



**Universidad**  
Zaragoza

## Trabajo Fin de Grado

# ADAPTACIÓN DEL VEHÍCULO DE ALTA MOVILIDAD TÁCTICA NETON AL AMBIENTE C-IED.

DAC de Ingenieros Dña. Teresa Sánchez Ávila

Director académico: Teniente Coronel de Caballería D. Carlos Luis Ruiz López

Director militar: Capitán de Infantería D. Miguel Ivorra Ferrer

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar

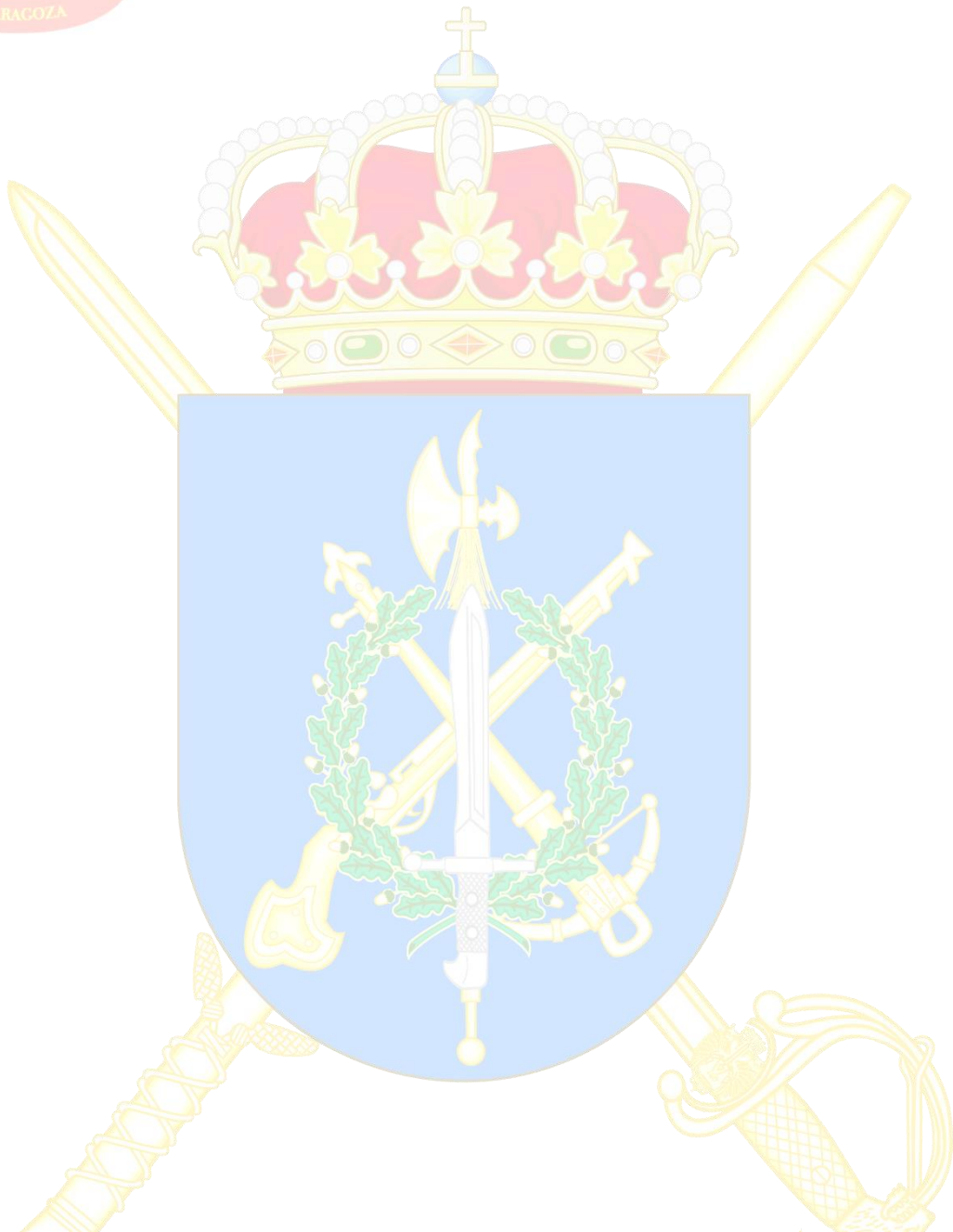
2022





*“Los Ingenieros no necesitan que yo les rinda tributo,  
su recompensa yace en la gloria de sus logros.  
Cuanto más intervenga la ciencia en el arte de la guerra,  
más necesidad de Ingenieros tendrán los ejércitos en campaña;  
en la última guerra, nunca hubieron, en momento alguno,  
zapadores suficientes.”*

*(Mariscal Bernard Law Montgomery)*





PÁGINA INTENCIONADAMENTE EN BLANCO



## Agradecimientos

Me gustaría mencionar a mis tutores el Teniente Coronel D. Carlos Luis Ruiz López y el Capitán D. Miguel Ivorra Ferrer, por la ayuda recibida para la realización del Trabajo Fin de Grado, agradeciendo su entera disposición desde el inicio del proyecto, así como su constante apoyo y dedicación.

En segundo lugar, agradecer también a todos los miembros del Equipo Operativo 97 de la XIX BOEL el trato recibido durante las prácticas externas, así como su contribución a la realización de la memoria y a mi formación.



PÁGINA INTENCIONADAMENTE EN BLANCO



## RESUMEN

Con la reciente propuesta de adaptación de nuestras Fuerzas Armadas bajo el plan 'Fuerza 2035' para dotar a las unidades de nuevas capacidades, así como el nuevo escenario al que se enfrenta el Ejército de Tierra y particularmente el Mando de Operaciones Especiales en la zona del Sahel, se ha adquirido el nuevo vehículo de alta movilidad táctica modelo Neton para dar respuesta a esta cuestión.

El Neton es utilizado por las unidades de operaciones especiales para realizar acciones directas, reconocimientos especiales y asistencia militar cuando estas requieren de una alta movilidad táctica. Este vehículo no se ha implementado con la finalidad de moverse en un ambiente de amenaza de artefactos explosivos, pero no le exime de encontrarse desplegado en un escenario con presencia de dichos artefactos.

Su alta vulnerabilidad, dado que no es un vehículo preparado para esto, es objeto de estudio de la presente memoria. En esta, se desarrolla un análisis de los artefactos explosivos improvisados para conocer las amenazas a las que podría enfrentarse el vehículo, así como el estudio de las capacidades tácticas y limitaciones de este. Con esta información, se proponen tres alternativas como solución sin alterar sus capacidades de alta movilidad táctica. A las tres soluciones se les ha añadido un elemento en común e indispensable, los inhibidores, complementados de la integración de un equipo cinológico, la optimización de la cámara térmica actual del Neton o la dotación de los equipos con detectores.

Para llevar a cabo este análisis, se han empleado técnicas cualitativas y cuantitativas aprendidas durante el Grado de Ingeniería de Organización Industrial, perfil defensa. Las líneas de acción planteadas como solución han sido evaluadas a través del proceso analítico jerárquico (AHP), siguiendo el criterio de los expertos, con el fin de obtener la solución óptima para la cuestión. De este proceso se obtuvo como solución ganadora la integración en el vehículo de un equipo cinológico. Con los resultados obtenidos de esta metodología, se ha efectuado un análisis de debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades, no solo para reforzar la solución sino también para determinar los posibles inconvenientes que puede presentar y las futuras líneas de trabajo. Para finalizar, se han redactado una serie de conclusiones a las que se ha llegado durante todo el proceso.

### **PALABRAS CLAVE**

Mando de Operaciones Especiales. Vehículo ligero de alta movilidad táctica Neton. Artefacto explosivo improvisado. Proceso de análisis jerárquico.



PÁGINA INTENCIONADAMENTE EN BLANCO



## **ABSTRACT**

With the recent proposal to adapt our Armed Forces under the 'Force 2035' plan to provide units with new capabilities, as well as the new scenario faced by the Army and particularly the Special Operations Command in the Sahel zone, the new Neton model vehicle has been acquired to respond this issue.

The Neton is used by special operations units for direct actions, special reconnaissance and military assistance when these require a high tactical mobility. This vehicle has not been implemented with the purpose of moving in an environment threatened by explosive devices, but it does not exempt it from being deployed in a situation with the presence of this devices.

Its high vulnerability, due to it is not a vehicle prepared for this purpose, is the subject of this report. In this project an analysis of improvised explosive devices is developed in order to know the threats that the vehicle could face, as well as the study of its tactical capabilities and limitations. With this information, there are three alternatives proposed as a solution that might not disturb the high tactical mobility capabilities of the vehicle. A common and indispensable element has been added to the three solutions, the inhibitors, complemented by the integration of a cynological team, the optimization of the current thermal camera of the Neton or providing the operational detachment alpha with detectors.

In order to carry out this analysis, qualitative and quantitative techniques learned during the Industrial Organization Engineering Degree, defense profile, have been used. The lines of action proposed as solutions have been evaluated through the analytic hierarchy process (AHP), following the knowledge of the experts, in order to obtain the optimal solution for the issue. From this process, the integration of a cynological team for the vehicle was achieved as the winner solution. With the results obtained from this methodology, an analysis of weaknesses, threats, strengths and opportunities has been carried out. This analysis is not only to support the solution but also to determine the possible drawbacks that it may present and the future lines of work. To summarize, some conclusions reached throughout the process have been drawn up.

### **KEYWORDS**

Special Operations Command. Light combat tactical all-terrain vehicle. Improvised Explosive Device. Analytic hierarchy process (AHP).



PÁGINA INTENCIONADAMENTE EN BLANCO



# INDICE DE CONTENIDO

<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>III</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>V</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>VII</b>
<b>INDICE DE CONTENIDO .....</b>	<b>IX</b>
<b>INDICE DE ILUSTRACIONES.....</b>	<b>XI</b>
<b>INDICE DE TABLAS .....</b>	<b>XIII</b>
<b>ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS.....</b>	<b>XV</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>2</b>
1.1. Contexto.....	2
1.2. Ámbito de aplicación.....	3
1.3. Estructura de la memoria.....	4
<b>2. OBJETIVOS Y ALCANCE .....</b>	<b>4</b>
<b>3. METODOLOGÍA.....</b>	<b>5</b>
3.1. Planificación del proyecto. ....	5
3.1.1. Diagrama de Gantt .....	5
3.1.2. Project Charter.....	5
3.1.3. Análisis de Riesgos .....	5
3.2. Revisión bibliográfica.....	6
3.3. Encuestas .....	6
3.4. Observación directa .....	6
3.5. Grupo de expertos .....	6
3.6. Metodología AHP .....	7
3.7. Análisis DAFO.....	9
<b>4. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>10</b>
4.1. Mando de Operaciones Especiales .....	10
4.1.1. Orgánica del MOE .....	11
4.1.2. Vehículos en plantilla del MOE.....	12
4.2. Artefactos explosivos improvisados.....	14
4.2.1. Clasificación de los IED .....	16
4.3. Medidas C-IED.....	21
4.3.1. Inhibidores .....	21
4.3.2. Equipos cinológicos en la búsqueda de IEDs. ....	22



4.3.3.	Tácticas técnicas y procedimientos.....	23
<b>5.</b>	<b>DESARROLLO: ANÁLISIS Y RESULTADOS .....</b>	<b>23</b>
5.1.	Resultados obtenidos en la planificación del proyecto.....	23
5.1.1.	Diagrama de Gantt .....	23
5.1.2.	Project Charter.....	24
5.1.3.	Análisis de riesgos.....	24
5.2.	Análisis de las encuestas con el grupo de expertos.....	25
5.3.	Resultados de la observación directa.....	27
5.4.	Resultados de la metodología AHP .....	29
5.4.1.	Etapa 1: Formulación del problema.....	30
5.4.2.	Etapa 2: Evaluación de los criterios de valoración.....	32
5.4.3.	Etapa 3: Evaluación de las alternativas.....	34
5.4.4.	Etapa 4: Jerarquización de las alternativas.....	35
5.5.	Análisis DAFO.....	37
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>39</b>
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>40</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>42</b>



## INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.- Fuerza 35 Fuente: Ministerio de Defensa .....	2
Ilustración 2.- CH 47 Chinook con un Neton a la eslinga Fuente: Página Web Defensa .....	3
Ilustración 3.- Incidente IED en Afganistán Fuente: Página web “Action on Armed Violence” .....	3
Ilustración 4.- Representación gráfica de las fases de la metodología AHP Fuente: Imagen cedida por el Teniente Coronel Carlos Ruiz López.....	8
Ilustración 5.- Menú principal Software Ayudas a la Decisión .....	9
Ilustración 6.- Matriz de análisis DAFO Fuente: Página Web DIRCOMFIDENCIAL .....	10
Ilustración 7.- Misiones internacionales activas del ET Fuente: Ministerio de Defensa .....	10
Ilustración 8.- Organigrama MOE Fuente: Elaboración propia .....	11
Ilustración 9.- VMOE durante el ejercicio Empecinado en San Gregorio 2019 Fuente: Página Web Defensa.....	12
Ilustración 10.- VAMTAC BN3 en el acuartelamiento del MOE antes del ejercicio “Mobility” en San Gregorio Fuente: Página Web Info Defensa.....	12
Ilustración 11.- VLOE Neton durante unas jornadas de instrucción en alta movilidad en Alicante Fuente: Elaboración propia .....	13
Ilustración 12.- Baterías encontradas en Zona de Operaciones Fuente: Imagen cedida por el Comandante Jefe del área de Ingenieros .....	14
Ilustración 13.- Garrafa de plástico utilizada como elemento contenedor de un IED real Fuente: Imagen cedida por el Comandante Jefe del área de Ingenieros .....	15
Ilustración 14.- Componentes de un IED Fuente: Elaboración propia.....	16
Ilustración 15.- Esquema básico de un IED activado por radio control Fuente: Elaboración propia.....	16
Ilustración 16.- Ejemplo real de un RCIED Fuente: Imagen cedida por el Comandante Jefe del área de Ingenieros .....	17
Ilustración 17.- Plato de presión encontrado en Zona de Operaciones Fuente: Imagen cedida por el Comandante Jefe del área de Ingenieros .....	17
Ilustración 18.- Esquema de los elementos del plato de presión Fuente: Elaboración propia ...	18
Ilustración 19.- Esquema de funcionamiento del plato de presión Fuente: Elaboración propia .	18
Ilustración 20.- Motocicleta cargada con artefactos explosivos Fuente: Página web CAT UXO	19



Ilustración 21.- Imagen real de incidente IED en Zona de Operaciones Fuente: Imagen cedida por el Comandante Jefe del área de Ingenieros .....	20
Ilustración 22.- Esquema de funcionamiento de un inhibidor Fuente: PD3-305.....	22
Ilustración 23.- Diagrama de Gantt Fuente: Elaboración propia .....	24
Ilustración 24.- Matriz de análisis riesgos del proyecto Fuente: Elaboración propia .....	25
Ilustración 25.- Gráfico pregunta nº5 Fuente: Elaboración propia .....	26
Ilustración 26.- Gráfico pregunta nº6 Fuente: Elaboración propia .....	26
Ilustración 27.- Gráfico pregunta nº11 Fuente: Elaboración propia .....	26
Ilustración 28.- Muestra del trozo de cordón detonante enterrado Fuente: Elaboración propia.	28
Ilustración 29.- Zero marcando tras haber realizado el reconocimiento Fuente: Elaboración propia.....	28
Ilustración 30.- Cámara térmica instalada en la parte frontal del Neton Fuente: Elaboración propia.....	29
Ilustración 31.- Práctica con cámara térmica. Izquierda: Elemento enterrado. Derecha: Imagen obtenida Fuente: Elaboración propia .....	29
Ilustración 32.- Recordatorio de las fases del método Fuente: Imagen cedida por el Teniente Coronel Carlos Ruiz López .....	30
Ilustración 33.- Equipo K9 del MOE Fuente: Imagen cedida por el jefe de equipo K9 .....	30
Ilustración 34.- Imagen con cámara térmica Neton Fuente: Elaboración propia .....	31
Ilustración 35.- Reconocimiento de ruta con detectores Fuente: Elaboración propia .....	31
Ilustración 36.- Esquema de la 1ª Etapa: Formulación del Problema Fuente: Elaboración propia .....	32
Ilustración 37.- Representación gráfica de equipo cinológico bajo protección del radio de inhibición Fuente: Elaboración propia .....	37



## INDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Método de Saaty .....	33
Tabla 2.- Matriz de evaluación de los criterios Fuente: Elaboración propia .....	33
Tabla 3.- Matrices de evaluación de subcriterios Fuente: Elaboración propia .....	34
Tabla 4.- Matrices de evaluación de alternativas Fuente: Elaboración propia .....	35
Tabla 5.- Matriz de decisión Fuente: Elaboración propia.....	36
Tabla 6.- Matriz DAFO Fuente: Elaboración propia .....	38



PÁGINA INTENCIONADAMENTE EN BLANCO



## **ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS**

ACLOG – Academia Logística  
AGM – Academia General Militar  
AHP – Analytic Hierarchy Process (Proceso Analítico Jerárquico)  
BOEL – Bandera de Operaciones Especiales de la Legión  
C-IED – Contra IED  
CWIED – Command wire IED (IED accionado por cable)  
DAFO – Debilidades Amenazas Fortalezas Oportunidades  
DME – Detectores de Minas y Explosivos  
ECIDEF – Escuela Cinológica de la Defensa  
EM – Electromagnéticas  
EO – Equipo Operativo  
ET – Ejército de Tierra  
GOE – Grupo de Operaciones Especiales  
IED – Improvised Explosive Device (Artefacto explosivo improvisado)  
MADOC – Mando de Adiestramiento y Doctrina  
MOE – Mando de Operaciones Especiales  
NOP – Norma Operativa Particular  
OSINT – Open Source Intelligence  
PD – Publicación Doctrinal  
RCIED – Radio Controlled IED (IED accionado por Radio Control)  
TTP – Tácticas Técnicas y Procedimientos  
VLOE – Vehículo Ligero de Operaciones Especiales  
VMOE – Vehículo Medio de Operaciones Especiales



PÁGINA INTENCIONADAMENTE EN BLANCO



# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Contexto

El Ejército de Tierra, con el objetivo de mantener unas Fuerzas Armadas preparadas y eficaces para el combate actual y su evolución, propuso un plan denominado “Fuerza 2035”.

Este concepto surge de la necesidad de adaptación de nuestro ejército al acelerado desarrollo tecnológico el cual está cambiando el carácter de la guerra tal y como la conocemos. “La «Fuerza 35» es, por tanto, un proyecto a largo plazo de transformación de las fuerzas terrestres del Ejército de Tierra”, según el Ministerio de Defensa.



*Ilustración 1.- Fuerza 35  
Fuente: Ministerio de Defensa*

Este plan, pretende dotar a las brigadas de nuevas capacidades para llevar a cabo las funciones de combate<sup>1</sup>. Entre estas nuevas capacidades está la reciente incorporación del Vehículo Ligero de Operaciones Especiales (VLOE) modelo Neton, a las unidades de operaciones especiales.

El VLOE Neton es un vehículo de alta movilidad táctica con gran capacidad todoterreno y de superación de obstáculos. Esta capacidad le permite moverse evitando las rutas principales y las zonas con pasos obligados. Tiene una gran potencia de fuego ya que cuenta con varios afustes para el armamento y cuenta con una excelente autonomía, lo que permite realizar desplazamientos de varias jornadas sin necesidad de reabastecimiento.

---

<sup>1</sup> Función de combate: Herramienta conceptual para relacionar, agrupar, describir y coordinar las acciones de las fuerzas terrestres, que facilita el planeamiento y la ejecución de las operaciones, además de la instrucción y del adiestramiento de las unidades en el nivel táctico



*Ilustración 2.- CH 47 Chinook con un Neton a la eslinga  
Fuente: Página Web Defensa*

La situación actual es la de un vehículo que no tiene medios pasivos ni activos de seguridad en un escenario con presencia de amenaza de artefactos explosivos improvisados (IED). Pese a que el vehículo no está pensado para realizar acciones en un escenario en el que se conoce una alta probabilidad de ataque IED, su vulnerabilidad ante un ataque de este tipo así como la búsqueda de aumentar la capacidad Contra IED (C-IED) en todos los niveles, es objeto de estudio para una posible adaptación o modificación del vehículo. Se pretende estudiar la posibilidad de adaptación sin alterar sus capacidades de alta movilidad táctica.



*Ilustración 3.- Incidente IED en Afganistán  
Fuente: Página web "Action on Armed Violence"*

## **1.2.      Ámbito de aplicación**

Las unidades del Mando de Operaciones Especiales (MOE), son requeridas para llevar a cabo operaciones que requieren de procedimientos específicos para conseguir objetivos



estratégicos, operacionales y tácticos. Dado que este tipo de misiones no son realizadas por unidades convencionales, en la actualidad, el MOE es la única unidad que tiene en dotación estos vehículos, y por lo tanto, el ámbito de aplicación de la memoria.

El MOE cuenta actualmente con 24 vehículos Neton, 6 vehículos por GOE, para los equipos de movilidad y 6 de nivel para instrucción del resto de equipos y colaboraciones.

El Trabajo Fin de Grado fue propuesto por el Equipo Operativo 97 de la XIX Bandera de Operaciones Especiales de la Legión, unidad donde se han realizado las prácticas externas.

### 1.3. Estructura de la memoria

El trabajo se estructura en los seis capítulos expuestos a continuación.

El primer capítulo, en el que se encuentra el presente apartado, consiste en una introducción a la memoria. Este punto pretende presentar al lector el tema que se va a desarrollar, aportándole una visión general para la comprensión del trabajo.

En el segundo capítulo, se exponen los objetivos propuestos así como el alcance del trabajo.

En el tercer capítulo, se presenta la metodología que se va a utilizar para la realización de la memoria así como una breve descripción para explicar en qué consiste cada una de ellas.

En el cuarto capítulo, se realizará una síntesis teórica sobre los aspectos en los que se fundamenta la memoria.

En el quinto capítulo se aplicará y desarrollará la metodología presentada en el tercer capítulo, obteniendo de ella una serie de resultados los cuales se han analizado.

El sexto capítulo contiene las conclusiones que se han obtenido de los objetivos propuestos para la realización de la memoria.

Por último se encuentran la bibliografía y los anexos que contienen información complementaria a la memoria.

## 2. OBJETIVOS Y ALCANCE

La realización de este trabajo tiene como objetivo principal desarrollar el estudio de posibilidad de adaptación del vehículo Neton al C-IED, así como encontrar posibles soluciones al problema tratado en la introducción.

Para llegar al objetivo general, es necesario plantear e ir alcanzando una serie de objetivos específicos, siendo estos los expuestos a continuación:

- **Conocer** la amenaza a la que se podría enfrentar el vehículo.
- **Determinar** las capacidades tácticas y limitaciones del vehículo.
- **Plantear** las posibles soluciones.
- **Analizar** ventajas y desventajas de las soluciones propuestas.
- **Comparar** las posibles soluciones obtenidas en el apartado anterior.
- **Justificar** la solución obtenida.



El alcance del trabajo es determinar si es factible la adaptación del vehículo a esta amenaza así como encontrar una solución al problema.

## 3. METODOLOGÍA

Para la realización de la memoria, se van a utilizar distintas herramientas para alcanzar el objetivo del proyecto.

Comenzará con una primera etapa de organización y planificación del proyecto. La planificación temporal es un hito fundamental para cumplir el requisito de finalización del trabajo antes de la incorporación a la Academia de Ingenieros. Se utilizarán herramientas vistas durante el grado como el Project Charter y el Diagrama de Gantt.

En la segunda etapa, primarán el uso de métodos cualitativos. Estos métodos serán: revisión de las fuentes bibliográficas, investigación, observación directa, grupo de expertos. Además, se añadirá lo obtenido de encuestas realizadas a personal experto como método cuantitativo.

Por último, se aplicará del método analítico AHP (*Analytic Hierarchy Process*) para comparar y elegir la opción más favorable que cumpla el objetivo del proyecto y se realizará el análisis de debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades (DAFO) de la solución propuesta.

### 3.1. Planificación del proyecto.

#### 3.1.1. Diagrama de Gantt

Se utilizará el diagrama de Gantt como herramienta para planificar el proyecto con el fin de proporcionar una vista general de las tareas programadas y de qué tareas tienen que completarse y en qué fecha.

El uso de esta herramienta en la realización de la memoria tiene como finalidad facilitar al autor llevar una buena organización durante la elaboración de la misma al tener los hitos con sus plazos representados gráficamente.

Tras definir las etapas en las que se dividirá el proyecto, se obtendrá la planificación en un esquema, permitiendo ver cuando comienza y finaliza cada hito así como si se deben realizar en simultáneo.

#### 3.1.2. Project Charter

La utilización de esta herramienta al comienzo del proyecto se ha hecho con el objetivo de tener una planificación temporal a seguir durante la realización de la memoria.

Esta herramienta incluye una descripción general del proyecto indicando los hitos principales del trabajo, así como la existencia de los posibles riesgos y actores que participan en este.

#### 3.1.3. Análisis de Riesgos

Cómo última herramienta de este punto, se realizará un análisis de los riesgos obtenidos en la realización del Project Charter.



## 3.2. Revisión bibliográfica

Para centralizar toda la información necesaria para la elaboración de la memoria, ha sido necesario recurrir a distintas fuentes bibliográficas, como las que se exponen a continuación:

- Manuales
  - Manual técnico del ET. Vehículo ligero de operaciones especiales (VLOE). Modelo: Neton.
  - Manual del MADOC: PD3-314 C-IED
  - Manual del MADOC: PD4-019 EXPLOTACIÓN C-IED NIVEL 1 (WIT)
  - Manuales de área: Mali, Afganistán, Iraq y Letonia
- Trabajos de fin de grado de años anteriores del arma de Ingenieros.
- Normas Operativas Particulares de movilidad (NOPs)
- Fuentes documentales en Intranet
- Artículos de investigación
- Revistas técnicas

## 3.3. Encuestas

Otra herramienta de obtención de información para la realización de la memoria, han sido las encuestas y entrevistas. Esta herramienta no se ha utilizado solo como medio informativo sino también para conocer la opinión del personal con más experiencia y conocimientos.

El personal seleccionado para realizar las encuestas han sido los cuadros de mando de los equipos operativos de la XIX BOEL así como el personal con más experiencia en alta movilidad táctica, vehículos, IED y TTP (Tácticas, técnicas y procedimientos) del MOE, además de los grupos de expertos.

## 3.4. Observación directa

Se ha incluido la observación directa como metodología ya que durante el periodo de prácticas externas ha sido posible acudir a distintos ejercicios de instrucción y adiestramiento con el Equipo Operativo 97 de la XIX BOEL, con el fin de conocer los medios y materiales y obtener propuestas de solución al problema.

Se realizó una semana específica de instrucción y adiestramiento con el Neton para conocer la plataforma y los procedimientos de alta movilidad, las capacidades del vehículo en dichos procedimientos así como sus limitaciones. También se pudo realizar una práctica con la cámara térmica que integra el vehículo. En otro ámbito, también se formó parte de jornadas en instrucción del equipo cinológico tanto en intervención como en C-IED enfocado a las posibles nuevas adaptaciones del vehículo Neton.

## 3.5. Grupo de expertos

El conjunto de expertos se compone de un total de 4 personas, que han sido divididos en



dos grupos, uno de perfil generalista, sobre el que se obtendrá la información de los vehículos de alta movilidad así como de explosivos, y otro de perfil más técnico especializado en los equipos cinológicos.

Para la realización de la memoria ha sido fundamental contar con personal experto en las diferentes áreas de conocimiento que aborda el trabajo. Han sido entrevistados periódicamente con el propósito de resolver las diferentes cuestiones que iban surgiendo. Además, son una fuente de información fiable y actualizada debido a su alta preparación en cada una de sus especialidades.

El grupo de expertos 1 está formado por:

- Capitán jefe del EO97 de capacidades avanzadas.
- Teniente del arma de ingenieros jefe de equipo básico de movilidad.
- Sargento jefe del núcleo de instrucción de movilidad de operaciones especiales.

El grupo de expertos 2 está formado por:

- Brigada jefe de unidad K9<sup>2</sup>.
- Puesto táctico de óptica del EO 97

### 3.6. Metodología AHP

El Proceso de Análisis Jerárquico o metodología AHP por sus siglas en inglés, fue desarrollado por el doctor en matemáticas por la universidad de Yale Dr. Thomas L. Saaty en los años 70. (Saaty, 2008)

Saaty desarrolló el proceso basándose en el trabajo que había desempeñado en el Departamento de Control de Armas de los Estados Unidos y en la Agencia de Desarme, teniendo como objetivo desarrollar una metodología fiable y válida para la evaluación y ordenación de alternativas en función de criterios y subcriterios (Ramos del Pozo, 2022). En resumen, esta herramienta descompone un problema y luego une todas las soluciones de los subproblemas en una conclusión (Saaty y Wiley, 1980).

Esta herramienta muestra un enfoque sintético del problema permitiendo representarlo de manera completa y concisa. Emplea un modelo jerárquico que representa el problema mediante la elección de objetivos, criterios, subcriterios y alternativas. Con la ponderación de la importancia de los elementos asignando los pesos correspondientes, prioriza las alternativas según los criterios y subcriterios establecidos y tras una comparación binaria entre los elementos llega a una solución (Ramos del Pozo, 2022).

El método tiene en cuenta aspectos cualitativos y cuantitativos para la elección entre las diferentes alternativas, siendo esto una de sus principales ventajas frente a otras herramientas que no tienen en cuenta los aspectos cualitativos. El análisis realizado (Hurtado y Bruno, 2005) aporta otras ventajas como:

---

<sup>2</sup> K9: (*canine* en inglés) hace referencia a unidades de especialidades caninas policiales o militares



- Facilidad de uso
- Descomposición del problema en partes
- Escala común de valoración
- Base matemática
- Permite la participación de diferentes personas
- Se puede complementar con otros métodos de apoyo de ayuda a la decisión

Debido a lo expuesto, se concluye que el método AHP es un método apropiado de apoyo a la toma de decisiones a la hora de elegir entre distintas teniendo en cuenta la advertencia mencionada por (Zanazzi, 2003), en referencia a que si el diseño de la estructura jerárquica del proceso está mal diseñada, puede causar errores en los resultados, por tanto, es necesario la correcta formulación del problema.

