

Trabajo Fin de Grado

Adquisición de un sistema de protección activa para
el Leopardó 2E

Acquisition of an active protection system for
Leopardo 2E

Autor

Jorge Moneva Ajenjo

Director/es

Director académico: Dra. Dña. Noelia Garijo Millán
Director militar: Cap. D. Alberto Manzanera Echeгойen

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar
Año 2020

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, me gustaría agradecer la dedicación y colaboración prestada por el Regimiento de Caballería Montesa nº 3, concretamente a todo el personal del 1º Escuadrón del Grupo Cazadores de África I, con especial mención al Sargento 1º Tellez y al Teniente De Diego por toda la información facilitada.

Del mismo modo agradecer al Capitán Manzanera, jefe de este Escuadrón y tutor militar del presente trabajo, su dedicación y atención completa. También a la Dra. Garijo, quien ha sido parte fundamental en el desarrollo del trabajo.

Por último, dar las gracias a todas y cada una de las personas que me han brindado su ayuda, apoyo y aliento durante este largo camino, especialmente mi familia, sin las cuales no habría podido alcanzar mi meta.

RESUMEN

En las últimas décadas se ha producido un gran salto tecnológico en la Industria de Defensa, desarrollando sofisticados sistemas de armas, municiones cada vez más potentes y con capacidad de seguimiento, etc. Esto ha provocado una vulnerabilidad de los carros de combate actuales que debe ser suplida. Sin embargo, las características propias de los carros de combate conllevan limitaciones de tamaño y peso a la hora de aumentar su protección. Esta problemática ha conducido al desarrollo de los Sistemas de Protección Activa.

Este trabajo consiste en la planificación del proceso de Adquisición de un Sistema de Protección Activa para el carro de combate español Leopard 2E. Con esta adquisición se pretende modernizar este vehículo, otorgándole una serie de capacidades que le van a permitir mejorar su operatividad tanto en los conflictos actuales como los futuros.

Para planificar este proceso se ha realizado un análisis tanto del carro Leopard 2E como de los conflictos. Además, apoyándome en la metodología Project Management Body of Knowledge (PMBOK), se ha planificado temporalmente todo el proceso, así como se ha realizado un análisis de riesgos de éste y una planificación de la calidad del sistema. Para la selección del sistema se ha recurrido a un estudio de mercado centrado en los sistemas de protección activa junto con un análisis de sus proveedores. Tras este estudio, el sistema propuesto para su Adquisición es el sistema israelí Trophy de la empresa Rafael. A partir de la propuesta, se ha realizado una estimación del coste de la Adquisición y se ha realizado una gestión del mantenimiento del sistema, el cual será realizado por la empresa Cohemo SL. Por último, después de analizar la viabilidad de la expansión del proyecto, el sistema también podría ser instalado e integrado en los carros de combate Leopard 2A4.

Palabras Clave: Sistemas de Protección Activa, seguridad, carro de combate y Leopard 2E.

ABSTRACT

In last decades, there has been a great technological advanced in Defense Industry, in which complex weapons systems have been developing and powerful munitions with the capability of following targets have been appearing, among other things. For that reason, nowadays, main battle tanks are more vulnerable which must be resolved. However, the characteristics of main battle tanks come with limitations about the size and weight of them when protection intents to be increased. The development of the Active Protection Systems has allowed to solve this problem.

This paperwork consists of planning the process to acquire an Active Protection System for the Spanish main battle tank Leopard 2E. This acquisition aims to modernize and to provide this vehicle with some capabilities which will improve its operability for using it in current and future conflicts.

An analysis of both, Leopard 2E and conflicts, has been carried out to plan this process. Furthermore, it has been planned temporarily accompanied by a risk analysis and a quality planning of the system, all of that based on the PMBOK methodology. The system selection has been based on a market study which has been focused on Active Protection Systems together with an analysis of their suppliers. Following this study, the system proposed is the Israeli Trophy system from Rafael company. Then, a cost estimate of the acquisition has been made and a management of the system maintenance, which will be carried out by Cohemo SL company, has been carried out. Finally, and after analyzing the expansion of the project viability, new system could also be installed and integrated in the main battle tank Leopard 2A4.

Keywords: Active Protection System, security, main battle tank and Leopard 2E.

ÍNDICE

RESUMEN	II
ABSTRACT	III
ÍNDICE	IV
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VI
ÍNDICE DE TABLAS	VI
ÍNDICE DE GRÁFICOS	VI
LISTADO DE ABREVIATURAS	VII
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. ANTECEDENTES	1
1.2. OBJETIVO Y ALCANCE	2
<i>Stakeholders</i>	3
1.3. METODOLOGÍA	4
1.4. ESTRUCTURA DE LA MEMORIA	6
2. ANÁLISIS DEL LEOPARDO 2E Y LOS SISTEMAS DE PROTECCIÓN ACTIVA	6
2.1. UNA NUEVA FORMA DE CONFLICTO	7
2.2. ANÁLISIS Y EVOLUCIÓN DEL LEOPARDO 2E Y EL LEOPARD 2A4	10
2.3. TIPOS DE SISTEMAS DE PROTECCIÓN ACTIVA	14
3. PROCESO DE ADQUISICIÓN: PLANIFICACIÓN INICIAL	15
3.1. PLANIFICACIÓN TEMPORAL DEL TRABAJO	15
3.2. PLANIFICACIÓN DE LOS RECURSOS HUMANOS.....	17
3.3. PLANIFICACIÓN DE LA CALIDAD	18
<i>Aprobación de los requisitos del APS</i>	18
<i>Aprobación del desarrollo del proceso de Adquisición</i>	18
3.4. ANÁLISIS DE RIESGOS	19
4. PLAN DE GESTIÓN DE LA ADQUISICIÓN: SELECCIÓN Y ANÁLISIS	21
4.1. ESTUDIO DE MERCADO.....	21
4.2. COMPARATIVA Y DECISIÓN	24
4.3. PROCESO DE OBTENCIÓN DEL MINISDEF.....	25

4.4.	ESTIMACIÓN DE COSTES.....	26
	<i>Mesa de contratación</i>	27
	<i>Contrato</i>	27
4.5.	GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO.....	28
4.6.	EXPANSIÓN DEL ALCANCE DEL PROYECTO: IMPLANTACIÓN DEL APS EN EL LEOPARD 2A4	28
5.	CONCLUSIONES	28
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	30
7.	ANEXOS	32
7.1.	ANEXO A. ESTRUCTURA DE DESGLOSE DEL TRABAJO	32
7.2.	ANEXO B. DIAGRAMA DE GANTT	33
7.3.	ANEXO C. CARACTERÍSTICAS DEL LEOPARDO 2E Y LEOPARD 2A4.....	34
7.4.	ANEXO D. ENCUESTA DE LA FASE DE PRUEBA PARA LAS TRIPULACIONES.	35
7.5.	ANEXO E. PROGRAMA DEL CURSO DE INSTRUCCIÓN DE TRIPULACIONES EN EL APS.....	36
7.6.	ANEXO F. RISK ASSESMENT – MEASURE LIST	43
7.7.	ANEXO G. ESTUDIO DE MERCADO DE LOS APS.....	44
7.8.	ANEXO H. RADAR CHARTS DE EVALUACIÓN INDIVIDUAL DE LAS EMPRESAS.	45

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Matriz interés-influencia de Stakeholders del ámbito del TFG realizado. Fuente: Elaboración propia.	4
Ilustración 2. Diagrama de las herramientas PMBOK empleadas en el TFG realizado. Fuente: Elaboración propia.	5
Ilustración 3. Diagrama Causa-Efecto. Fuente: Elaboración propia	8
Ilustración 4. Modelo de Kano	9
Ilustración 5. Matriz de debilidades y fortalezas obtenida mediante el análisis, tanto interno como externo del Ejército español, del carro de combate Leopard 2E y de su empleo táctico. Fuente: Elaboración propia.	11
Ilustración 6. Esquema de los principales sistemas de protección activa que existen. Fuente: Elaboración propia. Imágenes obtenidas de Internet	15
Ilustración 7. Cronograma de distribución de fases del proceso de adquisición junto con sus paquetes de trabajo. Fuente: Elaboración propia.	16
Ilustración 8. Vehículos afectados en cada fase de la integración del APS en las Unidades. Fuente: Elaboración propia.	17
Ilustración 9. AMFE del proceso de Adquisición.	19
Ilustración 10. Matriz de probabilidad e impacto	20
Ilustración 11. Funcionamiento del Trophy APS de misiles antibalísticos, donde se puede observar la "cúpula" de protección que ofrece de 360° alrededor del vehículo. Fuente: Imagen obtenida de la página web de la empresa Rafael.	25
Ilustración 12. EDT del Proceso de Adquisición de un APS para el Leopard 2E	32
Ilustración 13. Diagrama de Gantt. Fuente: Elaboración propia mediante aplicación ProjectLibre	33
Ilustración 14. Risk Assesment - Measure List. Listado de riesgos y medidas adoptadas.	43

