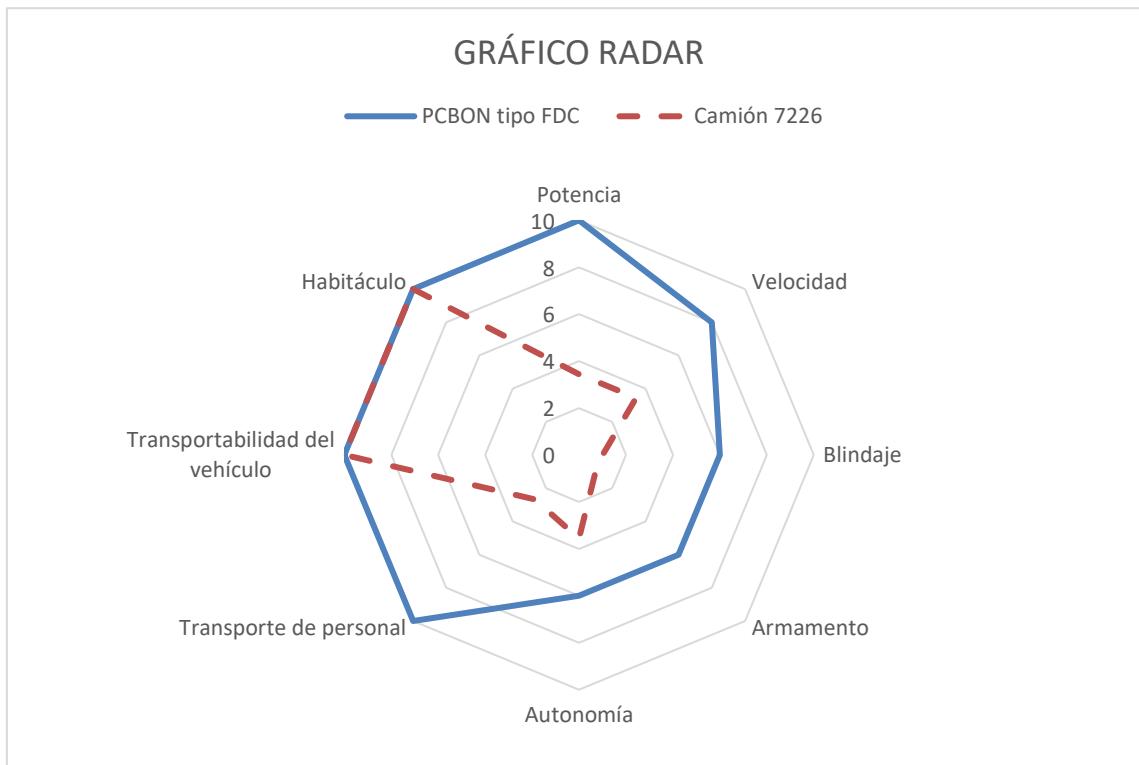


Figura 13. Gráfico radar. Fuente: Elaboración propia1

Tal y como se puede comprobar en la figura 13 el vehículo PCBON tipo FDC presenta mayores prestaciones en comparación con el camión 7226 de IVECO. Principalmente, destacar las diferencias existentes en tema de transporte de personal, donde el PCBON dispone de todas las medidas de seguridad para que todos los integrantes del equipo FDC se puedan desplazar dentro del mismo sin la necesidad de un vehículo adicional. Si que es cierto que el camión 7226 está preparado para el transporte de personal y carga, pero cuando se adapta para que funcione como FDC, según las encuestas a los expertos, este requisito es solo de 2,67 sobre 10.



Otro aspecto a destacar es la capacidad de blindaje, donde el camión 7226 tiene un valor de 1 sobre 10 según los expertos encuestados, a diferencia del PCBON tipo FDC que incluye un 6 sobre 10. Esta discrepancia es porque el personal del FDC que se encuentra en el camión únicamente está protegido por la lona que cubre el camión. Sin embargo el PCBON tipo FDC está carrozado aunque no incluye ningún tipo de blindaje.

Por otro lado, en cuanto a la potencia del vehículo, a pesar de que la ficha técnica del camión 7226 incluye que se pueden superar pendientes longitudinales de hasta un 70%, los expertos consideran que ese valor es bastante inferior situandolo en un 3,44 a diferencia del PCBON tipo FDC que sería de 10 sobre 10.