La metodología AHP se divide en cuatro etapas, que serán desarrolladas en el punto 4.2

1. Formulación del problema
2. Evaluación de los criterios de valoración
3. Evaluación de las alternativas
4. Jerarquización

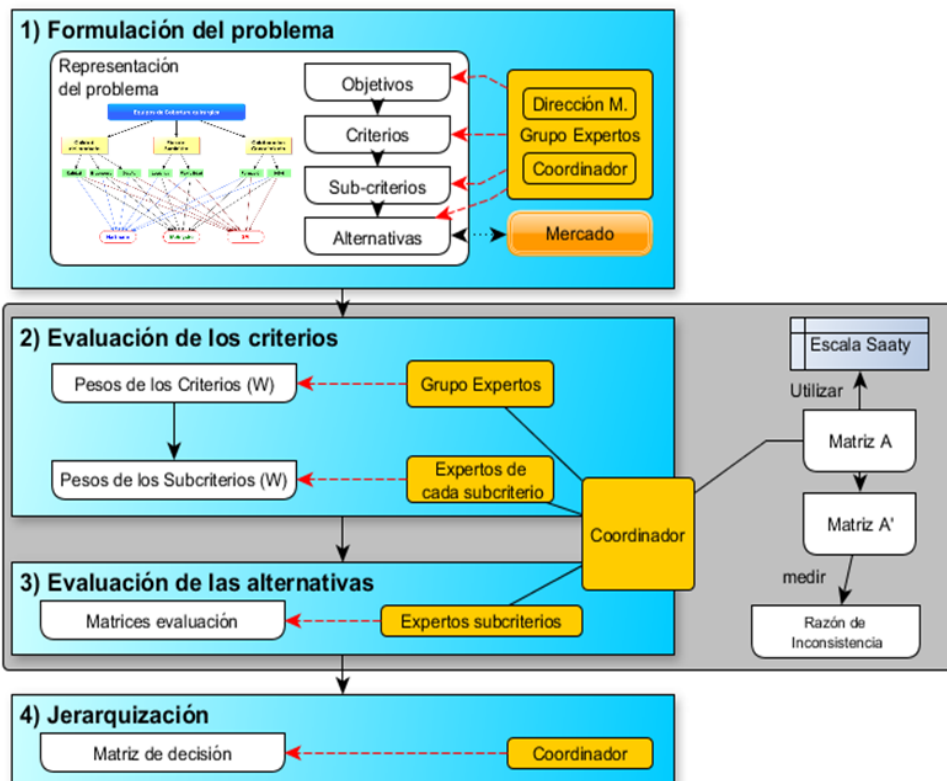
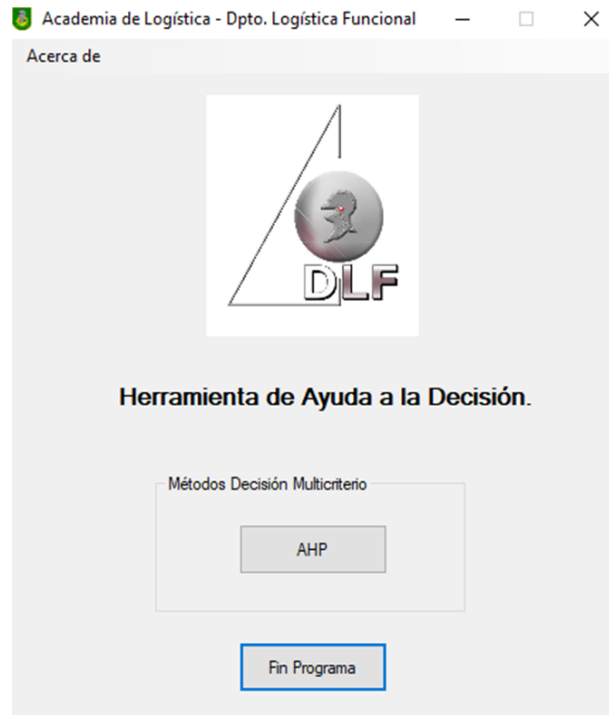


Ilustración 4.- Representación gráfica de las fases de la metodología AHP  
Fuente: Imagen cedida por el Teniente Coronel Carlos Ruiz López.



Durante las cuatro etapas que constituyen el método AHP se va usar el Software de “Herramienta de Ayudas a la Decisión” desarrollado por el Departamento de Logística Funcional encuadrado en la Academia Logística del Ejército (ACLOG).

En la siguiente imagen se puede ver el menú principal del mencionado software.



*Ilustración 5.- Menú principal Software Ayudas a la Decisión*

### 3.7. Análisis DAFO

La metodología DAFO, es una técnica empleada para identificar y representar las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades. Habitualmente, se utiliza para realizar análisis estratégicos pudiéndose aplicar con distintos propósitos.

Para la realización de la presente memoria, será aplicada sobre la solución obtenida del método AHP con la finalidad de complementar los resultados obtenidos.

Esta técnica estructura el análisis desde dos perspectivas, una interna y otra externa. Según se indica en (Raeburn, 2021), las debilidades, fortalezas, amenazas y oportunidades se pueden definir de la siguiente manera:

Factores internos a la organización o al elemento de análisis:

- Debilidades: Factores que influyen negativamente.
- Fortalezas: Factores que influyen positivamente.

Factores externos a la organización o al elemento de análisis:

- Oportunidades: Factores con influencia positiva, asociados al entorno.
- Amenazas: Factores con influencia negativa, asociados al entorno



La página web de la Unión Europea (UE) sobre la evaluación de aproximaciones metodológicas (UE, 2017), expone que esta herramienta cuenta con ventajas como la rapidez para obtener resultados y la sencillez, no obstante, también se identifican inconvenientes como la subjetividad y en ocasiones la dificultad para distinguir entre los factores internos y los externos. (Ramos del Pozo, 2022) La representación gráfica previamente mencionada, se realiza mediante una matriz similar a la que a continuación se adjunta:



Ilustración 6.- Matriz de análisis DAFO  
Fuente: Página Web DIRCOMFIDENCIAL

## 4. MARCO TEÓRICO

### 4.1. Mando de Operaciones Especiales

El **Mando de Operaciones Especiales (MOE)** es la unidad que engloba todas las capacidades de Operaciones Especiales del Ejército de Tierra. Está encuadrado en la División San Marcial, que a su vez depende de Fuerza Terrestre. La División San Marcial, tras la reestructuración orgánica del año 2020, cuenta con unidades ligeras, fácilmente proyectables y especializadas, como son las unidades de montaña y de paracaidistas, además de las fuerzas aeromóviles del ET. Estas unidades aportan las capacidades especiales requeridas en todo el teatro de operaciones donde se encuentra desplegado a día de hoy el ET.



Ilustración 7.- Misiones internacionales activas del ET  
Fuente: Ministerio de Defensa



Es necesario mencionar el carácter estratégico del MOE, y por consiguiente remarcar el hecho de la importancia de mantener en secreto algunas de sus capacidades. Es por ello que toda la información reflejada en el presente apartado proviene de fuentes abiertas (OSINT) y no implica una vulneración de la seguridad de la información.

Las misiones (Ejército de Tierra, 2022) de las unidades de operaciones especiales, según doctrina, son las siguientes:

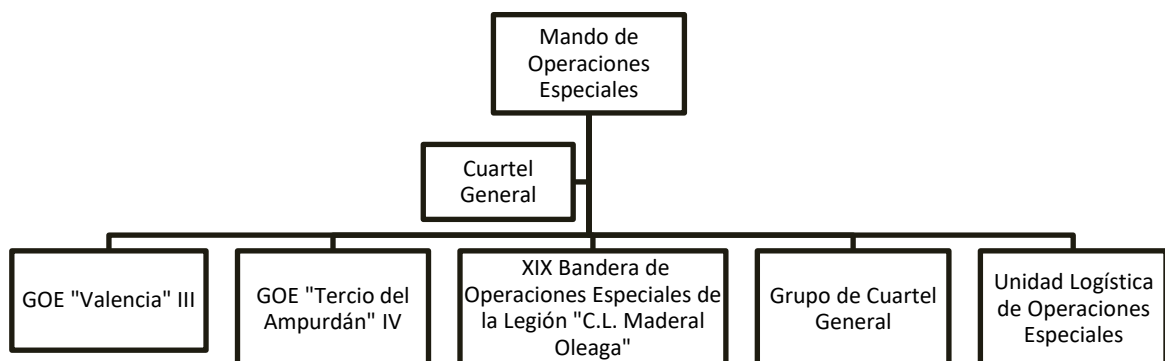
- Reconocimiento especial, consiste en la observación de objetivos estratégicos detrás de las líneas enemigas y la transmisión de la información obtenida desde la zona.
- Acción directa, consiste fundamentalmente en la destrucción de objetivos estratégicos que se encuentran detrás de las líneas enemigas mediante golpes de mano, señalización de objetivos mediante laser para su destrucción por un avión, captura de personalidades o rescate de rehenes.
- Asistencia militar, consiste en el entrenamiento y apoyo de unidades o personal afín en territorio internacional.

#### 4.1.1. Orgánica del MOE

El Mando de Operaciones Especiales, tiene una organización interna distinta a la orgánica tradicional de nuestro ejército.

Las Unidades que componen el MOE son las siguientes (Ejército de Tierra, 2022):

- Cuartel General
- Grupo de Cuartel General
- Grupo de Operaciones Especiales "Valencia" III
- Grupo de Operaciones especiales "Tercio de Ampurdán" IV
- XIX Bandera de Operaciones Especiales "Caballero Legionario Maderal Oleaga"
- Unidad Logística MOE



*Ilustración 8.- Organigrama MOE  
Fuente: Elaboración propia*

El MOE cuenta con una plantilla mucho más reducida y también más especializada. Cada



Grupo de Operaciones está dividido en varios equipos operativos (EOs) dependiendo de su especialidad. Una de estas especialidades es la de movilidad, a la que le han sido asignados recientemente los vehículos de alta movilidad táctica Neton.

#### 4.1.2. Vehículos en plantilla del MOE

Cada Grupo de Operaciones Especiales (GOE) tiene tres equipos de movilidad. Esta especialidad se clasifica en movilidad táctica y alta movilidad y según su clasificación utilizan distintos vehículos.

Movilidad Táctica:

- Vehículo Medio de Operaciones Especiales (VMOE)
- VAMTAC BN1, BN3

Alta Movilidad:

- Vehículo Ligero de Operaciones Especiales (VLOE): Neton y Lathar. El modelo Neton, se ha adquirido con el fin de sustituir al anterior, el Lathar.

A continuación, se adjuntan las imágenes de los tres vehículos. Las dos primeras son de los vehículos empleados para movilidad táctica y la tercera es del vehículo de alta movilidad Neton, sobre el que se va a realizar el estudio.



*Ilustración 9.- VMOE durante el ejercicio Empecinado en San Gregorio 2019  
Fuente: Página Web Defensa*



*Ilustración 10.- VAMTAC BN3 en el acuartelamiento del MOE antes del ejercicio "Mobility" en San Gregorio  
Fuente: Página Web Info Defensa*



*Ilustración 11.- VLOE Neton durante unas jornadas de instrucción en alta movilidad en Alicante  
Fuente: Elaboración propia*

El VLOE, modelo Neton, es un vehículo de uso militar, diseñado para el empleo por parte de las Fuerzas de Operaciones Especiales.

Este vehículo surge de la necesidad de tener una plataforma de rápido despliegue en la zona del Sahel, zona de transición entre el desierto del Sáhara y la sabana sudanesa, y por tanto tiene un clima intermedio entre la aridez extrema del desierto y la humedad de la sabana y de los bosques.

Se trata de una región llana con numerosas mesetas y pequeñas cadenas montañosas. El terreno está muy afectado por la erosión y por un proceso de desertificación y deforestación. Las propiedades del terreno son fundamentales para determinar las necesidades del vehículo. De aquí que surgiera la propuesta de un vehículo ligero de alta movilidad táctica.

Las características que se requieren en un vehículo de alta movilidad táctica son las siguientes:

- Proporcionar un medio de transporte para las fases de infiltración y de exfiltración en cualquier tipo de terreno.
- Movilidad todoterreno
- Gran capacidad de superación de obstáculos
- Alta autonomía
- Bajo mantenimiento

El Neton tiene un diseño típicamente militar táctico y es capaz de desarrollar una alta movilidad en cualquier terreno, según el Mando de Apoyo Logístico del Ejército (2021), mientras transporta una carga útil de hasta 1.000 kg, pudiendo además remolcar simultáneamente una carga adicional de hasta 1.500 kg.

El vehículo dispone de gran flexibilidad y presenta una gran rapidez de configuración para diferentes misiones en fase de operación de asalto.

El vehículo puede alcanzar una velocidad de traslación superior a 140 km/h, mucho mayor que la de otros vehículos militares y es capaz de operar en pendientes longitudinales de hasta 35%, y laterales de hasta 40%.

El vehículo, además, cumple con los siguientes requisitos:

- Plataforma de alta movilidad y radio de acción con capacidad de fuego de armas ligeras y de apoyo, de medios de observación, de comunicación y guiado terminal.



- Capacidad de ataque y vigilancia.
- Posibilidad de despliegue mediante medios aéreos.
- Posibilidad de configuraciones modulares para su adaptación a la misión requerida.

Este vehículo **no se ha creado con la finalidad de moverse en un ambiente IED**, por lo que no tiene ningún medio de protección ni detección de dichos artefactos.

No haber sido fabricados para esto no les exime de la posibilidad de encontrarse en un escenario similar, queriendo decir con esto, que aunque no vaya a ser requerido su uso para un cometido donde se conoce que hay amenaza IED, puede encontrarse en un escenario en el que sea necesario pasar por una zona de paso obligado, ya sea un puente, una tajea, o un cortado para evitar desviarse de la ruta o llegar al objetivo a tiempo.

## 4.2. Artefactos explosivos improvisados

Un **artefacto explosivo improvisado** (IED) se define como un dispositivo fabricado y emplazado de manera improvisada que incorpora materiales destructivos, letales, nocivos, pirotécnicos o incendiarios. Está diseñado para matar, destruir, desfigurar, distraer, incapacitar, hostigar o fijar a las fuerzas propias o a personal no combatiente. Pueden incorporar material de origen militar (Dirección de Investigación, Doctrina, Orgánica y Materiales, 2017a).

Los IED pueden ser tanto artefactos sencillos, como tener un complejo diseño. Pueden incorporar últimas tecnologías en su diseño y fabricación, dependiendo de los conocimientos del fabricante.

Existe una gran variedad de IEDs, pero, como norma general, todos ellos tienen en común los siguientes elementos:

- Fuente de alimentación: Suele ser cualquier tipo de batería o grupo de pilas que proporcionan la energía necesaria para la activación del iniciador del artefacto.



*Ilustración 12.- Baterías encontradas en Zona de Operaciones  
Fuente: Imagen cedida por el Comandante Jefe del área de Ingenieros*

- Dispositivo de iniciación: Son el conjunto de elementos que transforman una acción externa en la energía necesaria para activar el iniciador. Este dispositivo determina el tipo de IED empleado.
- Dispositivo de armado: Es el seguro del artefacto, que permite almacenarlo, transportarlo y colocarlo de forma segura, sin peligro para quien lo maneja. No es un elemento esencial, por lo que no todos los IEDs lo poseen.