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. APS seleccionados del estudio de mercado	22
Tabla 2. Matriz ponderada de decisión para la elección del APS a adquirir. Fuente: Elaboración propia.	24
Tabla 3. Características del Leopard 2E y el Leopard 2A4. Fuente: Perfiles IDS: Presente y futuro de los medios acorazados españoles. Pág. 25.	34
Tabla 4. APS existentes en el mercado	44
Tabla 5. Rúbrica para el análisis de las empresas proveedoras en las diferentes áreas de estudio. Fuente: Elaboración propia.	47

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Evaluación de los proveedores del APS	23
Gráfico 2. Evaluación de la empresa ADS	45
Gráfico 3. Evaluación de la empresa ARTIS	45
Gráfico 4. Evaluación de la empresa IMI	46
Gráfico 5. Evaluación de la empresa RAYTHEON. Fuente: Elaboración propia.	46

LISTADO DE ABREVIATURAS

AMFE	Análisis Modal de Fallos y Efectos
APAM	Antipersonal y Antimaterial
APQP	Planificación Avanzada de la Calidad en Productos
APS	Sistemas de Protección Activa
BMS	Sistema de Gestión del Campo de Batalla
CAB	Caballería
CESA	Consejo Económico y Social de Aragón
CIS	Sistemas de Información y Telecomunicaciones
CNI	Centro Nacional de Inteligencia
DDN	Directiva de Defensa Nacional
DGAM	Dirección General de Armamento y Material
EDT	Estructura de Desglose de Trabajos
EEUU	Estados Unidos
EFP	Proyectiles Formados por Explosión
ET	Ejército de Tierra
FAS	Fuerzas Armadas
FS	Finish to Start
HEAT	Carga hueca
HEAT-MP	Carga Hueca Multipropósito
HEF	Rompedora de Fragmentación Controlada
HP	Caballo de Fuerza
IED	Artefacto Explosivo Improvisado
IMI	Israel Military Industries
IR	Infrarrojo
ISTAR	Intelligence, Surveillance, Target, Acquisition, Reconnaissance
MALE	Mando de Apoyo Logístico del Ejército de Tierra
MBT	Carro de Combate
MINISDEF	Ministerio de Defensa
NPR	Número Prioritario de Riesgo
NRBQ	Nuclear, Radiológica, Biológica y Química
OTAN	Organización del Tratado del Atlántico Norte
PDAM	Política de Armamento y Material
PELE	Perforante con Efecto Lateral Potenciado
Peri	Periscopio
PERT	Project Evaluation and Review Techniques
PMBOK	Project Management Body of Knowledge
PMI	Project Management Institute
PU	Pequeñas Unidades
RAC	Regimiento Acorazado
RC	Regimiento de Caballería
RPG	Lanzagranadas Antitanque de Mano
SIMACET	Sistema de Mando y Control
SS	Start to Start
UE	Unión Europea

[PÁGINA INTENCIONADAMENTE EN BLANCO]

1. Introducción

Esta memoria recoge los resultados del Trabajo Fin de Grado (TFG) con título “Adquisición de un sistema de protección activa para el Leopard 2E” realizado en el Regimiento de Caballería Montesa nº 3 ubicado en Ceuta y que tiene como objetivo la planificación y gestión de un proceso de adquisición para la modernización de los carros de combate Leopard 2E, dotándoles de un sistema de protección activa.

1.1. Antecedentes

Los Sistemas de Seguridad Activa o APS, de sus siglas en inglés *Active Protection Systems*, de los carros de combate, son sistemas desarrollados para aportar protección a medios blindados, complementando al blindaje pasivo de los vehículos. Los APS incrementan en gran medida las capacidades de supervivencia de los vehículos blindados, especialmente frente a los misiles anticarro y a los lanzagranadas, aspirando en el futuro a tener la capacidad de neutralizar todas las amenazas en vuelo dirigidas contra estos medios.

Cada vez más, los Ejércitos de las primeras potencias mundiales [1] empiezan a prestar atención y a adquirir sistemas para proteger a las tripulaciones de los carros, no conformándose únicamente con el blindaje. Además, la evolución de los sistemas de armas ha provocado que los carros de combate (MBT, de sus siglas en inglés *Main Battle Tank*) estén cada vez equipados con armas más desarrolladas, potentes y sofisticadas; ante lo cual, los fabricantes han encontrado dificultades a la hora de aumentar la protección de los vehículos mediante mejoras y aumento del blindaje exclusivamente. Toda esta evolución tecnológica ha provocado un claro estancamiento en el desarrollo de los vehículos blindados y de los carros de combate debido a que los vehículos son demasiado pesados para añadirles nuevas prestaciones.

Por todo ello, hoy en día se busca aumentar la protección sin aumentar el blindaje, y por ende el peso. La solución que ha dado la industria armamentística a esta cuestión ha sido la instalación de APS. La evidencia de la necesidad de estos sistemas se produjo con la aparición de amenazas que superaban ampliamente el blindaje balístico convencional [2]. Por ejemplo, el misil contracarro 9M133 *Kornet* es capaz de neutralizar a todos los carros modernos provistos con blindaje reactivo explosivo. Si bien es cierto que el blindaje frontal de los carros de combate es capaz de detener a la mayoría de los misiles contracarro, proteger completamente el vehículo añadiendo más blindaje es completamente inviable por el problema que presenta el peso, como se ha comentado anteriormente. Además, los lanzagranadas, como por ejemplo el conocido RPG (Lanzagranadas

Antitanque de Mano, conocido por sus siglas en ruso), han adquirido una gran importancia en los conflictos asimétricos debido a su bajo coste y a la amenaza que suponen para los carros de combate por su peligrosidad, tan alta como la de los misiles.

En cuanto al ámbito de aplicación este trabajo se encuentra enmarcado dentro de las unidades del Arma de Caballería del Ejército de Tierra (ET) que tienen en dotación carros de combate Leopard 2E. Estas unidades serían el Regimiento Acorazado (RAC) Pavía 4, el RAC Córdoba 10, el RAC Castilla 16 y el RAC Alcazar de Toledo 61. Dado que las prácticas externas las realizo en el Regimiento de Caballería (RC) Montesa 3 y que, tanto esta unidad como el RC Alcántara 10, disponen de carros Leopard 2A4 en dotación, también estudiaré la posibilidad de ampliar el proyecto a estas dos unidades. En total, el proyecto involucra a 52 vehículos del tipo Leopard 2E. En caso de ampliar el proyecto al Leopard 2A4, éste afectaría a 26 vehículos más del citado tipo.

1.2. Objetivo y alcance

El origen de este trabajo es una propuesta de mejora de la protección del carro de combate Leopard 2E debido a la aparición de nuevas amenazas surgidas en los nuevos conflictos asimétricos [3], los cuales van a marcar la línea de los conflictos armados futuros, y al desarrollo de evolucionados carros de combate como el T-14 *Armata* que suponen una amenaza a tener cuenta. Personalmente, elegí desarrollar este trabajo para contribuir a la evolución y desarrollo del Arma de Caballería (CAB) a través de la actualización tecnológica que supondría la adquisición de un sistema de protección activa para el Leopard 2E puntero en el mercado que situaría al carro español a la altura de los carros de combate más modernos. Otra de las razones de su elección fue para conocer a fondo los sistemas de protección activa que van a imperar en los futuros campos de combate y en los futuros conflictos, de cara a desempeñar mi función como Teniente con destreza y diligencia.

En el presente trabajo se pretende realizar un estudio y planificación de la adquisición de un sistema de protección activa para el Leopard 2E. Como finalidades secundarias se desprenden:

- Estudiar las vulnerabilidades y carencias en protección que presenta actualmente el Leopard 2E.
- Planificar la integración del nuevo APS en las Unidades.
- Realizar un análisis del mercado para conocer cuáles son los APS presentes hoy en día en los carros de combate de nuestro entorno.
- Conocer las prestaciones y limitaciones de los APS actuales.

El alcance inicial del proyecto incluye un estudio del carro de combate Leopard 2E y de los sistemas de protección activa, el cual servirá de base para establecer las necesidades del vehículo. Además, el trabajo también incluye la planificación inicial del proceso de adquisición y el plan de gestión de la adquisición, con sus correspondientes paquetes de trabajo. Fuera del alcance del proyecto se encontrarían las fases de ejecución y control de la adquisición. Todo ello ha quedado reflejado en la Estructura de Desglose de Trabajos (EDT) del **Anexo A**.