Sin embargo, cabe destacar la similitud existente entre ambos vehículos en cuanto a las características de habitáculo y de transportabilidad del vehículo. La primera característica indica que en ambos vehículos se puede trabajar cómodamente gracias a una zona definida para cada integrante del equipo FDC; mientras que la segunda expresa que ambos vehículos disponen de una alta movilidad estratégica.



## 5 CONCLUSIONES

Al haber finalizado el análisis de un posible diseño de FDC para obuses remolcados, se han llegado a una serie de conclusiones. La primera, como respuesta al objetivo marcado de **investigar** los estados actuales de los FDC de obuses remolcados en diferentes unidades y en el GACA XI, se ha observado que los vehículos actuales no están dotados de las capacidades suficientes para poder desempeñar su labor de la manera más eficiente y eficaz. Esto es porque los vehículos que actualmente se usan no están preparados para ello, sino que son vehículos diseñados para el transporte de mercancías y personal, como es el caso del GACA XI cuyo FDC se encuentra integrado en un camión IVECO 7226. Por lo tanto, a través de las entrevistas, de la observación directa y de la lectura de diferentes fuentes bibliográficas, se obtienen los principales problemas de los FDC actuales y la necesidad de disponer de un vehículo preparado para cumplir con la dirección técnica del tiro.

En segundo lugar, tras haber descrito los problemas existentes actualmente en los FDC, se plantea **definir** los requisitos y requerimientos necesarios para poder diseñar un vehículo que cubra con todas las expectativas. Para ello se ha encuestado a personal experto en FDC para obuses remolcados, quienes a través de dicha encuesta mostraron su opinión y el grado de importancia que le daban a cada requisito, así como el cumplimiento de dichos requisitos en el FDC del GACA XI.

Tras haber investigado los posibles vehículos que cumplen con la función de FDC para unidades de obuses remolcados y tras haber finalizado las encuestas a un grupo de expertos en el tema para definir los requisitos y su importancia, se necesitaba tomar una decisión sobre el vehículo que mejor cumpla dichos requisitos. Para ello, se ha utilizado el método de **ponderación** de criterios donde el peso ponderado se ha obtenido a partir de los resultados de las encuestas. Finalmente, tras realizar este método, la opción que mejor cumple con las necesidades es el PCBON tipo FDC.

Con la elección del vehículo que mejor cumple con las condiciones de un FDC, se ha realizado un análisis DAFO para saber el estado actual del vehículo. Se ha llegado a la conclusión que, al ser un vehículo que comete con las funciones de FDC de grupo y que está ya diseñado, es una gran referencia para usar como base para un diseño de un FDC de obuses remolcados, siendo el único inconveniente que es un vehículo que se usa para entidad batallón/grupo y está preconcebido para ello.

Tras conocer el estado actual del PCBON tipo FDC, se ha realizado un análisis radar para comparar el grado de cumplimiento entre el vehículo PCBON tipo FDC y el camión 7226 que es el que actualmente se está utilizando en el GACA XI. De esta comparación se afirma la necesidad que presentan los GACA de tener en dotación un vehículo preparado para desempeñar la dirección técnica del tiro.

Además, se quiere tener en cuenta las lecciones aprendidas a medida que se ha ido desarrollando el Trabajo de Fin de Grado. Sobre todo, resaltar la importancia que ha tenido para este proyecto el personal experto de la 1º Batería del GACA XI para obtener información sobre el estado actual de los vehículos que cumplen la función de FDC y así poder definir los requisitos de estos.

Como última conclusión, la finalización de este TFG ha permitido establecer un posible diseño de un FDC para unidades de obuses remolcados tomando como referencia vehículos en dotación dentro del ET, cumpliendo con los requisitos necesarios para poder desempeñar esta función de manera eficiente y eficaz, siendo la base elegida para el diseño el vehículo PCBON tipo FDC.



## 5.1 Líneas futuras

Actualmente la artillería está volviendo a repuntar en el marco internacional, viéndose la necesidad de adaptar, mejorar o cambiar los medios ya existentes en las unidades. Los nuevos avances tecnológicos han provocado que dentro de la propia artillería se lleguen a modificar Normas Operativas (NOP) o Instrucciones Particulares (IP), así como las Tácticas, Técnicas y Procedimientos (TTP,s).