- **Iniciador:** Es el medio utilizado para iniciar la carga principal del dispositivo, como los detonadores. El más común es el eléctrico, pero pueden ser también pirotécnicos, mecánicos e incluso químicos.
- **Carga principal:** Es el elemento que proporciona la capacidad destructiva al dispositivo. Actualmente, las últimas tendencias de los insurgentes<sup>3</sup>, en Zona de Operaciones son el empleo de explosivo casero fabricado con Nitrato y Aluminio o gasolina. (Centro de Inteligencia de las Fuerzas Armadas, 2015)
- **Contenedor:** Es el elemento que se utiliza para contener y ocultar el IED. Se puede emplear cualquier materia pero preferentemente se utiliza aquel que permita aumentar el efecto de la fragmentación. Los insurgentes utilizan extintores, garrafas de plástico, bombonas de butano, o incluso animales. (Centro de Inteligencia de las Fuerzas Armadas, 2008)



*Ilustración 13.- Garrafa de plástico utilizada como elemento contenedor de un IED real  
Fuente: Imagen cedida por el Comandante Jefe del área de Ingenieros*

A continuación, se han representado estos elementos en un circuito:

---

<sup>3</sup> Se define la insurgencia como el “movimiento violento organizado que emprende una lucha prolongada con la finalidad de cambiar el orden político establecido” Fuente: PD3-301 de Contrainsurgencia p.17

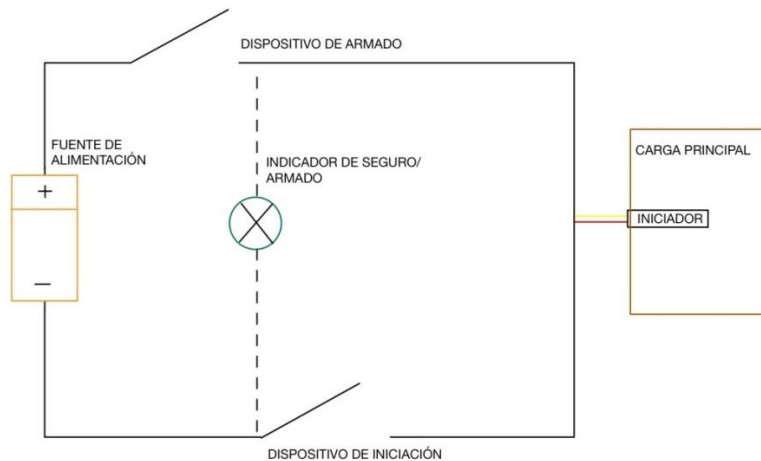


Ilustración 14.- Componentes de un IED  
Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.1. Clasificación de los IED

Según el sistema de iniciación, los IED se pueden clasificar en: (Dirección de Investigación, Doctrina, Orgánica y Materiales, 2017b)

##### 1. Iniciados por el enemigo

Son los IED que inicia el adversario a su voluntad, por lo que elige el momento óptimo de la iniciación y el objetivo. A continuación, se exponen dos ejemplos:

##### a. RCIED (IED activado por radio control)

Está diseñado para que se active al transmitir una orden de fuego mediante el empleo del espectro electromagnético, ya sea señal radio, microondas, radar, etc.

La principal ventaja que presenta este tipo de IED es la rapidez y sencillez de instalación pero pueden ser neutralizados temporalmente mediante el empleo de contramedidas electrónicas, como inhibidores.

A continuación, se ha realizado un esquema del funcionamiento de los RCIED.

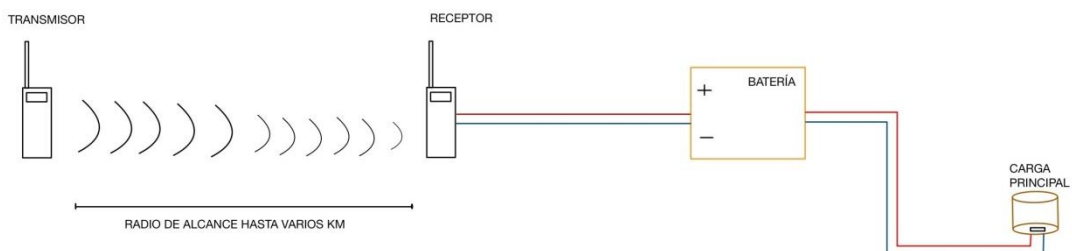
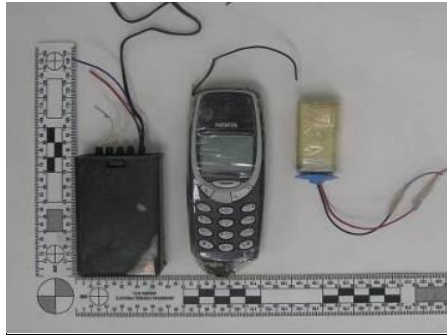


Ilustración 15.- Esquema básico de un IED activado por radio control  
Fuente: Elaboración propia



*Ilustración 16.- Ejemplo real de un RCIED*

*Fuente: Imagen cedida por el Comandante Jefe del área de Ingenieros*

#### b. CWIED (IED activado por cable)

Está diseñado para que se active en el momento en que se transmita una orden de fuego a través de un cable eléctrico. La ventaja de este tipo de artefactos además de la facilidad de construcción, es su invulnerabilidad a las contramedidas electrónicas.

En contraposición, requiere trabajos de ocultación del cable desde el emplazamiento del IED hasta el punto desde donde el insurgente quiere dar fuego. Eso se traduce en que se expone a ser descubierto durante estos trabajos.

## 2. Iniciados por la víctima (VOIED)

Son aquellos dispositivos activados involuntariamente por la víctima. Este sistema se emplea en situaciones donde la dirección de movimiento está canalizada, por ejemplo, un estrechamiento del camino. Este sistema tiene numerosas variantes, como platos de presión, tracción, alivio de tracción o de presión, detectores de movimiento, etc. A continuación se explican tres:

#### a. Plato de presión

En este caso, el sistema se inicia pasando por encima del plato, de tal manera que se cierra el circuito, permitiendo la alimentación al iniciador que hace que la carga principal detone. Pueden ser contra personal o contra vehículo. La ventaja de estos dispositivos es la fiabilidad de funcionamiento dado que es un sistema muy simple.



*Ilustración 17.- Plato de presión encontrado en Zona de Operaciones*

*Fuente: Imagen cedida por el Comandante Jefe del área de Ingenieros*

Sin embargo, tiene la desventaja de que tiene poca capacidad de discriminación de objetivos, es decir, por norma general, no pueden controlar a quién le detona.

A continuación se adjuntan dos esquemas para ayudar a la comprensión. En el primero,



se aprecian los tres elementos necesarios en este tipo de sistema y la conexión entre ellos. En el segundo, estos elementos en una situación real.

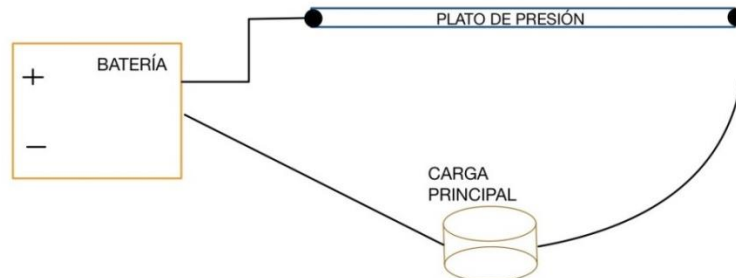


Ilustración 18.- Esquema de los elementos del plato de presión  
Fuente: Elaboración propia

El vehículo avanza en la dirección indicada por la flecha y pisa el plato con la rueda delantera del vehículo. El circuito se cierra permitiendo la circulación de la corriente que alimenta el iniciador de la carga principal, que estaba enterrada un par de metros antes para que detonara en la parte central del vehículo.

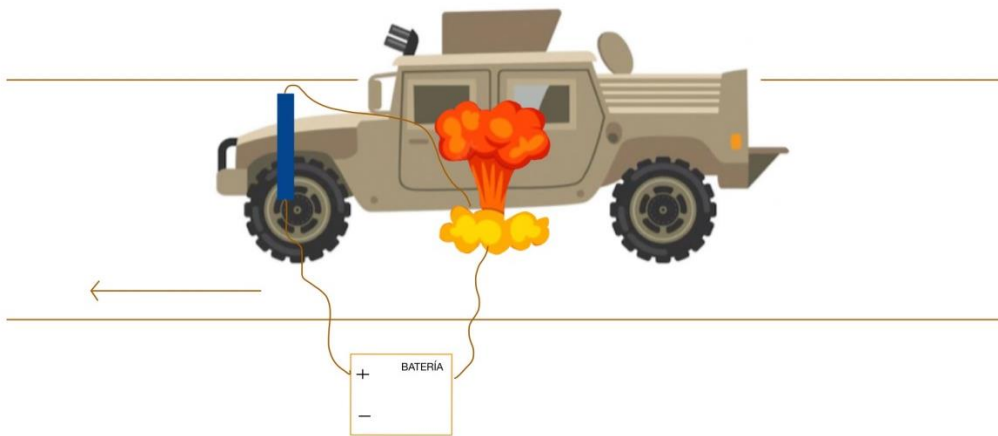


Ilustración 19.- Esquema de funcionamiento del plato de presión  
Fuente: Elaboración propia

#### b. Tracción o alivio de tracción

Se trata de un IED activado por un cable o una cuerda cuando la víctima tira de él o lo corta. Por ello, la insurgencia atraviesa la vía con una fina cuerda atada por un extremo a una granada por ejemplo, para que al paso de un vehículo la cuerda libere la anilla de la granada y se produzca la explosión.

### 3. Iniciados con temporizador

Son los IED que están diseñados para explotar después de un intervalo de tiempo determinado. Los sistemas más comunes empleados como temporizadores son:



- a. Mecánicos, como los despertadores.
- b. Electrónicos, como los relojes digitales.
- c. Químicos, basados en una reacción química que disuelva un componente que permita activar la detonación.
- d. Pirotécnicos, como la mecha lenta.

**Según el método de empleo**, los IED, (Dirección de Investigación, Doctrina, Orgánica y Materiales, 2014), se pueden clasificar en:

#### 1. IED en vehículo (VBIED).

Este tipo de IED utiliza un vehículo cargado con explosivos para atacar un objetivo. El empleo de un vehículo como contenedor de un IED ofrece una serie de ventajas al adversario como son: la facilidad de ocultación entre el tráfico, la dificultad de su detección y el aprovechamiento del vehículo como metralla.

El vehículo utilizado también puede ser una motocicleta como a continuación se muestra:



*Ilustración 20.- Motocicleta cargada con artefactos explosivos  
Fuente: Página web CAT UXO*

#### 2. Suicidas

Se trata de IED iniciados intencionadamente por una persona que lo porta en su cuerpo o en otro tipo de contenedor, cuya activación, supone la muerte del activador. Podemos distinguir dos tipos:

- a. SIED

Se trata de IED portados por personas mediante la utilización de un chaleco u otro tipo de contenedor adosado al cuerpo.

- b. SVBIED

Se trata de VBIED iniciados por la acción del conductor suicida, que suele actuar de dos maneras: accionando el dispositivo al paso del objetivo o bien lanzándose contra el objetivo con el vehículo en marcha.

#### 3. IED en animal

Se trata de IED que son transportados por animales y que son activados por el enemigo en las proximidades del objetivo, es decir, se utiliza el cuerpo de un animal como elemento contenedor del IED.

#### 4. IED adosado o lapa



Consiste en un IED que se coloca en los bajos o laterales de los vehículos por medio de imanes u otros medios.

**Según el objetivo del ataque**, se pueden categorizar en:

1. Contra personal.
2. Contra vehículo (de cualquier tipo).
3. Contra infraestructuras.
4. Obstaculizar el movimiento.
5. Identificar Tácticas Técnicas y Procedimientos (TTPs) del contingente.

Se define el **incidente IED** (Dirección de Investigación, Doctrina, Orgánica y Materiales, 2017a), como un incidente en el que están envuelto uno o más de los siguientes tipos de acciones o actividades en relación con un IED: una explosión, un ataque, un intento de ataque, un señuelo, un IED falso, o un descubrimiento de depósito de componentes IED. En los conflictos actuales, el empleo de los IED constituye una forma muy habitual de ataque. Los daños que producen en la fuerza y en la población civil son muy rentables teniendo en cuenta la facilidad de fabricación y comercialización de sus componentes, así como el bajo coste.



*Ilustración 21.- Imagen real de incidente IED en Zona de Operaciones  
Fuente: Imagen cedida por el Comandante Jefe del área de Ingenieros*

La **estrategia C-IED** (Contra IED), (Dirección de Investigación, Doctrina, Orgánica y Materiales, 2017a), se define como los esfuerzos colectivos que se realizan a todos los niveles para derrotar al sistema IED por medio de diferentes actividades que se agrupan en tres pilares complementarios: ataque a las redes IED adversarias, derrota del artefacto, y preparación de las fuerzas propias.

En este estudio nos centraremos en la preparación de las fuerzas propias, adoptando medidas que permitan a las fuerzas disponer del grado de preparación necesario para hacer frente a la amenaza IED pudiendo así llevar a cabo sus cometidos en un ambiente con esta amenaza. (Fuerza Terrestre del Ejército de Tierra, 2013)

Los lugares más comunes en los que se suelen colocar IED son los siguientes:

- Puntos de paso obligado de convoyes a velocidad reducida, con difícil escapatoria.



- Rutas de empleo habitual.
- Tramos de ruta que presenten obstáculos, tanto naturales como artificiales, que impliquen reducción, detención o encauzamiento del tráfico.
- Lugares en los que el adversario dispone de buena visibilidad en ambas direcciones y que ofrecen rutas de escape.
- Puntos vulnerables que por su situación y naturaleza facilitan el planeamiento y ejecución de un ataque, tales como:
  - Obras de fábrica en rutas, tales como tajeas y alcantarillas.
  - Pendientes y cambios de rasante.
  - Vados.
  - Pistas o rutas con firme blando.
  - Puntos donde se han producido ataques previos.
  - Entradas o salidas de las bases.
  - Interior de poblaciones, rotondas y otras zonas con existencia de señalización que obliguen a reducir la velocidad.

Los puntos del terreno con alta probabilidad de IED, conocidos en inglés como Hot Spots, tienen una importancia crucial, tanto en el planeamiento del itinerario, como a la hora de elegir el vehículo más apropiado para dicha misión. Estos puntos históricos del terreno en los que existe precedente de incidentes IED proporcionan los criterios de elección de blindaje, materiales y forma del vehículo que va a transitar dicha zona. En un gran número de ocasiones, se aprende de ataques recibidos y sobre esa debilidad, el vehículo se refuerza.

## 4.3. Medidas C-IED

### 4.3.1. Inhibidores

Un inhibidor es un dispositivo electrónico que mediante la emisión de señales radioeléctricas adecuadas impide que un receptor asociado a un IED reciba la señal de radiofrecuencia producida por su emisor. (Dirección de Investigación, Doctrina, Orgánica y Materiales, 2017a)

Los inhibidores se emplean para neutralizar la telefonía móvil, las comunicaciones radio o satélite, las emisiones de televisión, los medios GPS, y en general, el funcionamiento de cualquier sistema que emplee ondas electromagnéticas (EM).

Los inhibidores neutralizan temporalmente la capacidad de hacer explotar un IED mediante señales radioeléctricas. Cuando el dispositivo receptor (iniciador del IED y colocado junto a la carga explosiva) entra dentro del campo de acción del inhibidor, queda saturado por una potente señal de la misma frecuencia, lo que le impide recibir la señal radioeléctrica del dispositivo emisor (accionado por el adversario para producir la detonación). De este modo, se puede asegurar el paso de las fuerzas propias por una zona en la que se halle emplazado un RCIED.

En la siguiente ilustración se representa un esquema del funcionamiento de un inhibidor ante un RCIED.



Ilustración 22.- Esquema de funcionamiento de un inhibidor  
Fuente: PD3-305

La eficacia de los inhibidores depende de su diseño, algunos de sus factores determinantes son:

- Alcance eficaz del inhibidor
- Actuación selectiva sobre ciertas bandas del espectro electromagnético
- Capacidad de adaptación a diferentes tipos de ondas EM.
- Posibilidad de empleo de diferentes potencias de emisión. (A mayor potencia, mayor eficacia, pero también mayores efectos en las interferencias)

#### 4.3.2. Equipos cinológicos en la búsqueda de IEDs.

En el Ejército de Tierra, la Escuela Cinológica de Defensa (ECIDEF) es el órgano encargado de la instrucción de los perros que van a formar parte de los equipos cinológicos. Existen cuatro especialidades en las que se adiestran los perros actualmente, una de ellas es la de detectores de minas y explosivos (DME), (Parra Martínez, 2010).