Stakeholders

Dentro del estudio del alcance del proyecto también se quiere identificar a los stakeholders, que son todas las personas y organizaciones involucradas en el proyecto y cuyos intereses pueden verse afectados de manera positiva o negativa por la ejecución de éste. Identificamos como parte interesada:

- Empresas de la Industria Armamentística: su actividad económica engloba la venta de APS.
- Subdirección General de Adquisiciones de Armamento y Material: encargada de la gestión de adquisiciones. Perteneciente a la Dirección General de Armamento y Material (DGAM) del Ministerio de Defensa (MINISDEF).
- Unidades de Caballería con Leopard 2E en plantilla: unidades de CAB que contienen en sus plantillas orgánicas carros de combate tipo Leopard 2E.
- Tripulaciones de carro de combate: personal de tropa y mandos que tripulan el carro de combate y harán uso del sistema.
- Aliados de la Organización del Tratado del Atlántico Norte (OTAN): Fuerzas Armadas (FAS) de la OTAN junto a las cuales se practica la interoperabilidad y la instrucción multinacional para el combate conjunto.
- Potencias rivales: FAS de potencias globales que pueden suponer una amenaza nacional.
- Insurgentes: FAS no regulares presentes en conflictos híbridos y en conflictos asimétricos las cuales suponen una amenaza.
- Terroristas: organizaciones terroristas que pueden intentar hostigar a las FAS españolas mediante acciones violentas y/o atentados.

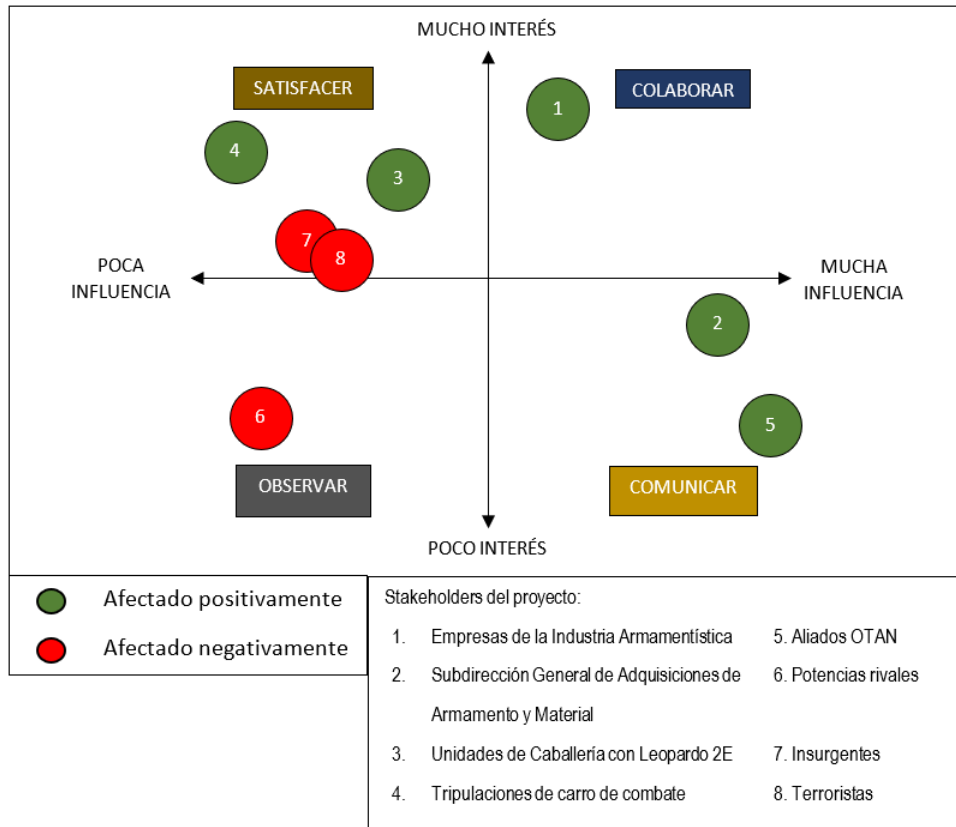


Ilustración 1. Matriz interés-influencia de Stakeholders del ámbito del TFG realizado. Fuente: Elaboración propia.

Para clasificar a los stakeholders involucrados en el proyecto se hará según sus niveles de interés y poder sobre él. Para ello se utilizará una herramienta de análisis que facilite la priorización de los que sean más importantes para desarrollar así las estrategias de gestión convenientes. En la **Ilustración 1** se puede observar como los stakeholders que están afectados negativamente tienen muy poca influencia sobre el proyecto, al igual que poco interés. Los afectados positivamente se dividen en dos grupos: los que tienen mucha influencia, pero poco interés (Subdirección de la DGAM y los Aliados OTAN); y los que, por el contrario, tienen interés, pero poca influencia (Empresas de la Industria Armamentística, las Unidades de Caballería y las Tripulaciones).

1.3. Metodología

Para la realización de este proyecto me he apoyado en la metodología Project Management Body of Knowledge (PMBOK) [4] creada por el Project Management Institute¹ (PMI). Sin

¹ Sitio web del PMI: <https://www.pmi.org>

embargo, el proyecto se va a limitar a la Planificación de la Adquisición, quedando fuera de él tanto la Ejecución como el Control de la Adquisición debido a la limitación, tanto en espacio como tiempo, del Trabajo. Dentro de la Planificación del proceso de Adquisición se incluye un análisis específico del tema tratado con un estudio del estado del carro Leopardo 2E y los sistemas de protección activa, una Planificación Inicial y un Plan de Gestión de la Adquisición.

En cuanto a las herramientas empleadas, se han analizado los Stakeholders del proyecto mediante una matriz interés-influencia en la introducción. El apartado de análisis recoge las herramientas del diagrama causa-efecto, el Modelo de Kano y la Matriz de debilidades y fortalezas. La planificación inicial de la Adquisición contiene una planificación temporal, para la cual se ha empleado una Estructura de Desglose de Trabajos (EDT), y un Diagrama de Gantt junto a un cronograma. En este mismo apartado se ha empleado un Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE) para la planificación de la calidad, y se ha realizado un análisis de riesgos. Por último, en el Plan de Gestión de la Adquisición se han realizado varios radar chart, una Matriz ponderada de evaluación y una estimación de costes con la Técnica de Revisión y Evaluación de Proyectos (PERT). Todo ello ha quedado reflejado en la **Ilustración 2**.

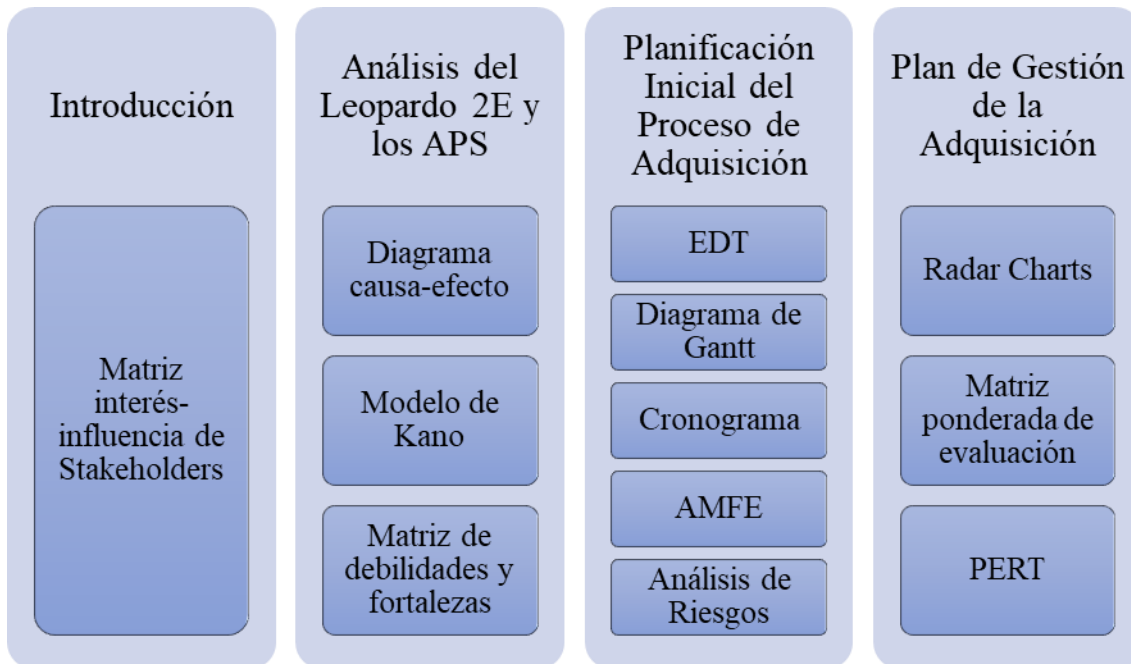


Ilustración 2. Diagrama de las herramientas PMBOK empleadas en el TFG realizado. Fuente: Elaboración propia.