Por ende, en este apartado del proyecto se van a establecer unas líneas futuras que no estaban contempladas en el alcance del proyecto y que si se implementasen haría que la artillería española sea aún más trascendental en el marco nacional e internacional.

El PCBON tipo FDC es un vehículo que solo determinadas unidades lo tienen en dotación, siendo concretamente este tipo de unidades, unidades ligeras. Sin embargo, todas las brigadas tienen al menos una batería sobre ruedas, por lo que sería necesario dotar a este tipo de baterías con dicho FDC. Además, este vehículo, como su propio nombre indica, es de entidad Batallón, por lo que sería necesario llamarlo de otra manera y así poderlo incluir en las distintas baterías. De esta manera, se aprovecharía un vehículo ya diseñado para cumplir con la función de FDC.

Sin embargo, la contrapartida a lo expuesto en el párrafo anterior es que sería necesario la aprobación de un presupuesto para poder disponer de tantos vehículos como baterías sobre ruedas hubiese. Por no decir que, según nuevas IP,s o NOP,s, actualmente se está usando el FDC de sección, por lo que sería un mayor gasto económico al tener cada batería dos secciones, y por ende, la necesidad de disponer de dos PCBON tipo FDC.

Estas líneas futuras se han desarrollado para que en un futuro se puedan llegar a valorar y aplicarlas en las unidades que tengan obuses remolcados en dotación y así poder mejorar la eficacia de dichas unidades.



## 6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Ministerio de Defensa. Ejército de Tierra. Mando de Adiestramiento y Doctrina, *PD4-304 Empleo de la artillería de campaña. Procedimientos operativos de PCART y FSE*. 2018.
- [2] Ministerio de Defensa. Ejército de Tierra. Mando de Adiestramiento y Doctrina, *PD3-315 APOYOS DE FUEGO*. 2015.
- [3] Ministerio de Defensa. Ejército de Tierra. Mando de Adiestramiento y Doctrina, *PD4-318 PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS DE FDC (TOMO I)*. 2011.
- [4] M. Cotorruelo Carrión, «MONOGRAFÍA CAPACIDAD DE APOYO DE FUEGO A NIVEL OPERACIONAL EN LAS GUERRAS ASIMÉTRICAS DEPARTAMENTO DE OPERACIONES», 2012.
- [5] F. J. García Gómez, «EL GRUPO DE ARTILLERÍA DE CAMPAÑA HETEROGRÉNEO», *REVISTA EJÉRCITO*, vol. 941, pp. 30-33, 2019.
- [6] J. Noya, «Del 11-M al 14-M: estrategia yihadista, elecciones generales y opinión pública», *Real Instituto El Cano*, 2004, Accedido: 29 de agosto de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.realinstitutoelcano.org/analisis/del-11-m-al-14-m-estrategia-yihadista-elecciones-generales-y-opinion-publica/>
- [7] J. Hernández Gutiérrez, «CAPÍTULO SEGUNDO INSURGENCIA Y CONTRAINSURGENCIA». Accedido: 4 de octubre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://bibliotecavirtual.defensa.gob.es/BVMDefensa/es/consulta/resultado?ocr.do?id=525&tipoResultado=BIB&posicion=4&forma=ficha>
- [8] D. T. Zabecki, «WHAT WAS THE CONCEPT BEHIND FIRE BASES IN VIETNAM?», *HISTORYNET*, 2023. Accedido: 29 de agosto de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.historynet.com/fire-bases-vietnam/>
- [9] «¿Qué son las guerras híbridas?», Instituto Europeo Campus Stellae. Accedido: 29 de agosto de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://campus-stellae.com/que-son-las-guerras-hibridas/>
- [10] C. Galán, «Amenazas híbridas: nuevas herramientas para viejas aspiraciones», *Real Instituto El Cano*, 2018. Accedido: 29 de agosto de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.realinstitutoelcano.org/documento-de-trabajo/amenazas-hibridas-nuevas-herramientas-para-viejas-aspiraciones/>
- [11] A. Borges, «“Sobreviví Azovstal”: los veteranos de una batalla decisiva cuentan su historia a Euronews», *EURONEWS*, abr. 2023, Accedido: 29 de agosto de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://es.euronews.com/2023/04/20/sobrevivi-azovstal-veteranos-batalla-decisiva-historia-euronews-ucrania-guerra-rusia>
- [12] B. Fernández, «Ucrania: ¿En qué consiste la doctrina Grozni, la estrategia rusa de arrasar las ciudades?», *EL PAÍS*, 2022. Accedido: 29 de agosto de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://elpais.com/videos/2022-04-06/en-que-consiste-la-doctrina-grozni-la-estrategia-rusa-de-arrasar-las-ciudades.html>
- [13] B. Carrasco, «Gral. Torres MACA: “El Ejército considera necesario disponer de artillería autopropulsada sobre ruedas” 1», *INFODEFENSA.COM*, 15 de febrero de 2021. Accedido: 11 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.infodefensa.com/texto-diario/mostrar/3123822/gral-torres-maca-ejercito-considera-necesario-disponer-artilleria-autopropulsada-sobre-ruedas-1>
- [14] F. P. Fernández Mateos, «Artillería Autopropulsada sobre ruedas», *EJÉRCITOS*, 2019, Accedido: 11 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en:



<https://www.revistaejercitos.com/2019/08/10/artilleria-autopropulsada-sobre-ruedas/>

- [15] Ejército de Tierra, Mando de Apoyo Logístico del Ejército, y Jefatura de Ingeniería, «PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS OBJETO ADQUISICIÓN DE PUESTOS DE MANDO DE BATALLÓN/GRUPO SOBRE VAMTAC», 2014.
- [16] Ministerio de Defensa. Ejército de Tierra. Mando de Adiestramiento y Doctrina, *MT6-064 VEHÍCULO SANTANA ANIBAL MILITAR*. 2007.
- [17] Ministerio de Defensa. Ejército de Tierra. Mando de Adiestramiento y Doctrina, *MI6-341 MANUAL DE INSTRUCCIÓN FDC DEL SISTEMA COAAAS-L*. 2008.
- [18] Ministerio de Defensa. Ejército de Tierra. Mando de Adiestramiento y Doctrina, *MT-042 Vehículo VAMTAC ST5 MT-042 PORTA SHELTER S-788 - Plataforma de trabajo Catálogo Ilustrado de Artículos de Abastecimiento*. 2019. [En línea]. Disponible en: [http://madoc.mdef.es:5500/Apli/D\\_BibliotecaVirtual.nsf/InicioWeb](http://madoc.mdef.es:5500/Apli/D_BibliotecaVirtual.nsf/InicioWeb)
- [19] M. Reyes, «METODO DE PONDERACION PARA TOMA DE DECISIONES». Accedido: 24 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/salvador2008/metodo-de-ponderacion-para-toma-de-decisiones>
- [20] Ministerio de Industria Comercio y Turismo, «Herramienta DAFO». Accedido: 26 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://dafo.ipyme.org/Home#&q=en-que-consiste>
- [21] A. L. De Santos, «Rusia desactiva el “efecto HIMARS”: la guerra electrónica reduce la eficacia de las bombas guiadas por GPS en Ucrania», *La Razón*, 6 de julio de 2023. Accedido: 22 de octubre de 2023. [En línea]. Disponible en: [https://www.larazon.es/tecnologia/rusia-desactiva-efectos-himars-guerra-electronica-reduce-eficacia-bombas-guiadas-gps-ucrania\\_2023070664a6e3e441ef3d000146ae52.html](https://www.larazon.es/tecnologia/rusia-desactiva-efectos-himars-guerra-electronica-reduce-eficacia-bombas-guiadas-gps-ucrania_2023070664a6e3e441ef3d000146ae52.html)
- [22] «¿Qué es un gráfico de radar?», Cloud Software Groupe. Accedido: 21 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.tibco.com/es/reference-center/what-is-a-radar-chart>
- [23] C. Ortega, «Gráfica de radar: Qué es, características y cuando utilizarla», 2021. Accedido: 21 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://tudashboard.com/grafica-de-radar/>