Los perros son utilizados por muchos ejércitos para la detección de artefactos explosivos. Su uso proporciona una capacidad rápida y eficiente que puede salvar vidas y disminuir el riesgo de sufrir un incidente IED. Tienen una excelente movilidad y utilidad en todo tipo de terrenos incluso aquellos que nos son accesibles para los vehículos. Además, proporcionan una capacidad de detección mucho más rápida que otros medios de detección, (Tabanera de Lucio, 2012).

Un estudio realizado por el ejército americano, concluye que los perros detectores de explosivos, representan un sistema de detección altamente adaptable, sensible y específico. El uso de estos equipos reduce el tiempo empleado en la búsqueda de artefactos explosivos y son una excelente herramienta para el reconocimiento de rutas. En 2002 el ejército de los Estados Unidos ya trabajaba con equipos cinológicos en Afganistán en tareas como desminado de zonas, (Petit, 2005).

Los perros DME pueden reconocer IEDs por el olor distintivo del explosivo u otros componentes del dispositivo, incluido metales y plásticos. Los perros se sientan marcando la zona donde han reconocido un olor de los que han sido entrenados para localizar.



El empleo de equipos cinológicos también comprende otras capacidades como: (Pardo de Santayana Jenaro, 2016)

- Seguridad de las bases
- Reconocimiento de punto vulnerable
- Limpieza de rutas
- Patrullaje a pie en ambiente IED
- Registro de personal y vehículos
- Limpieza de edificaciones y pasos obligados
- Limpiezas de área
- Reconocimiento de base de patrullas

#### 4.3.3. Tácticas técnicas y procedimientos

Además de los medios expuestos, es necesario dar un enfoque integral a la estrategia C-IED, es decir, debe estar presente desde el inicio del planeamiento de las operaciones, conociendo la situación y el entorno operativo en el que se va a desarrollar la acción. Estos conocimientos son esenciales para asegurar que las medidas C-IED desarrolladas son las apropiadas. Para lograrlo es necesario disponer de inteligencia precisa y oportuna proveniente de todas las fuentes disponibles. Esta inteligencia incluye también la detección del movimiento de individuos cerca de zonas sospechosas, la identificación de áreas de interés así como la detección de marcas e indicios.

## 5. DESARROLLO: ANÁLISIS Y RESULTADOS

### 5.1. Resultados obtenidos en la planificación del proyecto

#### 5.1.1. Diagrama de Gantt

Se ha elaborado el diagrama de Gantt con el objetivo de tener una representación visual de las etapas en las que se ha dividido el proyecto. Como resultado de la utilización del software de gestión de proyectos (Project Libre), se ha obtenido el diagrama que se adjunta y que se puede consultar con mayor claridad en el Anexo III

	📌	Nombre	Duración	Terminado	Inicio	Predecesores
1	✅	Planificación del proyecto	4 days	7/09/22 17:00	2/09/22 8:00	
2	✅	Recopilación y análisis bibliográfico	18 days	28/09/22 17:00	7/09/22 8:00	1
3	✅	Estudio de viabilidad	8 days	7/10/22 17:00	28/09/22 8:00	2
4	✅	Redacción de la introducción, objetivos y meto...	6 days	17/10/22 17:00	10/10/22 8:00	3
5	✅	Redacción del análisis y resultados	5 days	24/10/22 17:00	18/10/22 8:00	4
6	✅	Aplicación del AHP	3 days	28/10/22 17:00	24/10/22 8:00	5
7	✅	Desarrollo del DAFO	3 days	28/10/22 17:00	26/10/22 8:00	6
8	✅	Obtención de conclusiones	9,875 days	14/11/22 17:00	1/11/22 9:00	7;6
9	✅	Revisión de la memoria	10,875 days	29/11/22 17:00	15/11/22 9:00	8
10	✅	Entrega de la memoria	1 day	1/12/22 9:00	30/11/22 9:00	9

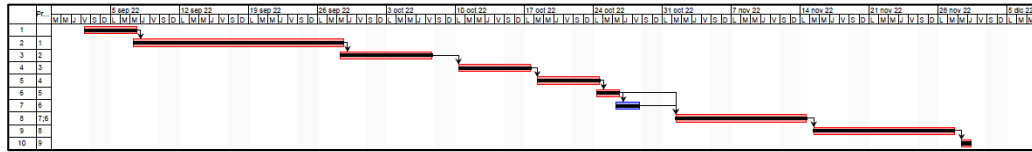


Ilustración 23.- Diagrama de Gantt  
Fuente: Elaboración propia

### 5.1.2. Project Charter

Se ha estructurado la organización de la memoria en diez hitos. Durante el periodo de prácticas externas, se realizaron las recopilaciones bibliográficas, prácticas con los medios y encuestas y entrevistas, para emplear el periodo de estancia en la Academia General Militar para redactar la memoria y para la aplicación de la metodología, dejando únicamente la redacción de las conclusiones y la revisión de la memoria para realizar en la Academia de Ingenieros.

A continuación se muestra la planificación y las fechas establecidas:

- Planificación del proyecto; del 02/09/22 al 07/09/22
- Recopilación y análisis bibliográfico; del 07/09/22 al 28/09/22
- Estudio de viabilidad; del 28/09/22 al 07/10/22
- Redacción de introducción, objetivos y metodología; del 10/10/22 al 17/10/2022
- Redacción de análisis y resultados; del 18/10/2022 al 24/10/22
- Aplicación del Método de Jerarquización Analítica; del 24/10/22 al 26/10/22
- Desarrollo metodología DAFO; del 26/10/2022 al 28/10/2022
- Obtención de conclusiones; del 01/11/22 al 14/11/22
- Revisión de la memoria; del 15/11/22 al 29/11/22
- Entrega de la memoria; el 30/11/2022

El Project Charter completo se encuentra en el Anexo III.

### 5.1.3. Análisis de riesgos

Se ha obtenido un análisis de los riesgos detectados en la realización del Project Charter. A continuación, se exponen los riesgos identificados así como la clasificación que se ha obtenido de la matriz de análisis de riesgos.

- Debido a la reciente obtención del vehículo, no encontrar expertos sobre él. Clasificación: Riesgo medio (bajo impacto, alta probabilidad).
- No recibir las respuestas de las encuestas en los plazos establecidos. Clasificación: Riesgo medio (medio impacto, baja probabilidad).
- No encontrar información suficiente sobre el tema. Clasificación: Riesgo medio (medio impacto, baja probabilidad).



- Imposibilidad de contactar o reunirse con los expertos. Clasificación: Riesgo alto-medio (medio impacto, media probabilidad).
- Antítesis de opiniones de los expertos. Clasificación: Riesgo alto (alto impacto, alta probabilidad).

		Impacto			Estadística	
		Low	Medium	High	Clase riesgo	Número
Probabilidad	3	1	1	1	Crítico	1
	2	0	0	0	Alto - medio	1
	1	0	2	0	Medio	3
		Bajo	0			
		Total:	5			

Ilustración 24.- Matriz de análisis riesgos del proyecto  
Fuente: Elaboración propia

## 5.2. Análisis de las encuestas con el grupo de expertos

Con la finalidad de obtener la información necesaria para determinar las variables a utilizar en el método analítico, se confeccionó un cuestionario de trece preguntas, combinando respuesta corta y multirespuesta, a través de la plataforma "Google Forms", sobre los distintos medios propuestos como solución, (todas las cuestiones se encuentran en el Anexo I, Encuesta I).

La muestra elegida para realizar el cuestionario eran un total de 35 personas. Entre los encuestados, se encontraban los jefes de los equipos operativos de la XIX BOEL y el personal con más experiencia en vehículos de alta movilidad y explosivos de la unidad. El cuestionario se les hizo llegar personalmente, obteniendo una tasa de respuestas del 100%, tasa de respuesta óptima.

De acuerdo a la situación tratada, el primer problema que se detecta es que al menos un 51% del total de los encuestados, no se ve capaz de mitigar los riesgos ante un incidente IED con un vehículo de las características del Neton (pregunta nº5).

En la siguiente pregunta, sobre cómo mitigaría esa amenaza (pregunta nº6), la respuesta obtenida por parte del personal que marcó "Sí" en la nº5, son medidas que no tiene actualmente el Neton, concluyendo que al menos el 80% de los que marcó "Sí" en la primera pregunta, tampoco sabrían cómo gestionar un incidente IED con las medidas actuales del vehículo Neton.

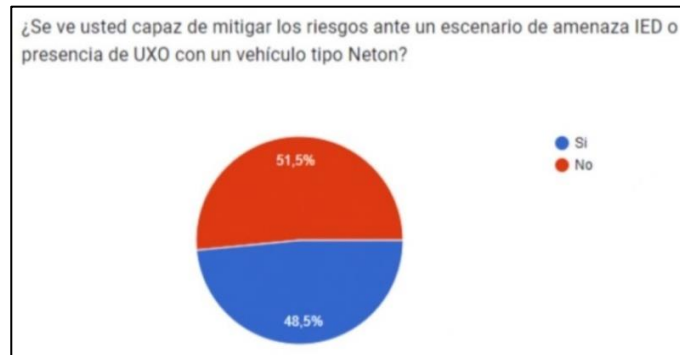


Ilustración 25.- Gráfico pregunta nº5  
Fuente: Elaboración propia

Como resultado de la revisión bibliográfica, se propuso a los encuestados algunos de los medios más comunes utilizados en escenarios similares, así como otros innovadores, (pregunta nº6). Un 59% eligió los inhibidores como mejor propuesta, y en segundo lugar, con un 26,5%, la integración de un equipo cinológico (Equipo K9).

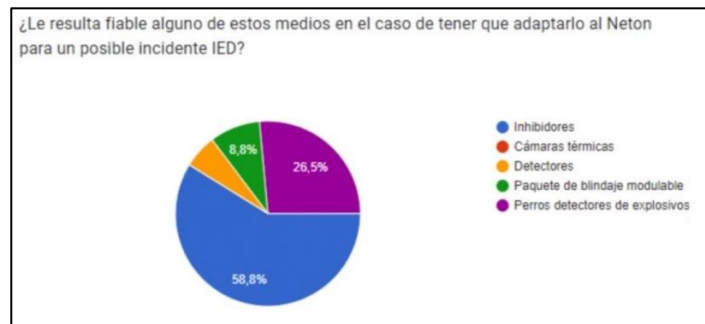


Ilustración 26.- Gráfico pregunta nº6  
Fuente: Elaboración propia

De estas dos propuestas con más votos, el 100% de los encuestados considera viable la instalación de inhibidores como solución (pregunta nº12), y más del 80% de estos, integraría en sus TTP de reconocimiento de punto sensible, un equipo K9, (pregunta nº11).



Ilustración 27.- Gráfico pregunta nº11  
Fuente: Elaboración propia

Como resultado principal de la encuesta, se obtiene que la medida más votada tanto por sus capacidades como por su facilidad de adaptación, son los **inhibidores**. Por tanto, esta opción será integrada en las tres líneas de acción del modelo analítico como la primera solución obtenida. (Ver punto 4.3 sobre inhibidores)

Una de las medidas menos votadas como solución, fue el paquete de blindaje modulare. Asimismo, en la pregunta nº7 sobre qué medida NO utilizaría, la más votada fue el blindaje, por



lo que se ha consultado con el grupo de expertos 1.

Debido al aumento de peso que supondría un paquete de blindaje suficiente para que fuera efectivo ante la detonación de un IED, los expertos descartan esta opción para un vehículo de alta movilidad táctica.

Explican, que un aumento considerable del peso del vehículo implicaría una disminución en su velocidad y movilidad, disminuyendo su capacidad de superación de obstáculos, así como su capacidad de ser aerotransportado. Esta capacidad es fundamental para que el vehículo pueda ser infiltrado y extraído de la zona de acción, siendo esta capacidad necesaria en vehículos de alta movilidad, como el Neton.

La segunda medida más votada como solución ha sido la integración de un equipo cinológico en el vehículo. El MOE ya utiliza esta capacidad para otras situaciones, como búsqueda o asalto, por lo que se consultó con el grupo de expertos 2, con el que además se realizó la práctica (ver 5.3 Observación directa).

El equipo cinológico del MOE tiene introducidos los explosivos PG2, trilita, nitrato y pentrita, lo que quiere decir, que identifican y marcan cualquier rastro de estas sustancias. Actualmente tienen estas sustancias por ser las más utilizadas por la insurgencia para la fabricación de IED, pero se conoce por el grupo de expertos, que en tres días se les puede introducir una sustancia nueva con las técnicas de sustitución o asociación directa.

Por tanto, la línea de acción A: Integración de un equipo cinológico e inhibidores, sale como resultado de la información obtenida en la revisión bibliográfica (ver 4.3 Uso de equipos cinológicos para la búsqueda de IEDs) así como del resultado de las encuestas, y de la realización de la práctica y consultas con el Grupo de expertos 2.

El tercer resultado más votado, son los detectores, sin embargo, el MOE no tiene detectores en dotación para sus equipos operativos.

El tipo de detector más votado (pregunta n°9) fue el VMR3G (Detector de metales y georadar (cambio de densidades)). Este detector se emplea para la búsqueda simultánea de objetos metálicos y no metálicos, siendo una ventaja en la detección de IEDs. Este detector es muy resistente y duradero por el uso de carbono y de plástico reforzado con fibra de vidrio.

Se consultó con el grupo de expertos 1 y esta medida podría ser integrada en el vehículo Neton, no obstante, el personal de los equipos requeriría de jornadas de instrucción con estos medios para que uso fuera efectivo.

Por tanto, se obtiene la Línea de acción C: Dotación del detector VMR3G e integración de inhibidores.

### **5.3. Resultados de la observación directa**

Se ha obtenido el análisis de dos prácticas como resultado de la observación directa del periodo de prácticas externas realizadas en el MOE.

Dado que la segunda medida más votada por el personal encuestado fue la integración de un equipo cinológico (ver 5.2 Análisis de las encuestas, pregunta n°6), se realizó una práctica para investigar estas capacidades para nuestro problema.

La práctica se realizó con los miembros del equipo K9 en el cuartel del MOE, y esta consistió en esconder un trozo de cordón detonante, cuyo explosivo era pentrita, entre unas



pedras, fuera del alcance de la vista.



*Ilustración 28.- Muestra del trozo de cordón detonante enterrado  
Fuente: Elaboración propia*

El guía de Zero, (el perro que participó en la práctica), únicamente le indicó donde debía comenzar el reconocimiento, al inicio de la explanada de piedras, (marcado con una cruz en la siguiente imagen). El perro comenzó entonces un reconocimiento sistemático barriendo toda la zona hasta la zona donde estaba escondido el cordón y se detuvo, marcando la zona donde había encontrado la sustancia como muestra la imagen a continuación:



*Ilustración 29.- Zero marcando tras haber realizado el reconocimiento  
Fuente: Elaboración propia*

En otro ámbito, durante la semana del 12 de Septiembre, se realizaron unas jornadas de instrucción en alta movilidad con el vehículo Neton. En dichas jornadas, además de conocer la plataforma, se realizó una práctica con la cámara térmica del vehículo para el desarrollo de esta memoria.

La práctica propuesta consistía en la búsqueda de un elemento enterrado simulando un posible IED. Estos artefactos al estar enterrados o semienterrados, como también las rozas de los cables, requieren de tierra removida. El gradiente térmico de la tierra enterrada y de la superficial no es el mismo, por lo que las cámaras térmicas de alta definición son capaces de



detectar estos cambios de temperatura. El elemento enterrado fue una caja de munición con parches térmicos (ver ilustración nº 31).