Las fuentes de información de este trabajo se han basado en entrevistas con expertos en el tema, en este caso, tanto oficiales como suboficiales y personal de tropa de la unidad donde he realizado las prácticas externas: RC Montesa 3. Además, también se ha empleado documentación

obtenida tanto en Intranet, especialmente revistas, documentos de análisis de medios y tendencias, y manuales; como en Internet.

He decidido emplear esta metodología porque mi proyecto se adapta perfectamente a la fase de Planificación de la metodología PMBOK, teniendo que prescindir de las fases de Ejecución y Control por falta de tiempo.

1.4. Estructura de la memoria

La memoria de este proyecto se ha estructurado en cinco partes diferenciadas. La primera de ellas sería la presente introducción, en la cual se contextualiza y se justifica el proyecto de la adquisición de un APS para el Leopard 2E, además de aportar información específica del tema escogido necesaria para la comprensión del trabajo. A continuación, el trabajo recoge un estudio del estado de los sistemas de protección pasiva gracias al cual se aportará información sobre la evolución y desarrollo que han sufrido estos sistemas hasta la actualidad.

En el tercer punto se realizará la planificación inicial del Proceso de Adquisición, desarrollando una planificación temporal del proyecto, así como de los recursos humanos involucrados en él. Además, incluirá una planificación de la calidad y un análisis de riesgos. En el cuarto punto se establecerá un Plan de Gestión de la Adquisición constituido por el estudio del mercado, que aportará la información necesaria para la toma de decisión en la elección del Sistema de Protección Activa a adquirir; por el proceso de obtención del Ministerio de Defensa, apoyado en la legislación vigente, y por una gestión de costes y del mantenimiento del sistema. Finalmente, se planteará la posibilidad de expandir el proyecto e implantar el sistema en los vehículos Leopard 2A4 también, y se expondrán las conclusiones obtenidas del estudio del tema.

2. Análisis del Leopard 2E y los sistemas de protección activa

Desde aquellos carros de combate lentos y estrechos que cruzaron el Somme hace más de un siglo hasta los carros de combate actuales, dotados de alta tecnología, ha habido un gran salto a nivel evolutivo y de desarrollo en este tipo de sistemas de armas. Sin embargo, bien es cierto que en la actualidad se ha producido un estancamiento en la evolución de carros de combate [5]. Hoy en día, todos comparten una serie de características comunes: un blindaje compuesto, un cañón de 120 o 125 mm, motor de turbina diésel o de gas con unos 1000 a 1500 caballos de fuerza (HP, de sus siglas en inglés *Horse Power*), sistema contraincendios, etc. (Ver **Anexo C**).

El principal motivo de este estancamiento, en el cual han convergido los diseños de los carros de combate de la mayor parte de ejércitos del mundo, ha sido el peso. Los carros de combate modernos son demasiado pesados para incorporarles capacidades innovadoras. Estados Unidos (EEUU) [1] se ha posicionado a la cabeza de los intentos por superar este estancamiento rediseñando la guerra blindada, buscando equilibrar la protección con los requisitos ofensivos requeridos. La dificultad de alcanzar esta idea ha conllevado que la mayor parte de proyectos americanos de esta índole hayan acabado en sobre peso del vehículo y sobre costes. Sin embargo, a partir de esta inversión en desarrollo y estudio de los carros de combate, se ha alcanzado lo que, hoy en día, es una posible solución: los Sistemas de Protección Activa (APS). Para analizar adecuadamente el APS, es necesario revisar las nuevas formas de conflicto que existen actualmente y, sobre todo, las necesidades que se quieren cubrir con el APS. Adicionalmente, se centrará el estudio en el carro de combate Leopard 2E, para el cual va a ser adquirido el sistema.

2.1. Una nueva forma de conflicto

Según Carlos Galán [6], un conflicto híbrido es una *“situación en la cual las partes se abstienen del uso abierto de la fuerza (armada) y actúan combinando la intimidación militar (sin llegar a un ataque convencional) y a la explotación de vulnerabilidades económicas, políticas, tecnológicas y diplomáticas”*. El empleo de acciones híbridas ha ido aumentando en frecuencia e intensidad en los últimos tiempos [7], dando origen al concepto de “zona gris”. Este término lo describe Ana Salas Cuevas [8] como un *“estado de tensión alternativo a la guerra, operando en una etapa de paz formal”* y centra el conflicto en la sociedad civil, recayendo su coste directamente sobre la población. Las principales amenazas de los carros actuales en combate convencional son los misiles y minas anticarro, las bombas de gran tamaño e impactos directos de la artillería, siendo la más importante la amenaza aérea. Las causas de las carencias presentes en los carros de combate actuales quedan reflejadas en el diagrama causa-efecto de la **Ilustración 3**.

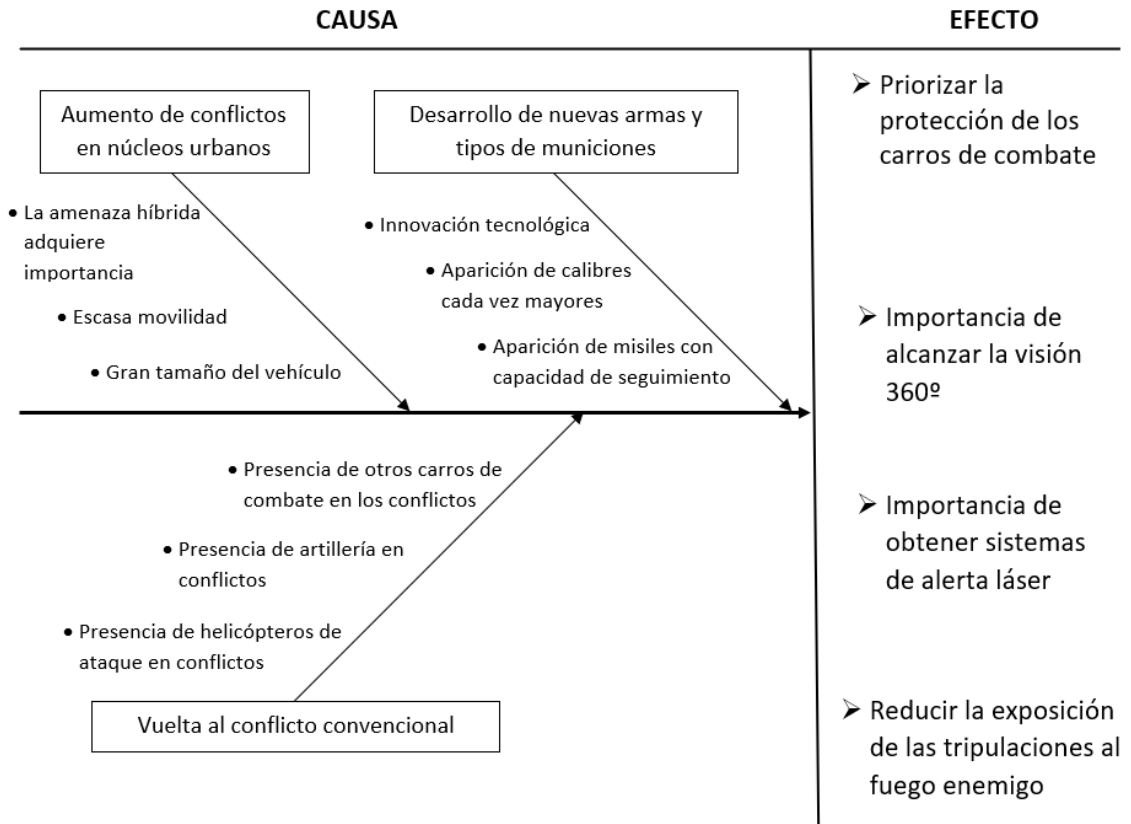


Ilustración 3. Diagrama Causa-Efecto. Fuente: Elaboración propia

En cuanto a conflictos híbridos [6], las principales amenazas extraídas de las lecciones aprendidas de los ejércitos modernos son los artefactos explosivos improvisados (IED), lanzagranadas de tipo RPG, las multitudes civiles empleadas por fuerzas irregulares para obtener protección entre los “no combatientes” y la importancia adquirida en estos conflictos de la sorpresa por parte del enemigo. Esta sorpresa sumada al creciente peso de los núcleos urbanos como escenarios de conflicto, algo a tener en cuenta debido a la escasa movilidad que presentan los carros en estos entornos por su tamaño, y combinada con el empleo de los “no combatientes” por parte de las fuerzas irregulares para cometer emboscadas y/o ataques terroristas, hacen que hoy en día el carro de combate sea especialmente vulnerable en estos entornos. Además, el gran tamaño de los carros hace que, actualmente, se conviertan en un excelente blanco, tanto para las armas actuales como las futuras.