## **ANEXOS**



## ANEXO I

### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS CAMIÓN 7226 IVECO

Características técnicas	7226
Potencia	450 CV
Par máximo	1150 Nm a 1200 rpm
Cilindrada	7790 cm <sup>3</sup>
Neumáticos	13.00 R 20
Nº de asientos	2
Masa Máx. autorizada	14.000 kg
Velocidad máxima	90 km/h
Pendiente superable	> 70%
Autonomía	800 km
Capacidad de combustible	280l



## ANEXO II

### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS ANIBAL SANTANA

Características técnicas	Carrozado blindado y 5 puertas	Techo lona
Longitud total	4.759 - 4.819 mm	4.826 mm
Anchura total	1.750 mm	1.750 mm
Altura total	2.050 mm	2.050 mm
Distancia entre ejes	2.768 mm	2.768 mm
Ancho de vía delantera y trasera	1.486 mm	1.486 mm
Distancia al suelo	200 mm	200 mm
Ángulo de entrada	50º	50º
Ángulo de salida	30º	30º
Ángulo de rampa	29º	29º
Inclinación máxima	40º	40º
Pendiente máxima	45º	45º
Profundidad de vadeo máxima	500 mm	500 mm



## ANEXO III

### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS VAMTAC ST5 PORTASHELTER.

Características técnicas	ST5 Portashelter
Potencia	188 CV
Par máximo	410 Nm
Cilindrada	3.200 cm <sup>3</sup>
Neumáticos	37X12.5 R17
Nº de asientos	2
Masa Máx. Autorizada	6.300 kg
Velocidad máxima	115 km/h
Velocidad mínima	3 km/h
Pendiente superable	> 78%
Pendiente lateral	> 50%
Autonomía	500 km
Consumo a 80 km/h	22l/100 km
Capacidad de vadeo	750 mm
Capacidad de combustible	110 l



## Anexo IV

### ENTREVISTAS A PERSONAL ESPECIALIZADO

DATOS PERSONA ENTREVISTADA	
Nombre	Javier Ramos Velázquez
Empleo	Teniente
Responsable	Jefe accidental de la 1º Batería Light Gun
Lugar	Bótoa
Fecha y hora	14/09/2023 a las 09:39
Tiempo en el destino actual	3 años
Destinos previos	Prácticas de mando de alférez en el GACA VII.

#### ASPECTOS GENERALES

##### **¿Cuáles deben ser los principales requisitos de un FDC para obuses remolcados?**

En mi opinión y por la experiencia que tengo, para un FDC lo principal es asegurar las comunicaciones tanto por voz como por datos para que vayan de manera fluida. Esto ayuda a la maniobra y a la decisión del mando para poder así conseguir una mayor eficacia en el cumplimiento de la misión.

#### PERSONAL

##### **¿Dispone del personal suficiente en su batería para poder desarrollar de forma eficaz la dirección técnica del tiro?**

Si. Actualmente, por suerte, con los medios que tenemos de Talos Técnicos y los medios radios vía voz, es suficiente tres personas más un jefe.

##### **¿Dispone en su batería de personal lo suficientemente instruido y adiestrado para poder desarrollar la dirección técnica del tiro?**

Si, sin duda. El FDO tiene las cualidades necesarias para mandar y dirigir el tiro técnico; el jefe de calculadores tiene un gran conocimiento para asesorar al FDO y los operadores que tenemos actualmente también trabajan muy bien. Estoy bastante contento con ellos.

#### OPERACIONES

##### **¿Actualmente hay baterías de obuses remolcados en misiones? De ser así ¿Qué uso se les están dando?**

Hasta donde yo sé, el ejército español no tiene ningún obús remolcado en el exterior y de ejército extranjero, sé que el británico, alemán y estadounidense ha desplegado medios remolcados en misiones.

##### **¿Qué problemas a nivel táctico incluye el no tener un FDC estandarizado para obuses remolcados?**

Principalmente a nivel táctico el no poder seguir la maniobra de las unidades de combate. Es decir, las baterías con medios ruedas están pensadas y diseñadas para apoyar a unidades de maniobras con medios similares tales como VAMTAC, vehículos ligeros o incluso a pie. Entonces, si una brigada no dispone de estos medios, nunca podremos apoyar a dichas



unidades.