A continuación se muestran imágenes de la práctica:



*Ilustración 30.- Cámara térmica instalada en la parte frontal del Neton  
Fuente: Elaboración propia*



*Ilustración 31.- Práctica con cámara térmica. Izquierda: Elemento enterrado. Derecha: Imagen obtenida  
Fuente: Elaboración propia*

Como resultado de esta práctica, se comprobó que el elemento semienterrado no se veía a través de la cámara a una distancia de más de 25 metros. En el caso de un IED que estuviera completamente enterrado, esta cámara no sería válida como solución, pero sí una optimización de una cámara con mayor resolución y sensibilidad. De este apartado se propone la línea de acción B: Optimización de la cámara térmica e integración de inhibidores.

En resumen, de esta metodología se han determinado dos líneas de acción a comparar a través del método analítico AHP.

## **5.4. Resultados de la metodología AHP**

En este apartado, se van a desarrollar las diferentes etapas de la metodología AHP.

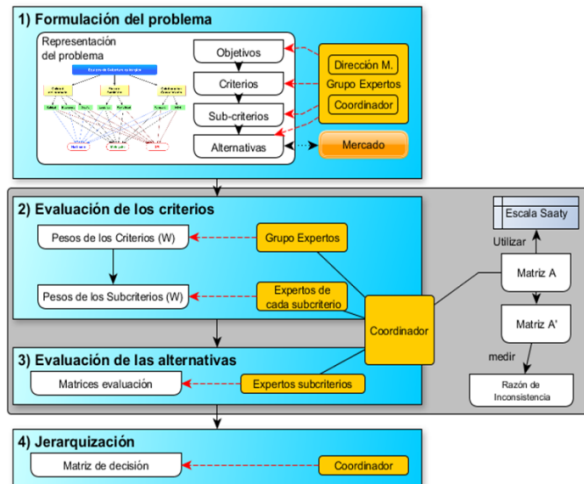


Ilustración 32.- Recordatorio de las fases del método  
Fuente: Imagen cedida por el Teniente Coronel Carlos Ruiz López

#### 5.4.1. Etapa 1: Formulación del problema

En primer lugar se encuentra la etapa de exposición del problema. Tras haber establecido que líneas de acción se van a estudiar, se van a determinar los criterios y subcriterios que van a definir estas líneas. Como recordatorio, las alternativas posibles son:

- Línea de acción A: Integración de un equipo cinológico e inhibidores. (Ver apartado 5.3 Resultados de la observación directa y 5.4 Análisis con el grupo de expertos)



Ilustración 33.- Equipo K9 del MOE  
Fuente: Imagen cedida por el jefe de equipo K9

- Línea de acción B: Optimización de la cámara térmica e inhibidores. (Ver apartado 5.3 Resultados de la observación directa)



Ilustración 34.- Imagen con cámara térmica Neton  
Fuente: Elaboración propia

- Línea de acción C: Dotación del detector VMR3G e inhibidores. (Ver apartado 5.2 Análisis de las encuestas)



Ilustración 35.- Reconocimiento de ruta con detectores  
Fuente: Elaboración propia

Seguidamente, se van a establecer los criterios y subcriterios de decisión. Esta etapa es una parte clave del proceso de decisión. Esto se debe a que, con una elección apropiada de estos, se garantizarán la validez y la coherencia de los resultados. Por el contrario, si no se realiza correctamente, los resultados obtenidos no podrán ser tratados como válidos.

Por este motivo, además de consultar bibliografía en diversas fuentes como internet y manuales, se ha optado por consultar a los miembros de la XIX BOEL con más años de servicio y experiencia, tanto en misiones internacionales como en diferentes equipos operativos del MOE, como equipos de movilidad táctica.

**Criterio 1 – Características físicas**, entendidas como las dimensiones de la línea de acción. Este criterio que incluye los subcriterios de:

- Subcriterio 1.1 - Peso, referido a la carga que admite el vehículo sin modificar sus propiedades de alta movilidad.
- Subcriterio 1.2 - Tamaño, referido al volumen que ocupa en el vehículo.
- Subcriterio 1.3 - Adaptabilidad, referido a la posibilidad de integración en el vehículo.

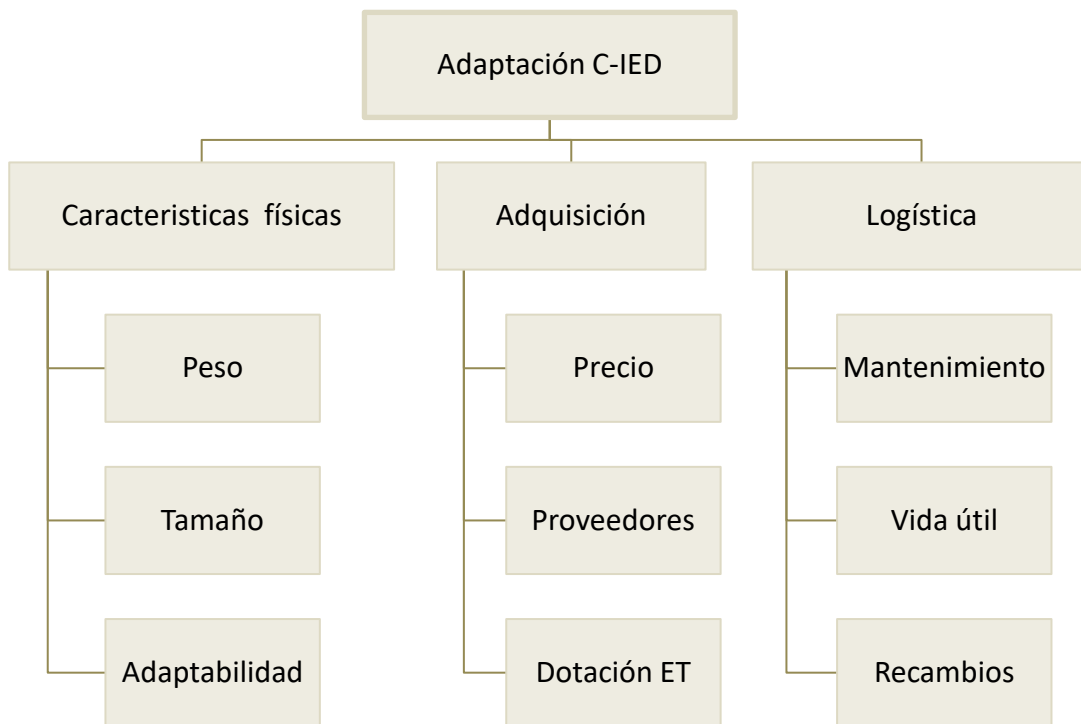
**Criterio 2 – Disponibilidad**, entendida como posibilidad de adquisición de la línea de acción. Este criterio incluye los subcriterios de:



- Subcriterio 2.1 – Precio, referido al coste económico que supondría adquirir el elemento.
- Subcriterio 2.2 – Proveedores, referido a la posibilidad de compra por parte del ET.
- Subcriterio 2.3 – Dotación ET, referido a si la línea de acción se encuentra actualmente en vigor en el ET.

**Criterio 3 – Logística**, entendida como el conjunto de medios y métodos necesarios para llevar a cabo la organización de la línea de acción. Este criterio incluye los subcriterios de:

- Subcriterio 3.1 – Mantenimiento, referido tanto al coste económico de sostener dicho sistema operativo como a las revisiones y cuidados que requiere.
- Subcriterio 3.2 – Vida útil, referida a los años que puede estar operativo el elemento.
- Subcriterio 3.3 – Recambios, referido a la facilidad de obtener una sustitución en caso de rotura o inoperatividad.



*Ilustración 36.- Esquema de la 1ª Etapa: Formulación del Problema  
Fuente: Elaboración propia*

#### 5.4.2. Etapa 2: Evaluación de los criterios de valoración

En segundo lugar, la siguiente etapa del método AHP se caracteriza porque en ella se lleva a cabo la comparativa de los pesos de cada uno de los criterios y subcriterios de valoración. Para poder establecer dichos pesos de manera rigurosa, se ha realizado el Cuestionario 2, disponible en el anexo I, a los dos grupos de expertos.

En la encuesta, se ha explicado la metodología a seguir durante todo el proceso. La comparativa consiste en tomar como referencia los valores de la escala de Saaty, mostrada en



la tabla a continuación. En ella se mencionan los criterios A y B como ejemplo, en la metodología estos son los criterios sujetos a estudio, se comparan las tres líneas de acción, dos a dos.


Tabla 1.- Método de Saaty

Valor	Definición	Comentario
1	Igual importancia	A y B tienen la misma importancia
3	Importancia moderada	A es ligeramente más importante que B
5	Importancia grande	A es más importante que B
7	Importancia muy grande	A es mucho más importante que B
9	Importancia extrema	A es extremadamente más importante que B

Un concepto clave en esta metodología es la razón de inconsistencia (RI). Este dato nos indica el grado de incoherencia que se ha cometido calificando la importancia entre cada uno de los criterios y subcriterios. Si este valor es inferior a 0,10, quiere decir que las valoraciones determinadas son consistentes. En este caso, representa un valor de 0,0334 (3,3%) para los criterios, siendo aceptable ya que es inferior al 10%, valor máximo para que sea coherente.

A continuación, se muestra la matriz de la evaluación de criterios en los que se comparan dos a dos cada uno de los criterios. Representa la importancia relativa entre cada uno de ellos.

Tabla 2.- Matriz de evaluación de los criterios  
Fuente: Elaboración propia

 Método AHP - Evaluación de Criterios (Etapa 2)

Evaluación de CRITERIOS

CRITERIOS	C. Físicas	Adquisición	Logística	PESOS(W)
C. Físicas	1	1/3	3	0,26
Adquisición	3	1	5	0,63
Logística	1/3	1/5	1	0,11

Escala de SAATY

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

R.I. : 0,0334

De los valores obtenidos, el criterio adquisición tiene una gran importancia respecto al



criterio logística y una importancia moderada respecto al criterio características físicas, con valores consistentes bajo el criterio de razón de inconsistencia.

A continuación, se realiza el mismo proceso pero con los subcriterios de valoración. Para la realización de estas matrices se ha hecho de la misma manera que en la matriz anterior. Tras la realización del Cuestionario 3, disponible en el Anexo I, se han introducido los datos en el software obteniendo los siguientes resultados:

*Tabla 3.- Matrices de evaluación de subcriterios  
Fuente: Elaboración propia*

#### Método AHP - Evaluación de SubCriterios (Etapa 2.bis)

C. Físicas	Peso	Tamaño	Adaptabilidad	PESOS(W)
Peso	1	1/3	1/5	0,11
Tamaño	3	1	1/3	0,26
Adaptabilidad	5	3	1	0,63
				<b>R.I. : 0,0334</b>

Adquisición	Precio	Proveedores	Dotación ET	PESOS(W)
Precio	1	1	1/3	0,19
Proveedores	1	1	1/5	0,16
Dotación ET	3	5	1	0,66
				<b>R.I. : 0,0252</b>

Logística	Mantenimiento	Vida Util	Recambios	PESOS(W)
Mantenimiento	1	5	3	0,63
Vida Util	1/5	1	1/3	0,11
Recambios	1/3	3	1	0,26
				<b>R.I. : 0,0334</b>

Los valores de la razón de inconsistencia obtenidos de la evaluación de los criterios y subcriterios están dentro de los valores permitidos, por lo que se permite continuar con la metodología. Cabe destacar que los subcriterios con más peso son la adaptabilidad, el mantenimiento y la dotación del ET.

#### 5.4.3. Etapa 3: Evaluación de las alternativas

En tercer lugar, en la siguiente etapa del método se va a realizar una comparativa de todas las alternativas para cada uno de los subcriterios. Siguiendo la manera de proceder para la realización de las matrices anteriores, para la obtención de la matriz correspondiente a esta etapa, se ha realizado el Cuestionario 4, disponible en el Anexo I.

Todas las tablas obtenidas durante el proceso se encuentran en el Anexo II. En este



apartado se van a explicar únicamente tres, un subcriterio de cada criterio.

Subcriterio peso del criterio características físicas: en este subcriterio la línea de acción más valorada es la B, que incluye el inhibidor y la optimización de la cámara térmica. El peso de la cámara es inferior al de los detectores y el perro.

Subcriterio precio del criterio adquisición: en este caso la línea de acción con más valor es la A, el equipo cinológico, ya que tanto los aparatos de detección como la cámara térmica tienen un precio muy superior.

Subcriterio vida útil del criterio logística: en este caso la opción más valorada son la línea de acción C en referencia a los detectores. En este caso la línea de acción con menos peso es el equipo cinológico.

A continuación se adjuntan las 3 matrices correspondientes a los citados subcriterios obtenidos del software, estando las 6 matrices restantes disponibles en el Anexo II.

Tabla 4.- Matrices de evaluación de alternativas  
Fuente: Elaboración propia

Método AHP - Evaluación de Alternativas (Etapa 3)				
				<b>R.I. : 0,0334</b>
Peso	L.A. A	L.A. B	L.A. C	PESOS(W)
L.A. A	1	1/3	3	0,26
L.A. B	3	1	5	0,63
L.A. C	1/3	1/5	1	0,11
				<b>R.I. : 0,0334</b>
Precio	L.A. A	L.A. B	L.A. C	PESOS(W)
L.A. A	1	3	5	0,63
L.A. B	1/3	1	3	0,26
L.A. C	1/5	1/3	1	0,11
				<b>R.I. : 0,0567</b>
Vida Util	L.A. A	L.A. B	L.A. C	PESOS(W)
L.A. A	1	1/3	1/7	0,08
L.A. B	3	1	1/5	0,19
L.A. C	7	5	1	0,72

#### 5.4.4. Etapa 4: Jerarquización de las alternativas

Como última etapa del método, se va a realizar la jerarquización de cada una de las líneas



de acción. Para ello, el software realiza la multiplicación de cada peso de los criterios por el peso de la línea de acción en cada criterio para finalmente realizar el sumatorio.

El resultado de esta etapa es la matriz de decisión que se muestra a continuación. En esta matriz se observan en la primera columna (en negrita) los criterios y subcriterios definidos en la etapa 1. La segunda columna, muestra los pesos adquiridos por los criterios y subcriterios durante la etapa 2. Las tres columnas restantes, muestran las valoraciones de cada una de las alternativas obtenidas como resultado de la etapa 3. La última fila, marcada en naranja, muestra la valoración global de las tres líneas de acción.

Para facilitar la comprensión, se va a realizar el cálculo manualmente con una de las alternativas, obteniendo primero el peso del criterio características físicas, el cual se utiliza posteriormente en el cálculo del valor de la línea de acción, junto con la multiplicación del peso de los otros dos criterios.

$$\text{Características físicas: } (0,11 \times 0,26) + (0,26 \times 0,26) + (0,63 \times 0,72) = \mathbf{0,55}$$

$$\text{Línea de acción A: } (0,26 \times \mathbf{0,55}) + (0,63 \times 0,63) + (0,11 \times 0,44) = \mathbf{0,59}$$

Tabla 5.- Matriz de decisión  
Fuente: Elaboración propia

Método AHP - Jerarquización de Alternativas (Etapa 4)

CRITERIOS / SUBCRITERIOS	PESOS	L.A. A	L.A. B	L.A. C
<b>C. Físicas</b>	<b>0,26</b>	<b>0,55</b>	<b>0,35</b>	<b>0,09</b>
+ Peso	0,11	0,26	0,63	0,11
+ Tamaño	0,26	0,26	0,63	0,11
+ Adaptabilidad	0,63	0,72	0,19	0,08
<b>Adquisición</b>	<b>0,63</b>	<b>0,63</b>	<b>0,13</b>	<b>0,23</b>
+ Precio	0,19	0,63	0,26	0,11
+ Proveedores	0,16	0,63	0,11	0,26
+ Dotación ET	0,66	0,63	0,11	0,26
<b>Logística</b>	<b>0,11</b>	<b>0,44</b>	<b>0,35</b>	<b>0,21</b>
+ Mantenimiento	0,63	0,63	0,26	0,11
+ Vida Útil	0,11	0,08	0,19	0,72
+ Recambios	0,26	0,11	0,63	0,26
		<b>0,59</b>	<b>0,22</b>	<b>0,19</b>

Los resultados de la matriz reflejan que la alternativa óptima, en base a los criterios y subcriterios establecidos, su ponderación y el criterio de los expertos, es la línea de acción A, **integración de un equipo cinológico e inhibidores**, seguida de la línea de acción B, optimización de la cámara térmica e inhibidores, y por último la línea de acción C, dotación del detector VMR3G e inhibidores.