Todas estas amenazas convencionales, actuales y futuras conllevan una serie de necesidades que deberá cubrir el nuevo sistema a adquirir. Estas necesidades se han reflejado en un Modelo de Kano en la **Ilustración 4**.

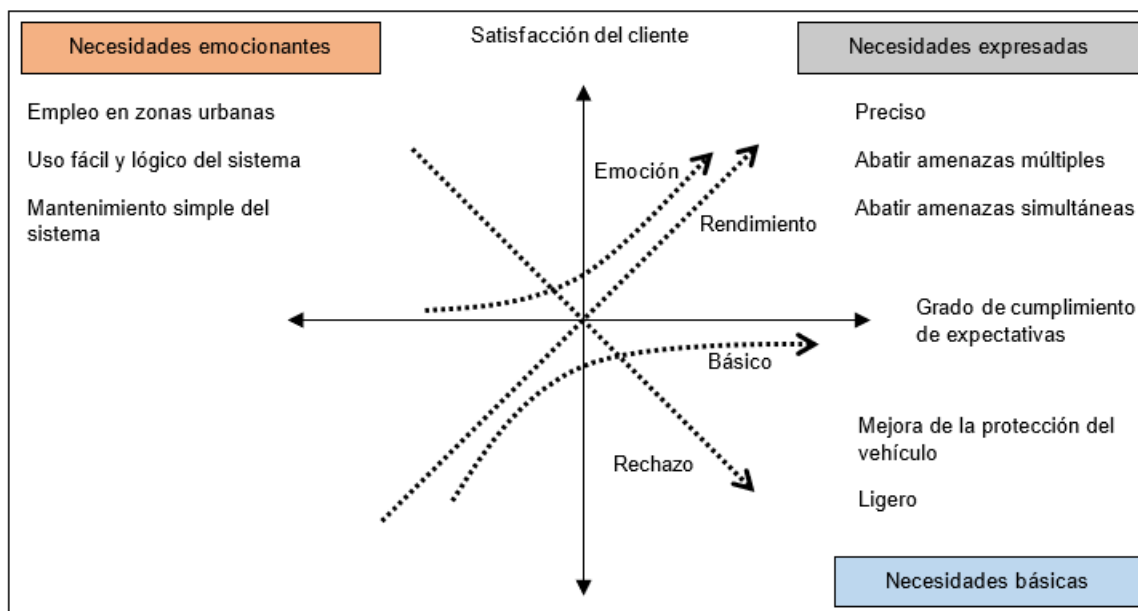


Ilustración 4. Modelo de Kano

En cuanto a las necesidades, que debe cumplir el APS adquirido destaca, entre las básicas, la mejora de la protección del vehículo sin aumentar el tamaño de éste. Estas necesidades deben ser cumplidas con obligatoriedad, pues el cliente asume que son imprescindibles y el hecho de no alcanzar estos objetivos provocaría una insatisfacción en las unidades. Estas necesidades básicas sería que mejore la protección del carro de combate a la vez que no aumente de forma considerable el peso del vehículo. De la información obtenida a partir de entrevistas con expertos, en este caso con el personal de tropa y suboficiales del Regimiento de Caballería Montesa nº 3, se han extraído una serie de necesidades expresadas. Estas necesidades al cumplirse, las unidades recibirían el sistema con gran satisfacción mientras que, si no se cumplen, tampoco se consideran incondicionales, es decir, no son excluyentes. Entre estas necesidades podemos considerar la precisión del sistema y la posibilidad de abatir amenazas tanto múltiples como simultáneas. Es importante que el APS a adquirir, sea preciso puesto que de ello dependerán enormemente los daños colaterales que pueda ocasionar. Del mismo modo los sistemas de armas actuales pueden lanzar varios proyectiles contra el carro, incluso de forma simultánea, es importante que el APS sea capaz de repeler estos ataques. Por último, el empleo fácil y lógico del sistema, su uso para combate en zonas urbanizadas y que el sistema tenga una instalación y un mantenimiento sencillo, junto con ser bajo en costes, son consideradas como necesidades emocionantes. Es decir, las unidades no esperan que se cumplan, pero en el caso que así fuera estarían muy satisfechas. La satisfacción de estas necesidades permitirá que el sistema se integre con facilidad en las unidades, optimizando el tiempo y los recursos económicos disponibles, y permitiendo alcanzar una operatividad táctica del sistema

sostenida en el tiempo. Una forma de que el sistema pueda ser empleado con eficacia en un entorno urbano sería lograr una visión de 360° del vehículo, logrando también una buena visión en altura.

2.2. Análisis y evolución del Leopard 2E y el Leopard 2A4

En diciembre de 1998, el Ministerio de Defensa firmó un contrato con la empresa Santa Bárbara Sistemas para el suministro de 219 carros [5] de combate Leopard 2E con su correspondiente apoyo logístico, el cual incluía una completa colección de simuladores. A pesar de que la entrega de los vehículos estaba prevista entre 1999 y 2007, diversos motivos provocaron numerosos retrasos en el programa, finalizando las recepciones en el año 2010. Sus características técnicas principales se encuentran recogidas en el Anexo C. Previamente a la adquisición del Leopard 2E, se utilizaron los carros Leopard 2A4. Los Leopard 2A4 se adquirieron en 1995 y llegaron a las Unidades en 1998. Hoy en día, el RC Montesa 3 (Ceuta) y el RC Alcántara 10 (Melilla) disponen del carro Leopard 2A4 en plantilla.

En 1996 comenzaron a recibirse los 108 Leopard 2A4 alquilados al Ejército alemán [5], sin embargo, tras su adquisición definitiva se está estudiando su futuro. En un primer momento se barajó la posibilidad de transformarlos a la versión 2E, pero debido a la reducción de unidades, no se vio necesario realizar esta modificación masiva, siendo suficiente con actualizar los vehículos de los Regimientos de Caballería de Ceuta y Melilla, donde se encuentran hoy en día. Además, también se ha barajado la posibilidad de desarrollar algunas versiones especiales a partir de estos carros, como el carro de recuperación *Büffel*, el carro de zapadores *Kodiak* de la empresa finlandesa *Patria* o el carro multipropósito de la firma española TAM.

Centrándose en el Leopard 2E, el mejor modo de conocer el carro de combate y su situación actual es mediante una matriz de puntos fuertes y débiles del carro de combate y su empleo doctrinal en el Ejército español, reflejada en la **Ilustración 5**.

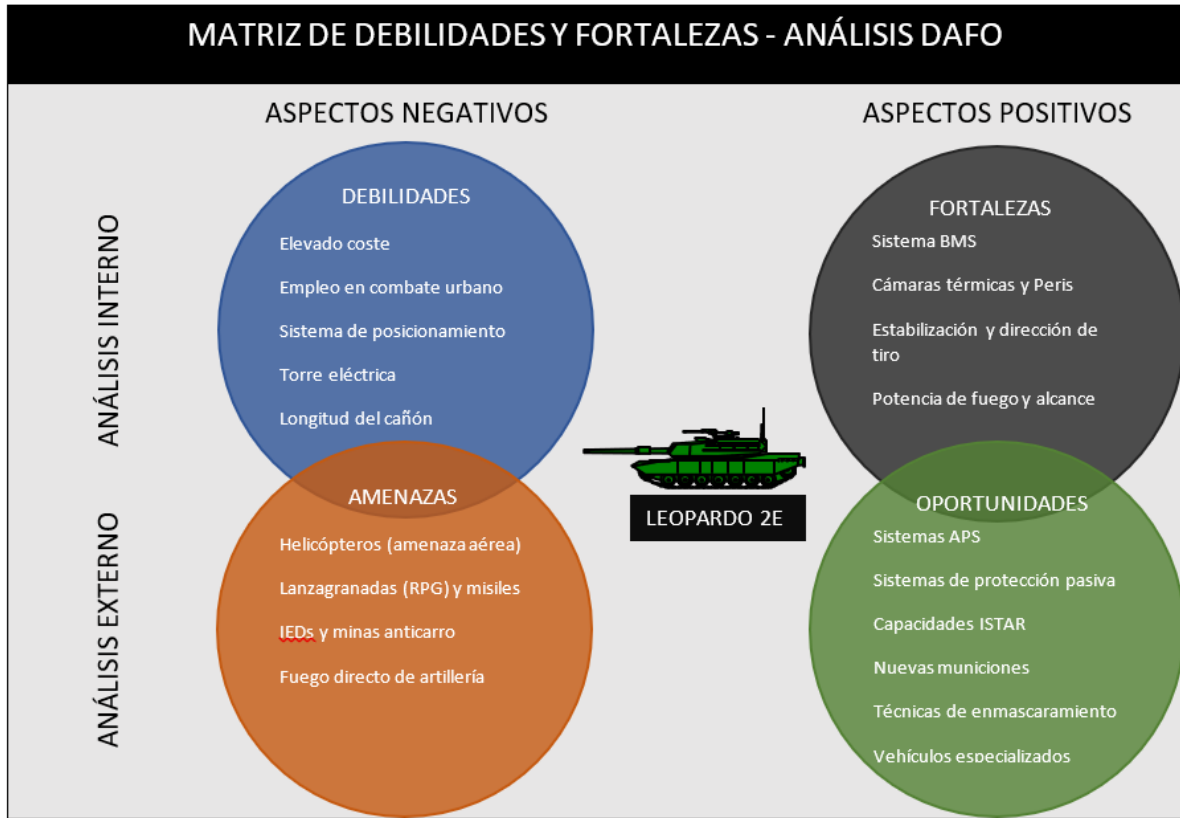


Ilustración 5. Matriz de debilidades y fortalezas obtenida mediante el análisis, tanto interno como externo del Ejército español, del carro de combate Leopard 2E y de su empleo táctico. Fuente: Elaboración propia.