**¿Por qué no se podría utilizar un TOA de Mando M-577 como FDC para unidades de obuses remolcados?**

Por lo que hemos hablado antes, no seríamos capaces de ir al mismo ritmo que la unidad de maniobra e iríamos siempre un paso por detrás. El empleo táctico de medios ruedas y cadenas ha de ser diferente.

**¿Las nuevas misiones necesitarán obuses remolcados o con los medios cadena será suficiente? ¿Cuál es la tendencia actual?**

En mi opinión y de cara a la fuerza 2035, que es el objetivo que tiene actualmente el ET, hay que adaptarse a las posibles misiones en el futuro y en dichas misiones considero que los medios ruedas serán esenciales. Por este motivo están diseñando nuevos camiones remolcadores que están llegando actualmente a las unidades. Además, se tiene en mente adquirir en el futuro nuevos medios remolcados o alargar la vida útil de los que tenemos actualmente.

## LOGÍSTICA

**¿Cada cuánto es necesario proporcionarle combustible? ¿Dispone del que necesita?**

En días de paz aquí en España no se dispone de tanto combustible como el que nos gustaría, pero es un punto a favor de los medios rueda en comparación con las cadenas la capacidad de ahorro de combustible.

**¿Cuántos kilómetros se suelen hacer cada vez que están de maniobras?**

Unas maniobras que se apoyan a unidades que se mueven mucho, como la primera batería que apoya al grupo táctico ligero protegido El Tercio “Viejo de Sicilia” siendo una unidad puntera que suele realizar maniobras con mucho movimiento. En una semana en San Gregorio con ellos se le puede hacer a los vehículos fácilmente 600 kilómetros.

**¿Dispone su batería de suficientes radios para establecer las mallas necesarias?**

No. En el futuro se prevé que se dote a la batería con medios PR4G V3 con modalidad Supermut, pudiendo ahorrar radios y asegurar comunicaciones más fluidas.



DATOS PERSONA ENTREVISTADA	
Nombre	Jesús Alberto Márquez Rivera
Empleo	Sargento 1º
Responsable	Jefe de calculadores del FDC
Lugar	Bótoa
Fecha y hora	15/09/2023 a las 13:42
Tiempo en el destino actual	8 meses
Destinos previos	Brigada "Guzmán el Bueno" X

## GENERALIDADES

**¿Usted como FDO considera que alguna parte del FDC se ha quedado obsoleta o no se necesita?**

En principio, el FDC tal y como está montado funciona bien. Ahora, si que es verdad que una parte que se ha quedado obsoleta ha sido el tema radios. Las radios americanas, debido al uso y a los años, dan problemas con el enlace si aumentamos la distancia.

**¿Los FDC deberían tener capacidad de autodefensa? De ser así ¿Se necesitaría armamento colectivo?**

A la hora de la autodefensa, nosotros siempre portamos el armamento individual, pero si que es cierto que llevar armamento colectivo sería más efectivo. El armamento del que se dispondría y estaría bien llevarla sería la MG-42.

**¿Qué medidas de seguridad deben tener el personal del FDC cuando se inicia un desplazamiento?**

A la hora de iniciar los desplazamientos, todas las medidas de seguridad que llevamos a cabo son: chaleco antifragmenos, casco y cinturón de seguridad.

**¿Qué material se necesita para trabajar en el FDC? ¿Se puede conseguir fácilmente?**

Principalmente, el material que se necesita para trabajar en el FDC son las radios y los ordenadores. Además de ese material, también portamos las normas y procedimientos TALOS, caneá, mesa para el caneá, tablas de tiro y gráficas.

**La supervivencia es un aspecto clave para la artillería, y por ende, es necesario mantener una distancia entre piezas y ocultarse con redes miméticas ¿Disponen de material suficiente para el ocultamiento? ¿Suelen utilizar algo más que las redes miméticas?**

Las redes miméticas disponemos de ella y las llevamos siempre. Además, utilizamos la orografía para ocultarnos.

## PERSONAL

**¿Se podrían dar más cometidos al personal dentro del FDC?**

El FDC está compuesto por 4 integrantes. Actualmente estos desarrollan todos los cometidos de manera eficiencia; sin embargo, si una persona cayese, los cometidos tácticos de esa persona lo tendríamos que suplir el resto de las personas.