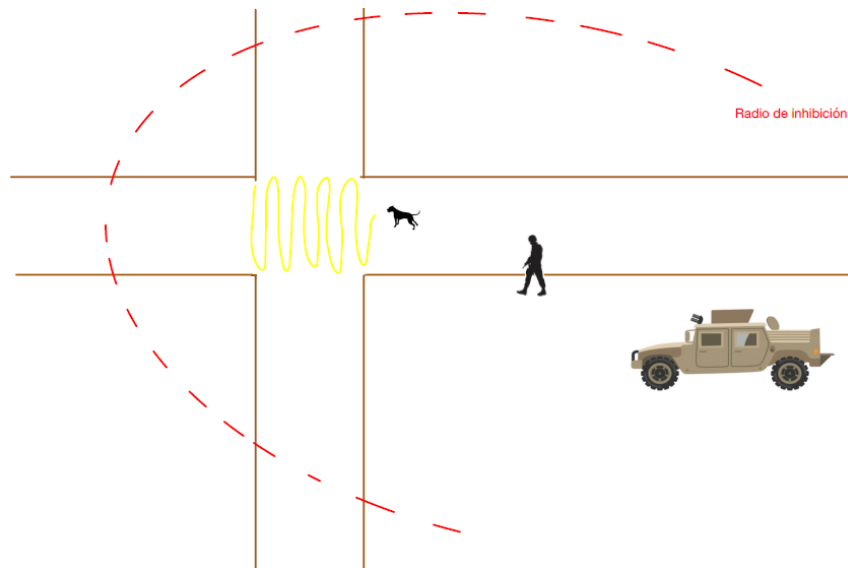


Ilustración 37.- Representación gráfica de equipo cinológico bajo protección del radio de inhibición  
Fuente: Elaboración propia

Análisis de la matriz de decisión:

- El criterio con más peso a la hora de decidir es adquisición, con un valor de 0,63 y por tanto es el criterio más relevante.
- El subcriterio con más importancia está por tanto dentro de adquisición, con un valor de 0,66, dotación ET. Con un valor casi igual está el subcriterio de adaptabilidad y por lo tanto este subcriterio aporta peso en el valor final.
- La línea de acción con mayor valoración es la línea A, con una puntuación de 0,59 frente a 0,22 de la línea B y 0,19 de la línea C. Esta alternativa tiene el valor mayor en el criterio con más peso a la hora de decidir, mencionado en el primer punto del análisis, adquisición.
- Los subcriterios en los que la línea de acción A no era la óptima son: peso y tamaño de características físicas, ya que no tiene gran ventaja frente a estas; y vida útil y recambios de logística, teniendo mayor valor las otras líneas de acción.

## 5.5. Análisis DAFO.

En este apartado se va a realizar el análisis DAFO de la alternativa óptima según la metodología AHP (Línea de acción A). La ejecución se ha realizado mediante una videoconferencia con el grupo de expertos 2, ya que es el personal experto en esta alternativa. A continuación, se muestra la matriz que se ha obtenido como resultado.



Tabla 6.- Matriz DAFO  
Fuente: Elaboración propia

<b>INTEGRACIÓN DE UN EQUIPO CINOLÓGICO E INHIBIDORES</b>	
<p style="text-align: center;"><b>DEBILIDADES</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Limitación de tiempo de uso</li> <li>2. Necesidad de adaptación de los vehículos</li> <li>3. Necesidad de instrucción para ser plenamente operativos</li> <li>4. Poco personal capacitado como guía de perros CIED</li> </ol>	<p style="text-align: center;"><b>AMENAZAS</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Poco personal capacitado como guía de perros CIED</li> <li>2. El empleo de inhibidores puede provocar interferencias en el empleo de otros sistemas así como redes de telefonía móvil comercial</li> <li>3. Las condiciones climatológicas adversas pueden afectar al rendimiento de los perros</li> </ol>
<p style="text-align: center;"><b>FORTALEZAS</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Coste de adquisición y mantenimiento reducidos</li> <li>2. Disponible actualmente en el MOE</li> <li>3. Gran capacidad de adaptación</li> <li>4. Reducción del tiempo de búsqueda de artefactos explosivos.</li> <li>5. Polivalencia en el uso del equipo cinológico</li> </ol>	<p style="text-align: center;"><b>OPORTUNIDADES</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Gran versatilidad en todo tipo de terreno</li> <li>2. Reducción de bajas en combate</li> <li>3. Aportación de nuevas capacidades</li> <li>4. Disminución del riesgo de incidente IED.</li> </ol>

Como síntesis, por parte de aspectos negativos, se encuentran las limitaciones de tiempo de uso así como del tiempo que requieren los perros para estar altamente capacitados. De los aspectos positivos, destacan el bajo coste que supone la adquisición y el mantenimiento de los perros en comparación con otros medios, y su gran versatilidad de uso y capacidad de adaptación. Como conclusión, los aspectos positivos tienen un peso mayor en la elección que los aspectos negativos.



## 6. CONCLUSIONES

Tras conocer la amplia amenaza IED a la que se enfrentan las tropas españolas en la actualidad, y en particular las operaciones especiales, se han obtenido una serie de conclusiones relativas al empleo del vehículo Neton en dicho ambiente.

La principal conclusión obtenida durante la elaboración de la memoria es que cualquier medida C-IED puede no ser suficiente, ya que la insurgencia está en continua evolución improvisando nuevos artefactos efectivos contra nuestros requiriendo por tanto el combate en ambiente IED de un constante estudio, evolución y adaptación para garantizar la seguridad de las tropas desplegadas en zona de operaciones

En referencia al vehículo de alta movilidad, objeto de estudio de la presente memoria, resulta complicado encontrar una solución que abarque todo el espectro del conflicto, conociendo sus limitaciones y sin alterar sus capacidades de alta movilidad, sin embargo, como se ha comprobado, es posible disminuir la probabilidad de sufrir un incidente IED.

Durante la realización de las prácticas externas y gracias al acceso a un gran volumen de información se puede determinar que, a pesar de ser el MOE una unidad plurivalente y con grandes capacidades, existe una falta de medios en relación a la estrategia C-IED y por lo tanto de personal dedicado a esta especialidad. Teniendo en cuenta las zonas de operaciones en donde se mueve el personal del MOE, es necesario incidir en la necesidad de solventar esta carencia.

Considerando los resultados obtenidos de la metodología AHP, **la alternativa de implementar un inhibidor junto con el equipo cinológico como medida contra la vulnerabilidad del vehículo Neton bajo amenaza IED**, es la más favorable en relación a los criterios y subcriterios preestablecidos. Por todo lo desarrollado, esta alternativa es una manera eficaz de prevenir un ataque IED. Asimismo, esta solución no solo resuelve el problema planteado sino que proporciona nuevas capacidades debido a la gran polivalencia de los equipos cinológicos, unidades en auge y que han adquirido un papel muy relevante de cara a los futuros conflictos armados.

Esta podría ser una futura línea de trabajo, la integración de equipos cinológicos en pequeñas unidades, tanto en unidades de operaciones especiales como en las secciones de zapadores por su implicación en el combate C-IED. Esta opción ya es empleada por otros países aliados los cuales se conoce que le están sacando un alto rendimiento.

Aun cumpliendo la solución planteada con los objetivos propuestos, las distintas líneas de acción no son excluyentes entre sí, la combinación de todas ellas si se dispusiera del presupuesto necesario, sería la solución más eficiente, aunque esta sería una propuesta muy demandante en distintos aspectos. Cabe destacar la importancia de estar en continua actualización a medida que nuestra amenaza evoluciona, así como la preparación y concienciación de las tropas ante esta situación como herramienta principal en esta lucha.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Centro de Inteligencia de las Fuerzas Armadas (2008). *Manual de Área Afganistán*. Madrid: Mando de Adiestramiento y Doctrina.

Centro de Inteligencia de las Fuerzas Armadas (2015). *Manual de Área Iraq*. Madrid: Mando de Adiestramiento y Doctrina.

Dirección de Investigación, Doctrina, Orgánica y Materiales (2017a). *PD3-314 C-IED*. Granada: Mando de Adiestramiento y Doctrina.

Dirección de Investigación, Doctrina, Orgánica y Materiales (2017b). *PD4-019 Explotación C-IED Nivel 1 (WIT)*. Granada: Mando de Adiestramiento y Doctrina.

Dirección de Investigación, Doctrina, Orgánica y Materiales (2014). *PD4-000 Glosario de Términos Militares*. Granada: Mando de Adiestramiento y Doctrina

Ejército de Tierra (2022). *Mando de Operaciones Especiales*. Disponible en:

[https://ejercito.defensa.gob.es/unidades/Alicante/cg\\_moe/Organizacion/index.html](https://ejercito.defensa.gob.es/unidades/Alicante/cg_moe/Organizacion/index.html)  
[Consultado 18-10-2022]

Parra Martínez, J (2010) “*El empleo de los perros en las FAS*”. Revista Ejército. Nº 828 pg. 60. Disponible en:

[https://ejercito.defensa.gob.es/Galerias/multimedia/revista-ejercito/2010/Revista\\_Ejercito\\_828.pdf](https://ejercito.defensa.gob.es/Galerias/multimedia/revista-ejercito/2010/Revista_Ejercito_828.pdf) [Consultado 15-11-22]

Fuerza Terrestre del Ejército de Tierra (2013), *BLAEX, Búsqueda y Localización de Amenazas Explosivas*. Manual de Instrucción. Sevilla: Cuartel General Fuerza Terrestre del Ejército de Tierra.

Hurtado, T. y Bruno, G. (2005). *El proceso de análisis jerárquico (AHP) como herramienta para la toma de decisiones en la selección de proveedores: aplicación a la selección del proveedor para la empresa gráfica*. Comercial MYE S.R.L., capítulo 3. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

Petit, J (2005), “*Engineer Mine Detection Dogs on the Battlefield*”. Army AL&T, pg. 26. Disponible en:

[https://asc.army.mil/docs/pubs/alt/2005/1\\_JanFeb/articles/26\\_A\\_Commanders\\_Best\\_Friend\\_20\\_0501.pdf](https://asc.army.mil/docs/pubs/alt/2005/1_JanFeb/articles/26_A_Commanders_Best_Friend_20_0501.pdf) [Consultado 15-11-2022]

Mando de Apoyo Logístico del Ejército (2021). *Manual Técnico Vehículo Ligero de Operaciones Especiales (VLOE) Modelo: NETÓN*. Madrid: Ejército de Tierra.

Pardo de Santayana Jenaro, R. (2016) *Integración de equipos cinológicos en pequeñas unidades de ingenieros tipo zapadores*. Trabajo Fin de Grado. Universidad de Zaragoza.

Raeburn, A. (2021). *Análisis FODA: qué es y cómo usarlo (con ejemplos)*. <https://asana.com/es/resources/swot-analysis> [Consultado 24-10-22]

Ramos del Pozo, V. (2022) *Empleo del análisis multicriterio (AHP) para la elección de una herramienta de gestión de riesgos en programas de armamento y material*. Trabajo Fin de Master. Universidad de Zaragoza.

Ruiz López, C. (2016a). *Manual de Usuario del programa ayuda a la decisión AHP*. Zaragoza: Centro Universitario de la Defensa - Academia General Militar.



Ruiz López, C. (2016b). *Metodología AHP. Explicación y caso práctico*. Zaragoza: Centro Universitario de la Defensa - Academia General Militar.

Saaty, T. L. y Wiley, J. (1980). *"The Analytical Hierarchical Process"*. McGraw-Hill Book Co, New York, Estados Unidos de América.

Saaty, T. L. (1984). *"Fundamentals of Decision Making and Priority Theory with The Analytic Hierarchy Process"*. RWS Publications. Pittsburgh, Pensilvania, Estados Unidos de América.

Tabanera de Lucio, A (2012) *"Si mi perro se sienta, corre"*. Revista Ejército. Nº 853, pg 74. Disponible en: [https://ejercito.defensa.gob.es/Galerias/multimedia/revista-ejercito/2012/R\\_Ejercito\\_853.pdf](https://ejercito.defensa.gob.es/Galerias/multimedia/revista-ejercito/2012/R_Ejercito_853.pdf) [Consultado 9-11-2022]

Zanazzi, J. (2003). *"Anomalías y supervivencia en el método de toma de decisiones de Saaty"*. En: Problemas del conocimiento en ingeniería y geología, pp. 148-170. Editorial Universitat. Córdoba, Argentina.

Unión Europea. (2017). *Análisis DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas, Oportunidades)*. [https://europa.eu/capacity4dev/evaluation\\_guidelines/wiki/analisis-dafo-debilidades-amenazasfortalezas-oportunidades-swot](https://europa.eu/capacity4dev/evaluation_guidelines/wiki/analisis-dafo-debilidades-amenazasfortalezas-oportunidades-swot) [Consultado 7-11-22].



## **ANEXOS**



PÁGINA INTENCIONADAMENTE EN BLANCO



## ANEXO I ENCUESTAS Y CUESTIONARIOS



PÁGINA INTENCIONADAMENTE EN BLANCO



## ENCUESTA 1

1. ¿Qué cualidades considera usted más importantes en un vehículo de operaciones especiales?
2. ¿Qué característica considera más importante en un vehículo de alta movilidad?
3. ¿Cuál es su valoración del Neton como vehículo de alta movilidad en una escala del 1 al 10?
4. ¿Conoce algún vehículo de las características del NETON de otro país? En caso afirmativo, ¿Tiene alguna medida C-IED?
5. ¿Se ve usted capaz de mitigar los riesgos ante un escenario de amenaza IED o presencia de UXO con un vehículo tipo Neton? En caso afirmativo, ¿Qué medidas utilizaría?
6. ¿Le resulta fiable alguno de estos medios en el caso de tener que adaptarlo al Neton para un posible incidente IED?
  - Inhibidores
  - Cámaras térmicas
  - Detectores
  - Paquete de blindaje modulable
  - Perros CIED
  - Cámara de cambio de densidad
7. De las opciones anteriores, cual NO usaría como posible adaptación al Neton
8. ¿Dispone de detectores de dotación en su unidad?
9. ¿Qué tipo de detector considera que sería útil adaptar en el Neton según las TTP de su unidad?
  - VMR3G (Detector de metales y georadar (cambio de densidades))
  - Ground Hunter AWD (Advanced Wire Detection, detector de cables)
  - VMC1 / VMC4 (detector de metales)
10. ¿Considera viable la integración de K9 en un equipo en base a Neton para mitigar la amenaza IED?
11. ¿Integraría en sus TTP de reconocimiento de punto sensible el K9?
12. ¿Considera viable la instalación de inhibidores en los vehículos de alta movilidad sin que altere sus capacidades?
13. ¿Ha probado la cámara térmica del Neton? ¿Qué opinión tiene de ella?



## CUESTIONARIOS 2 Y 3.- EVALUACIÓN DE CRITERIOS Y SUBCRITERIOS

Realice, por favor, el siguiente cuestionario marcando con una "X" su valoración, así como añada los argumentos y comentarios que considere relevantes para justificar su selección.