En primer lugar, se comenzará exponiendo las debilidades que presenta el carro, obtenidas de un análisis de los aspectos negativos encontrados en un análisis interno de nuestro Ejército. A pesar de que su coste no es más elevado que el resto de los carros del mercado con características similares, sí es necesario tenerlo en cuenta debido a la deficiente situación económica en la que se encuentra nuestro país. La crisis económica limita mucho las posibilidades a la hora de adquirir todos los vehículos que serían necesarios para un adecuado empleo táctico y para hacer frente a las reparaciones y al mantenimiento del carro. Otra de las debilidades que presenta el carro es la falta de movilidad en zonas de combate en población por su tamaño, limitando así una de sus principales ventajas en entornos abiertos. Los entornos urbanos están adquiriendo importancia para el combate en los entornos actuales y van a ser un factor crucial en los conflictos futuros, sin embargo, los carros se encuentran muy limitados en estos entornos, no pudiendo explotar bien sus ventajas.

El sistema de posicionamiento del carro también es deficiente. A pesar de que se ha intentado solucionar con el Sistema de Gestión del Campo de Batalla (BMS), éste sigue siendo muy lento, lo que dificulta las tareas de mando y control en el combate. Los carros más modernos del mercado emplean la conexión satélite para el sistema de posicionamiento, funcionando de forma muy eficaz.

Sin embargo, España no cuenta con un satélite propio en órbita y el empleo de satélites de otras potencias supondría una importante fuga de información sensible.

Una debilidad muy importante del Leopard 2E es su torre, exclusivamente eléctrica. La mayoría de las torres de carro funcionan con un sistema electrohidráulico, sin embargo, la torre del Leopard 2E tiene un diseño que cuenta únicamente con un sistema eléctrico. Esto condiciona el empleo de la torre al buen estado de este sistema, quedando la torre inoperativa ante cualquier pequeño problema del sistema eléctrico del vehículo. Por último, la longitud del cañón supone un peligro debido a que, por sus dimensiones, se corre el peligro de hincarlo cuando se emplea en depresión. Entre las 3² y las 9, pasando por las 6, el ángulo de depresión máxima es +3° para que el cañón no golpee la barcaza, mientras que pasando por las 12 puede llegar a los -9°.

En cuanto a las amenazas obtenidas del análisis externo, cabe destacar la amenaza aérea; concretamente los helicópteros o los modernos drones de ataque, los cuales están adquiriendo especial importancia [9]. También es importante mencionar los lanzagranadas, por ejemplo, el RPG; los misiles; los IEDs; las minas anticarro; y el fuego directo de artillería.

En cuanto a los aspectos positivos del carro y su empleo, las fortalezas halladas de forma interna son su sistema BMS para el mando y control de las Pequeñas Unidades (PUs), las cámaras térmicas y Periscopios (Peris), su sistema de estabilización y su dirección de tiro, así como su cañón que le da una potencia de fuego y un alcance a la altura de los mejores carros del mercado. Estas características hacen del carro Leopard 2E un sistema de armas muy completo y de gran eficacia, dando muy buen resultado hasta la fecha, por ello se está optando por su modernización.

Por último, voy a comentar las oportunidades que nos ofrece el vehículo con respecto a nuestro entorno exterior a partir del análisis de éste. Por ejemplo, la posibilidad de instalación de APS, así como sistemas de protección pasiva. También se puede aumentar sus capacidades C⁽⁴⁾ISTAR³, vitales para los conflictos futuros [10]. Debido a la difícil situación económica actual, los avances de última generación se han basado en el desarrollo de nuevas municiones y técnicas de enmascaramiento para la actualización y mejora de los sistemas de armas actuales, lo cual es más económico que desarrollar nuevos sistemas de armas completos [11]. La incorporación de estos

² Se considera que las 12 es el frente de la barcaza.

³ Acrónimo en inglés empleado para hacer referencia a las funciones militares: C⁽⁴⁾ (*Command, Control, Communication y Computers*), I (*Intelligence*), S (*Surveillance*), T (*Target*), A (*Acquisition*), R (*Reconnaissance*).

avances supone una gran oportunidad a explotar en el Leopard 2E. Además, este carro ofrece la posibilidad de adaptarlo para realizar tareas específicas, aparte de las funciones de carro con la que ya cuenta, ejemplo de ello son las versiones de recuperación, zapadores y lanzapuentes del vehículo.

Dado el tiempo que ha pasado desde que fue diseñado el carro, en la última década se ha estudiado cómo introducir algunas mejoras e implementaciones para que esté perfectamente operativo para participar en operaciones exteriores similares a las de Irak, Afganistán, Líbano, etc.; encontrándose actualmente solo desplegado en Letonia⁴ debido a que es una misión enmarcada en un conflicto convencional. En este tipo de conflictos, y presumiblemente en los futuros, ha cobrado una especial importancia el combate en zonas urbanizadas frente a un enemigo asimétrico [6], con la capacidad de atacar a los carros en los 360° y desde posiciones elevadas, con armas como lanzagranadas tipo RPG, minas, Artefacto Explosivo Improvisado (IED), Proyectiles Formados por Explosión (EFP), etc. Por ello es necesaria la incorporación a los Leopardos 2E de sistemas de protección mejorados, como los APS, y nuevos tipos de munición, entre otras mejoras. Estos avances permitirán la adaptación de los carros de combate a estos nuevos conflictos, adaptación que será necesaria para explotar al máximo las capacidades de este tipo de vehículos, quienes marcan la diferencia en el campo de batalla.

Entre estas nuevas mejoras [5] se encuentran el Sistema de Gestión del Campo de Batalla (BMS), sustituyendo al sistema Lince tecnológicamente anticuado, compatible con el Sistema de Mando y Control (SIMACET); cámaras de TV/Térmicas que cubren todo el contorno del carro y la parte superior; módulos de coraza adicional y/o reactiva; protección anti-minas reforzada; estación de armas de control remoto sobre el techo de la torre; utilización de rejillas tipo *slat*; instalación de una hoja empujadora y aplicación de la tecnología *stealth* o de sigilo. En cuanto a la mejora de las municiones, destaco el uso de la Carga Hueca Multipropósito (HEAT-MP), la Rompedora de Fragmentación Controlada (HEF), la Perforante con Efecto Lateral Potenciado (PELE), la Antipersonal y Antimaterial (APAM), la de Metralla (*Canister*), las no letales (tienen por finalidad inmovilizar o impedir que actúen grupos de personas sin causarles daños irreparables) y los nuevos artificios para baterías *Wegmann*. Hoy en día aún no se han logrado implementar todas estas mejoras, de ahí la importancia de la adquisición de un APS que favorezca el desarrollo del vehículo.

⁴ Misión OTAN: ENHANCED FORWARD PRESENCE. Más información en: <https://ejercito.defensa.gob.es/misiones/europa/Letonia>

2.3. Tipos de sistemas de protección activa

Los principales sistemas de protección activa existentes, según el Coronel de Caballería retirado Francisco P. Fernández Mateos [12], hoy en día se pueden dividir en dos grandes grupos, como medidas no letales, o como medidas letales, entendiendo como medidas no letales a aquellas que al aplicarse interfieren de forma exitosa en los sensores de un sistema de armas. Mientras que entendemos como medidas letales a aquellas que afectan físicamente a la trayectoria de un misil o una cabeza de guerra justo antes del impacto por medio de la acción de una onda de choque y/o de la fragmentación.

Las medidas no letales se basan principalmente en interferir la firma del blanco, protegiéndolo. La firma del blanco es la firma electromagnética del objeto en el espectro ultravioleta, visual o infrarrojo (IR); así como en el rango del radar centimétrico o milimétrico, o del rango del sonar. Generalmente interfieren en la firma aumentándola o reduciéndola.