### **¿Sería necesario aumentar el número de personas dentro del FDC?**

No. Con las 4 personas que formamos el FDC desarrollamos correctamente los cometidos y si se incluyen más personas empezaríamos a estorbarlos unos a otros.

### **¿Qué tipo de carné necesita un conductor de FDC? ¿Cuánto tiempo se tarda en sacarlo? ¿Cada cuánto se marcha un conductor de FDC?**

El carné como mínimo es el C, pero no estaría mal que tuviera el C+E. El tiempo que tarda en sacarse el carné son dos meses, siendo un mes la parte teórica y otro mes la práctica. Por otro lado, el tiempo que tarda en marcharse un conductor depende de las circunstancias de esa persona, pero actualmente suelen marchar a los 3 o 4 años.

## **OPERACIONES**

### **¿Cuántas mallas se necesitan para trabajar en el FDC? ¿Dispone de los medios suficientes?**

En el FDC trabajamos con 2 PR4G V3 para datos, una para TALOS técnico y otra para el táctico. Además, vía voz tenemos 3 mallas que serían 2 V2, una para la malla de mando y tiro y la otra para la malla de info/observación. La tercera malla sería para la interna de la batería, usándose para ella una radio americana.

### **¿Cuánto tiempo tardan en realizar una acción de fuego? ¿Considera que existe alguna forma para que se hiciese más rápido?**

En hacer una acción de fuego, lo que solemos tardar ahora mismo es un tiempo de entre 3 y 4 minutos. Evidentemente se puede hacer más rápido, pero dependería de la instrucción y experiencia del personal.

### **El TALOS Técnico dispone de servicio de mensajería ¿En qué ocasiones se suele utilizar? ¿Qué ventajas y desventajas presenta frente a las radios?**

Se suele utilizar el servicio de mensajería por TALOS Técnico cuando la malla de info/observación está muy saturada. A parte, también lo usamos para ver si tenemos enlace con los FDC correspondiente y con los observadores. La ventaja que dispone la mensajería es que, si quiero mandar un mensaje concreto sin que otra persona lo sepa se puede mandar desde este servicio. Sin embargo, como desventaja me gustaría destacar que se pierde mucho tiempo mientras que vía voz se mandan mensajes más rápido. Además, si la persona a la que se envía el mensaje está ocupada atendiendo una petición, lo mismo no responde.



## ANEXO V

### Encuesta FDC

Esta encuesta, cuyo objetivo es obtener información sobre los principales requisitos que debe tener un FDC para obuses remolcados, se va a realizar para el Trabajo de Fin de Grado: "Diseño de un FDC para unidad de obuses remolcados".

La población que realizará esta encuesta será personal del GACA XI cuyo puesto táctico se desarrolle dentro del FDC. La información personal que se recopilará en la siguiente tabla será anónima y confidencial.

Empleo	
Puesto Táctico	

Las características que se analizarán en la encuesta son las siguientes:

- **Movilidad:** Capacidad del vehículo para desplazarse por diferentes tipos de terreno.
- **Velocidad:** Capacidad para conseguir un rápido desplazamiento entre posiciones.
- **Potencia:** Energía que transfiere el motor por unidad de tiempo.
- **Blindaje:** Protección del vehículo ante fuego de fusilería.
- **Armamento:** De carácter colectivo para la autodefensa.
- **Autonomía:** Cantidad de kilómetros que el vehículo puede realizar sin que haya apoyo logístico.
- **Mando y control:** Capacidad del vehículo para portar radios y portátiles para trabajar mediante fonía y datos y utilizar el sistema TALOS, respectivamente.
- **Electricidad:** Corriente continua de 220V para poder emplear los sistemas de mando y control.
- **Transporte de personal:** Seguridad de los tripulantes del vehículo ante los desplazamientos y la disponibilidad del número de plazas necesarias para el correcto funcionamiento del FDC.
- **Transportabilidad del vehículo:** Capacidad del vehículo para que sea aerotransportado y se pueda lanzar en paracaídas.
- **Habitáculo:** Lugar donde se desempeña el trabajo de manera cómoda y con el tamaño suficiente para colocar accesorios y manuales.