En la siguiente figura se aporta la escala de Saaty con la que deberá evaluar la importancia de los criterios y subcriterios.

Al final del cuestionario se encuentran las definiciones de los criterios y subcriterios.

Valor	Definición	Comentario
1	Igual importancia	A y B tienen la misma importancia
3	Importancia moderada	A es ligeramente más importante que B
5	Importancia grande	A es más importante que B
7	Importancia muy grande	A es mucho más importante que B
9	Importancia extrema	A es extremadamente más importante que B

### 1. Evaluación de criterios

Características físicas					Disponibilidad				
9	7	5	3	1	3	5	7	9	
Argumentos y comentarios:									

Características físicas					Logística				
9	7	5	3	1	3	5	7	9	
Argumentos y comentarios:									

Logística					Disponibilidad				
9	7	5	3	1	3	5	7	9	
Argumentos y comentarios:									

### 2. Evaluación de subcriterios de características físicas



Peso					Volumen			
9	7	5	3	1	3	5	7	9
Argumentos comentarios:		y						

Peso					Adaptabilidad			
9	7	5	3	1	3	5	7	9
Argumentos comentarios:		y						

Adaptabilidad					Volumen			
9	7	5	3	1	3	5	7	9
Argumentos comentarios:		y						

### **3. Evaluación de subcriterios de disponibilidad**

Precio					Proveedores			
9	7	5	3	1	3	5	7	9
Argumentos comentarios:		y						

Precio					Dotación ET			
9	7	5	3	1	3	5	7	9
Argumentos comentarios:		y						

Dotación ET					Proveedores			
9	7	5	3	1	3	5	7	9



Argumentos comentarios:	y							

**4. Evaluación de subcriterios de logística**

<b>Mantenimiento</b>					<b>Vida útil</b>			
9	7	5	3	1	3	5	7	9
Argumentos comentarios:	y							

<b>Mantenimiento</b>					<b>Recambios</b>			
9	7	5	3	1	3	5	7	9
Argumentos comentarios:	y							

<b>Recambios</b>					<b>Vida útil</b>			
9	7	5	3	1	3	5	7	9
Argumentos comentarios:	y							



## CUESTIONARIO 4.- EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

Realice, por favor, el siguiente cuestionario marcando con una "X" su valoración, así como añada los argumentos y comentarios que considere relevantes para justificar su selección.

En la siguiente figura se aporta la escala de Saaty con la que deberá evaluar la importancia de los criterios y subcriterios.

Valor	Definición	Comentario
1	Igual importancia	A y B tienen la misma importancia
3	Importancia moderada	A es ligeramente más importante que B
5	Importancia grande	A es más importante que B
7	Importancia muy grande	A es mucho más importante que B
9	Importancia extrema	A es extremadamente más importante que B

Como recordatorio, se exponen las tres líneas de acción a comparar.

- Línea de acción A: Integración de un equipo cinológico e inhibidores (LA A)
- Línea de acción B: Optimización de la cámara térmica e inhibidores. (LA B)
- Línea de acción C: Dotación del detector VMR3G e inhibidores. (LA C)

### **1. Evaluación de alternativas frente al subcriterio peso.**

LA A					LA B			
9	7	5	3	1	3	5	7	9
Argumentos comentarios:		y						

LA A					LA C			
9	7	5	3	1	3	5	7	9
Argumentos comentarios:		y						

LA B					LA C			
9	7	5	3	1	3	5	7	9



Argumentos comentarios:	y	
----------------------------	---	--

**2. Evaluación de alternativas frente al subcriterio tamaño.**

LA A					LA B			
9	7	5	3	1	3	5	7	9
Argumentos comentarios:	y							

LA A					LAC			
9	7	5	3	1	3	5	7	9
Argumentos comentarios:	y							

LAB					LAC			
9	7	5	3	1	3	5	7	9
Argumentos comentarios:	y							

**3. Evaluación de alternativas frente al subcriterio adaptabilidad.**

LA A					LA B			
9	7	5	3	1	3	5	7	9
Argumentos comentarios:	y							

LA A					LAC			
9	7	5	3	1	3	5	7	9



Argumentos comentarios:	y	
----------------------------	---	--

<b>LA B</b>					<b>LA C</b>			
9	7	5	3	1	3	5	7	9
Argumentos comentarios:	y							

**4. Evaluación de alternativas frente al subcriterio precio.**

<b>LA A</b>					<b>LA B</b>			
9	7	5	3	1	3	5	7	9
Argumentos comentarios:	y							

<b>LA A</b>					<b>LA C</b>			
9	7	5	3	1	3	5	7	9
Argumentos comentarios:	y							

<b>LA B</b>					<b>LA C</b>			
9	7	5	3	1	3	5	7	9
Argumentos comentarios:	y							

**5. Evaluación de alternativas frente al subcriterio proveedores.**

<b>LA A</b>					<b>LA B</b>			
9	7	5	3	1	3	5	7	9
Argumentos	y							



comentarios:	
--------------	--

<b>LA A</b>					<b>LAC</b>			
9	7	5	3	1	3	5	7	9
Argumentos comentarios:		y						

<b>LA B</b>					<b>LAC</b>			
9	7	5	3	1	3	5	7	9
Argumentos comentarios:		y						

**6. Evaluación de alternativas frente al subcriterio dotación ET.**

<b>LA A</b>					<b>LAB</b>			
9	7	5	3	1	3	5	7	9
Argumentos comentarios:		y						

<b>LA A</b>					<b>LAC</b>			
9	7	5	3	1	3	5	7	9
Argumentos comentarios:		y						

<b>LA B</b>					<b>LAC</b>			
9	7	5	3	1	3	5	7	9
Argumentos comentarios:		y						



**7. Evaluación de alternativas frente al subcriterio mantenimiento.**

<b>LA A</b>					<b>LA B</b>			
9	7	5	3	1	3	5	7	9
Argumentos comentarios:		y						

<b>LA A</b>					<b>LA C</b>			
9	7	5	3	1	3	5	7	9
Argumentos comentarios:		y						

<b>LA B</b>					<b>LA C</b>			
9	7	5	3	1	3	5	7	9
Argumentos comentarios:		y						

**8. Evaluación de alternativas frente al subcriterio vida útil.**

<b>LA A</b>					<b>LA B</b>			
9	7	5	3	1	3	5	7	9
Argumentos comentarios:		y						

<b>LA A</b>					<b>LA C</b>			
9	7	5	3	1	3	5	7	9
Argumentos comentarios:		y						



<b>LA B</b>					<b>LAC</b>			
9	7	5	3	1	3	5	7	9
Argumentos comentarios:		y						

**9. Evaluación de alternativas frente al subcriterio recambios.**

<b>LA A</b>					<b>LAB</b>			
9	7	5	3	1	3	5	7	9
Argumentos comentarios:		y						

<b>LA A</b>					<b>LAC</b>			
9	7	5	3	1	3	5	7	9
Argumentos comentarios:		y						

<b>LAB</b>					<b>LAC</b>			
9	7	5	3	1	3	5	7	9
Argumentos comentarios:		y						



<b>Criterio/Subcriterio</b>	<b>Definición</b>
<b>1. Características físicas</b>	Entendidas como las dimensiones que se pueden medir de las líneas de acción.
Peso	Carga que admite el vehículo sin modificar sus propiedades de alta movilidad.
Volumen	Espacio que ocupa en el vehículo.
Adaptabilidad	Posibilidad de integración en el vehículo.
<b>2. Disponibilidad</b>	Entendida como posibilidad de adquisición de la línea de acción.
Precio	Coste económico que supondría adquirir el elemento.
Proveedores	Posibilidad de compra por parte del ET.
Dotación ET	La línea de acción se encuentra actualmente en vigor en el ET.
<b>3. Logística</b>	Entendida como el conjunto de medios y métodos necesarios para llevar a cabo la organización de la línea de acción.
Mantenimiento	Coste económico de sostener dicho sistema operativo así como las revisiones y cuidados que requiere.
Vida útil	Años de operatividad del elemento.
Recambios	Facilidad de obtener una sustitución en caso de rotura o inoperatividad



PÁGINA INTENCIONADAMENTE EN BLANCO



## ANEXO II

### MATRICES DE LA METODOLOGÍA AHP



## MATRICES DE EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

				R.I. : 0.0334						R.I. : 0.0334	
Peso	L.A. A	L.A. B	L.A. C	PESOS(W)		Tamaño	L.A. A	L.A. B	L.A. C	PESOS(W)	
L.A. A	1	1/3	3	0.26		L.A. A	1	1/3	3	0.26	
L.A. B	3	1	5	0.63		L.A. B	3	1	5	0.63	
L.A. C	1/3	1/5	1	0.11		L.A. C	1/3	1/5	1	0.11	
				R.I. : 0.0567						R.I. : 0.0334	
Adaptabilidad	L.A. A	L.A. B	L.A. C	PESOS(W)		Precio	L.A. A	L.A. B	L.A. C	PESOS(W)	
L.A. A	1	5	7	0.72		L.A. A	1	3	5	0.63	
L.A. B	1/5	1	3	0.19		L.A. B	1/3	1	3	0.26	
L.A. C	1/7	1/3	1	0.08		L.A. C	1/5	1/3	1	0.11	
				R.I. : 0.0334						R.I. : 0.0334	
Proveedores	L.A. A	L.A. B	L.A. C	PESOS(W)		Dotación ET	L.A. A	L.A. B	L.A. C	PESOS(W)	
L.A. A	1	5	3	0.63		L.A. A	1	5	3	0.63	
L.A. B	1/5	1	1/3	0.11		L.A. B	1/5	1	1/3	0.11	
L.A. C	1/3	3	1	0.26		L.A. C	1/3	3	1	0.26	
				R.I. : 0.0334						R.I. : 0.0567	
Mantenimiento	L.A. A	L.A. B	L.A. C	PESOS(W)		Vida Util	L.A. A	L.A. B	L.A. C	PESOS(W)	
L.A. A	1	3	5	0.63		L.A. A	1	1/3	1/7	0.08	
L.A. B	1/3	1	3	0.26		L.A. B	3	1	1/5	0.19	
L.A. C	1/5	1/3	1	0.11		L.A. C	7	5	1	0.72	



				<b>R.I. : 0.0334</b>						<b>R.I. : 0.0567</b>	
Mantenimiento	L.A. A	L.A. B	L.A. C		PESOS(W)	Vida Util	L.A. A	L.A. B	L.A. C		PESOS(W)
L.A. A	1	3	5		0,63	L.A. A	1	1/3	1/7		0,08
L.A. B	1/3	1	3		0,26	L.A. B	3	1	1/5		0,19
L.A. C	1/5	1/3	1		0,11	L.A. C	7	5	1		0,72

				<b>R.I. : 0.0334</b>	
Recambios	L.A. A	L.A. B	L.A. C		PESOS(W)
L.A. A	1	1/5	1/3		0,11
L.A. B	5	1	3		0,63
L.A. C	3	1/3	1		0,26




PÁGINA INTENCIONADAMENTE EN BLANCO



## ANEXO III HERRAMIENTAS DE PLANIFICACIÓN TEMPORAL



## PROJECT CHARTER

ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL PROYECTO			
<b>Título:</b>	Adaptación del vehículo de alta movilidad táctica Neton al ambiente C-IED	<b>Fecha:</b>	05/09/2022
<b>Project Manager:</b>	Teresa Sánchez Ávila	<b>Lugar:</b>	Alicante
<b>Recursos personal:</b>	1 persona (Equipo de Proyecto)		
<b>Equipo de proyecto:</b>	Teresa Sánchez Ávila		
<b>Stakeholders:</b>	Mando de Operaciones Especiales, Bandera de Operaciones Especiales de la Legión XIX, Cuadros de Mando de la BOEL XIX, Equipos de Movilidad del MOE, Mando de Adiestramiento y Doctrina, Empresa EINSA, Equipo Operativo 97, Tutores del TFG.		
<b>Descripción general del proyecto:</b>			
Realizar el estudio de viabilidad de adaptación del vehículo de alta movilidad Neton al ambiente C-IED con la propuesta de una solución óptima al problema obtenida de métodos analíticos.			
<b>Business case:</b>			
Con la reciente obtención por parte del Mando de Operaciones Especiales del vehículo ligero de alta movilidad táctica Neton, ha surgido la cuestión de encontrarse en un ambiente con amenaza IED y la vulnerabilidad del vehículo ante esta situación. Se plantean distintas posibles soluciones que tendrán que ser analizadas para poder llegar a la solución óptima que permita determinar si la adaptación del vehículo al ambiente C-IED es viable sin alterar sus capacidades de alta movilidad.			
<b>Objetivos y requisitos del proyecto:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer la amenaza a la que se podría enfrentar el vehículo.</li> <li>• Determinar las limitaciones del vehículo.</li> <li>• Plantear las posibles soluciones.</li> <li>• Analizar ventajas y desventajas de las soluciones propuestas.</li> <li>• Comparar las líneas de acción obtenidas en el apartado anterior.</li> <li>• Justificar la solución obtenida.</li> </ul>			
<b>Entregables / Hitos:</b>		<b>Fecha inicio - Fecha fin</b>	
<b>M0</b>	Planificación del proyecto	02/09/22 - 07/09/22	
<b>M1</b>	Recopilación y análisis bibliográfico	07/09/22 - 28/09/22	
<b>M2</b>	Estudio de viabilidad	28/09/22 - 07/10/22	
<b>M4</b>	Redacción de introducción, objetivos y metodología	10/10/22 - 17/10/2022	
<b>M5</b>	Redacción de análisis y resultados	18/10/2022 - 24/10/22	
<b>M6</b>	Aplicación del Método de Jerarquización Analítica	24/10/22 - 26/10/22	
<b>M7</b>	Desarrollo metodología DAFO	26/10/2022 - 28/10/2022	
<b>M8</b>	Obtención de conclusiones	01/11/22 - 14/11/22	
<b>M9</b>	Revisión de la memoria	15/11/22 - 29/11/22	
<b>M10</b>	Entrega de la memoria	30/11/2022	
<b>Riesgos de alto nivel:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Debido a la reciente obtención del vehículo, no encontrar expertos sobre él.</li> <li>• No recibir las respuestas de las encuestas en los plazos establecidos.</li> <li>• No encontrar información suficiente sobre el tema.</li> <li>• Imposibilidad de contactar o reunirse con los expertos.</li> <li>• Antitesis de opiniones de los expertos.</li> </ul>			
<b>Aprobación:</b>		<b>Fecha</b>	
Teniente Coronel D. Carlos Luis Ruiz López		05/09/2022	



## DIAGRAMA DE GANTT

	📅	Nombre	Duración	Terminado	Inicio	Predecesores
1	✅	Planificación del proyecto	4 days	7/09/22 17:00	2/09/22 8:00	
2	📅✅	Recopilación y análisis bibliográfico	16 days	28/09/22 17:00	7/09/22 8:00	1
3	📅✅	Estudio de viabilidad	8 days	7/10/22 17:00	28/09/22 8:00	2
4	📅✅	Redacción de la introducción, objetivos y meto...	6 days	17/10/22 17:00	10/10/22 8:00	3
5	📅✅	Redacción del análisis y resultados	5 days	24/10/22 17:00	18/10/22 8:00	4
6	📅✅	Aplicación del AHP	3 days	26/10/22 17:00	24/10/22 8:00	5
7	📅✅	Desarrollo del DAFO	3 days	28/10/22 17:00	26/10/22 8:00	6
8	📅✅	Obtención de conclusiones	9,875 days	14/11/22 17:00	1/11/22 9:00	7;6
9	📅✅	Revisión de la memoria	10,875 days	29/11/22 17:00	15/11/22 9:00	8
10	📅✅	Entrega de la memoria	1 day	1/12/22 9:00	30/11/22 9:00	9