Estas medidas, a su vez, se pueden dividir en contramedidas de abordó o desechables, en función de si permanecen en la plataforma del vehículo o son eyectadas de la misma. Como sistemas que emplean medidas no letales, existen las contramedidas aéreas, las cuales pueden ser infrarrojas o radar, bengalas IR para señuelos, señuelos contra radar y pantallas de humo para interferir los telémetros láser. Además de los sistemas de defensa Nuclear, Radiológica, Biológica y Química (NRBQ), los cuales son cada vez más necesarios por la importancia que está adquiriendo este tipo de amenaza. Otros ejemplos serían también los sistemas contraincendios o los sistemas anti-explosiones.

En cuanto a las medidas letales, éstas suelen basarse en tres acciones diferentes. Las medidas letales se basan en crear una perturbación en la estabilidad de la energía cinética del penetrador, en iniciar de forma prematura una carga hueca (HEAT) o en la destrucción de la estructura del misil o el proyectil que se acerca, es decir, como la existencia de una cúpula imaginaria donde no penetrarían los misiles. Dentro de las medidas letales existentes hoy en día se encuentran los blindajes reactivos, las armas antiaéreas y los misiles antibalísticos. Todos los diferentes tipos de APS existentes han quedado reflejados en la **Ilustración 6**.

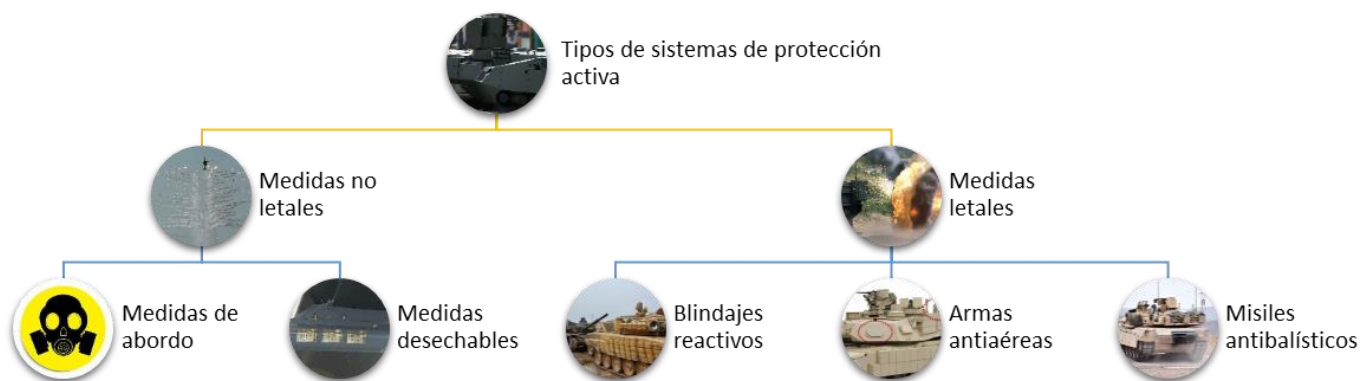


Ilustración 6. Esquema de los principales sistemas de protección activa que existen. Fuente: Elaboración propia. Imágenes obtenidas de Internet

Para concluir, el Sistema de Protección Activa que se va a adquirir en este trabajo es un sistema de medidas letales con misiles antibalísticos. Basada en toda la información previa de los carros de combate y las necesidades del Leopard 2E.

3. Proceso de Adquisición: planificación inicial

En primer lugar, a la hora de planificar el proceso de adquisición de un Sistema de Protección, es necesario establecer una planificación del tiempo que abarcará el proyecto para alcanzar una gestión óptima del mismo. Del mismo modo, es necesario planificar los recursos humanos involucrados en el proceso y la gestión de la calidad del APS. Además, en este apartado se realizará un análisis de riesgos del proyecto.

3.1. Planificación temporal del Trabajo

La gestión del tiempo se ha realizado mediante un diagrama de Gantt (Ver **Anexo B**), en el cual se ha reflejado las tareas de los paquetes de trabajo, desglosados en la EDT, distribuidos a lo largo del período de tiempo que abarca el proceso de adquisición. En dicho diagrama se muestra, además, los dos tipos de relaciones lógicas [13] que guardan los paquetes de trabajo entre sí. Una de ellas es la relación lógica Finish to Start (FS), es decir, para comenzar el siguiente se ha tenido que finalizar el anterior, y se realizan de modo secuencial. Mientras que la otra es Start to Start (SS), es decir, las tareas se pueden comenzar al empezar la predecesora, pudiendo trabajar paralelamente. Por ello el diagrama de Gantt nos permite gestionar el tiempo de forma eficiente, visualizando en

qué tareas podemos avanzar trabajo de forma paralela y qué tareas es necesario priorizar en el tiempo por su carácter secuencial.

El plan de proceso de adquisición comenzó el 20 de octubre de 2020 y finalizará el 17 de junio de 2022, tal y como viene marcado en la EDT (Ver **Anexo A**) y el diagrama de Gantt (Ver **Anexo B**), teniendo una duración menor de dos años. Las fases del proceso de adquisición son Lanzamiento del proyecto, Planificación de la Adquisición, Ejecución de la Adquisición y Control y Cierre de la Adquisición.

A pesar de que este trabajo no abarca las fases de Ejecución y Control del Proceso de Adquisición, es necesario tener en cuenta estas fases y respectivos paquetes de trabajo para la planificación temporal del Proceso de Adquisición. Esta planificación se ha llevado a cabo en el siguiente cronograma:

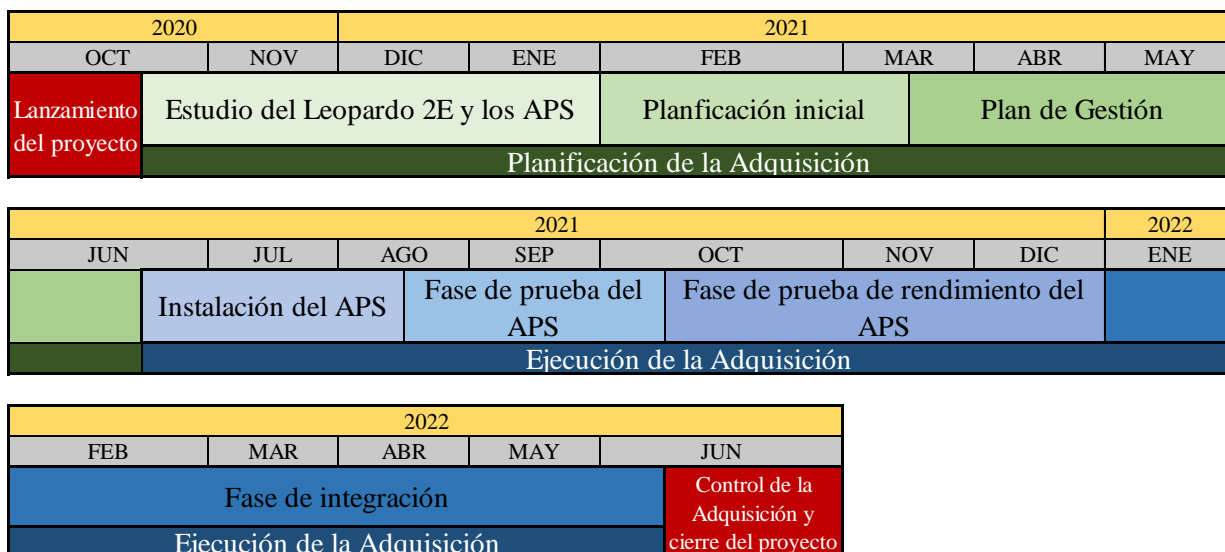


Ilustración 7. Cronograma de distribución de fases del proceso de adquisición junto con sus paquetes de trabajo. Fuente: Elaboración propia.

La **Ilustración 7** muestra la gestión del tiempo del proyecto, incluyendo las fases de la Ejecución de la Adquisición junto con el Control y cierre del proyecto. La Ejecución se caracterizará tanto por una fase de prueba técnica del sistema como otra fase de prueba de rendimiento de éste, las cuales se realizarán tras la instalación del APS en el vehículo de prueba en cada Unidad. La fase de integración está destinada a la instalación del APS en el resto de los vehículos de la plantilla, así como para la instrucción de las tripulaciones y para integrar el empleo del sistema en los procedimientos de combate de cada una de las Unidades. Los vehículos afectados por Unidad en cada una de las fases aparecen reflejados en la **Ilustración 8**:

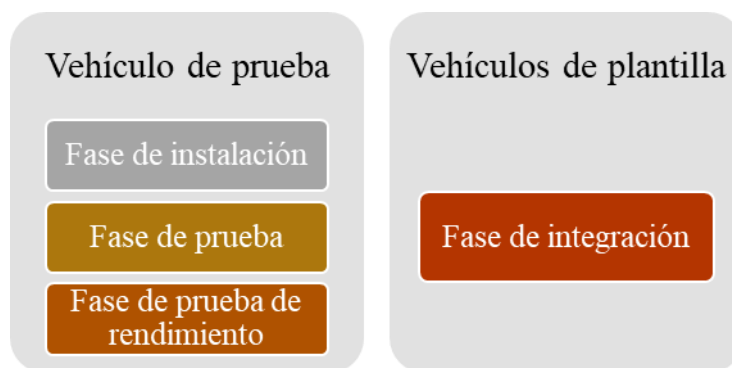


Ilustración 8. Vehículos afectados en cada fase de la integración del APS en las Unidades. Fuente: Elaboración propia.