En la siguiente tabla, en la columna de "Valor", deberá dar una valoración sobre la importancia que tenga en un FDC para obuses remolcados cada una de las características antes mencionadas, siendo **1** poca importancia y **10** mucha importancia.

Se ha decidido añadir una columna llamada "Observación" para comprobar cuál es el grado de cumplimiento del actual vehículo que está utilizando el GACA XI como FDC en las diferentes características.



CARACTERÍSTICAS	VALOR	OBSERVACIÓN
Movilidad		
Velocidad		
Potencia		
Blindaje		
Armamento		
Autonomía		
Mando y Control		
Electricidad		
Transporte de personal		
Transportabilidad del vehículo		
Habitáculo		

A continuación, se van a redactar una serie de preguntas cuya respuesta será asignando valores del 1 al 5, siendo 1 totalmente desacuerdo y 5 completamente de acuerdo. Las preguntas que se marcan son las siguientes:

- **Pregunta 1.** ¿Es fundamental que el vehículo sea en base ruedas?
- **Pregunta 2.** ¿Es preferible que el FDC posea cierto blindaje a que tenga armamento colectivo para autodefensa?
- **Pregunta 3.** ¿Es necesario que el FDC tenga la misma autonomía que las bocas de fuego?
- **Pregunta 4.** ¿Suelen hacer en ejercicios de instrucción y adiestramiento desplazamientos a grandes velocidades?
- **Pregunta 5.** ¿Ha tenido usted algún tipo de accidente en un desplazamiento donde su integridad física se ha visto afectada?
- **Pregunta 6.** En caso afirmativo de la pregunta 5. ¿Disponía de los medios necesarios para evitarlo?
- **Pregunta 7.** ¿Se suelen desplazar dentro del habitáculo o suelen estar en un sitio fijos?
- **Pregunta 8.** ¿Los obuses remolcados tienen una gran movilidad estratégica?



## ANEXO VI

### Criterios de ponderación de características deseables.

A continuación, se relaciona los diferentes criterios utilizados para puntuar a cada uno de los vehículos seleccionados para la toma de decisiones. Esta puntuación sale reflejada de mayor (mejor considerada) a menor (peor considerada). Cabe destacar que no se ha asignado puntuaciones a casos intermedios.

POTENCIA	
PUNTUACIÓN	CRITERIO
10	Pendiente mayor o igual a 70º
7	Pendiente mayor o igual a 40º, pero menor de 70º
4	Pendiente menor de 40º

VELOCIDAD	
PUNTUACIÓN	CRITERIO
8	Igual o mayor a 100 km/h
6	Menor de 100 km/h, pero mayor de 70 km/h
3	Igual o menor de 70 km/h

BLINDAJE	
PUNTUACIÓN	CRITERIO
9	Si posee blindaje
6	Si el vehículo es carrozado
3	Si el vehículo es de lona

AUTONOMÍA	
PUNTUACIÓN	CRITERIO
9	Consumo menor a 10l
6	Consumo menor a 15l, pero mayor a 10l
4	Consumo menor a 20 l, pero superior a 15l
1	Consumo superior a 20l

ARMAMENTO	
PUNTUACIÓN	CRITERIO
9	Capacidad para portar lo anterior y misil C/CARRO
8	Capacidad para portar lo anterior y ametralladora 12,7
7	Capacidad para portar lo anterior y ametralladora 7,62
6	Capacidad para portar armamento individual
3	No se puede portar armamento



TRANSPORTE DE PERSONAL	
PUNTUACIÓN	CRITERIO
10	Todo el personal, su equipo de combate y una camilla
9	Todo el personal y su equipo de combate
8	Todo el personal
7	Todo el personal, conductor integrante del FDC
6	Todo el personal, conductor y copiloto integrantes del FDC
5	No puede ir al completo el equipo FDC en el vehículo

HABITÁCULO	
PUNTUACIÓN	CRITERIO
5	Permite el trabajo de manera completamente adecuada
2	No permite el trabajo de manera completamente adecuada

TRANSPORTABILIDAD DEL VEHÍCULO	
PUNTUACIÓN	CRITERIO
7	Se puede transportar en un avión
2	No se puede transportar en un avión