Además, al finalizar la fase de prueba del sistema y la fase de prueba del rendimiento, tanto los cuadros de mando como el personal de tropa perteneciente a las tripulaciones del vehículo de prueba y participantes en dichas fases realizarán una encuesta no vinculante de aprobación del sistema (Ver **Anexo D**). Dichas encuestas serán empleadas para la realización de un informe por parte de cada Jefe de Unidad implicada, el cual deberá ser enviado a la DGAM antes del comienzo de la fase de integración del sistema.

3.2. Planificación de los recursos humanos

Además de realizar una planificación temporal es necesario contemplar una planificación de los recursos humanos del proyecto. No solo se necesita tener el sistema instalado en los vehículos para su empleo, también es necesario que las tripulaciones destinadas al uso del APS tengan los conocimientos necesarios sobre su manejo y, para ello, es preciso una formación específica. Los cursos de formación tienen una duración aproximada de 1 mes y medio, y se impartirán en diferentes fases.

A las tripulaciones participantes en la fase de prueba se les impartirá el curso de instrucción durante el último mes de la fase de instalación y parte del primer mes de la fase prueba (según **Ilustración 7**). Todos los conocimientos se darán en el primer mes de curso, dedicando el mes coincidente con la fase de prueba para repasos generales, controles y exámenes, logrando de ese modo afianzar los conceptos y optimizar la fase de prueba. El resto de las tripulaciones de la unidad recibirán el curso durante la fase de integración en 3 grupos diferentes para que no esté paralizado todo el personal de la unidad durante casi dos meses por los cursos sobre el APS. De esta manera, al finalizar el proceso, todo el mundo habrá recibido la formación y las unidades habrán mantenido sus actividades diarias y los servicios correspondientes. El programa de instrucción que se realizará en

cada Unidad puede verse en el **Anexo E**, en este caso correspondería con el programa que realizarían las tripulaciones del 1º turno de la fase de integración.

3.3. Planificación de la Calidad

En cuanto a la Planificación de la Calidad voy a emplear la Planificación Avanzada de la Calidad en Productos (APQP), sin embargo, no de forma completa. En primer lugar, se va a realizar una aprobación de los requisitos del sistema y posteriormente, una aprobación del desarrollo del proceso de adquisición.

Aprobación de los requisitos del APS

En primer lugar, se va a identificar los requisitos que deberá cumplir el sistema para alcanzar una mayor eficiencia, jerarquizando las acciones y enfocando los esfuerzos en las áreas que se consideran más críticas. Además de priorizar las ventajas competitivas en las cuáles nos deberemos centrar a la hora de adquirir el sistema. La aprobación de los requisitos del APS será responsabilidad de la DGAM, la cual dispondrá del período de tiempo desde el 1 de febrero de 2021 hasta el 26 de febrero del mismo año para realizarlo. En este proyecto, los objetivos a alcanzar se han centrado en que el sistema fuese ligero, eficaz y seguro por considerarse los tres pilares fundamentales en los que debe sostenerse cualquier APS moderno para poder ser empleado por nuestras FAS. Por lo tanto, el esfuerzo principal del proyecto está enfocado en estos factores críticos aparte de los requisitos extraídos del Modelo de Kano (Ver **Ilustración 4**) y la Matriz de Debilidades y Fortalezas del Leopardo 2E (Ver **Ilustración 5**).

Aprobación del desarrollo del proceso de Adquisición

En esta fase se analiza cómo se va a desarrollar el proceso de Adquisición para comprobar que cumple con los niveles acordados de calidad. Este análisis y la posterior aprobación del desarrollo del proceso será llevada a cabo de nuevo por la DGAM, en el período de tiempo abarcado desde el 1 de marzo del 2021 hasta el 26 de marzo del mismo año. Para el análisis del desarrollo del proceso de Adquisición se ha realizado un Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE) del proceso.

ID	RIESGO A ANALIZAR	GRAVEDAD DEL EFECTO	PROBABILIDAD DE APARICIÓN	PROBABILIDAD DE DETECCIÓN	NPR
1	Problemas técnicos en la integración del sistema	6	3	6	108
2	Anulación de la adquisición	8	2	5	80
3	Falta de información del APS	7	6	4	168
4	Demora en la instalación del APS	5	5	4	100
5	Limitación de horario de trabajo	4	7	3	84
6	Quiebra de empresa	9	2	5	90
7	Renegociación del precio del APS	6	3	6	108
8	Renegociación de los costes de mantenimiento	7	3	7	147
9	Fugas de información	9	5	7	315
10	Retraso en los cursos de instrucción	4	9	1	36

Ilustración 9. AMFE del proceso de Adquisición.

Esta herramienta nos permite predecir los fallos con los que nos podemos encontrar a lo largo del proceso de adquisición, dándonos así la oportunidad de solventarlos para que se puedan cumplir con los objetivos establecidos. La **Ilustración 9** muestra los riesgos a tener en cuenta gracias al Número Prioritario de Riesgo (NPR), los cuales serán analizados en el siguiente apartado junto con las medidas adoptadas para disminuirlos. El más importante son las fugas de información, seguido de la falta de información sobre el APS y de riesgos relativos al asunto económico como pueden ser renegociados, retrasos o la quiebra de la empresa; además de los problemas técnicos que puedan surgir a la hora de integrar el sistema y las limitaciones del horario de la jornada laboral.

3.4. Análisis de riesgos

En este apartado se pretende realizar un análisis de los riesgos identificados en el AMFE del apartado anterior (Ver **Ilustración 9**), los cuáles pueden surgir a los largo del proyecto debido a que, si no hay un enfoque previo, pueden acarrear efectos negativos materializados en tiempo, coste, alcance o calidad.

A la hora de realizar el análisis de los riesgos se hará de forma cualitativa y se empleará la herramienta Risk Assesment – Measure List (Ver **Anexo F**) dado que permite tanto identificar los posibles problemas como reducir su probabilidad de aparición. Del estudio se extrae la matriz de

probabilidad e impacto (ver **Ilustración 10**) la cual permite priorizar los riesgos en función de la probabilidad de ocurrencia y de los efectos que puede provocar.

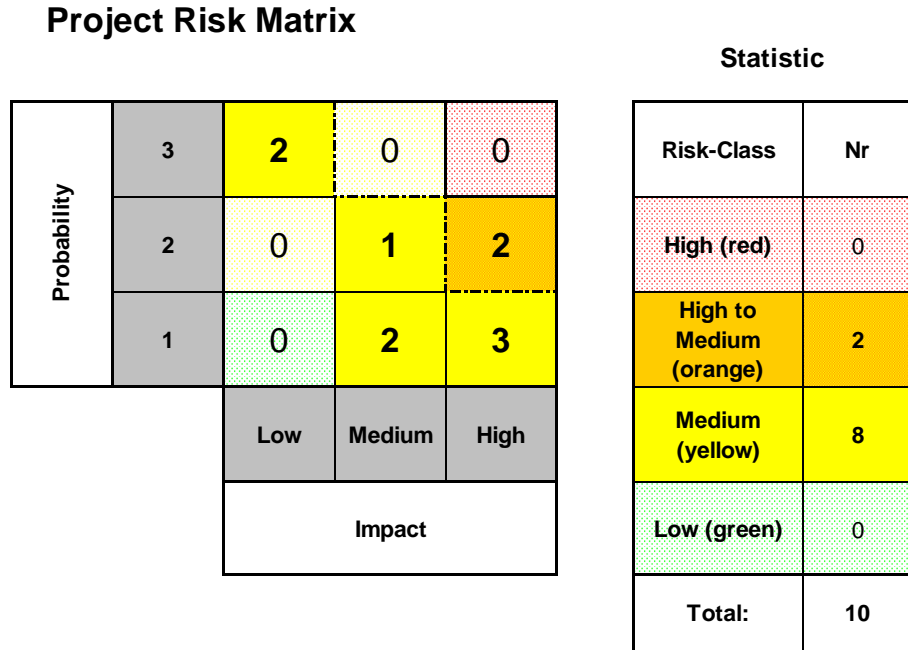


Ilustración 10. Matriz de probabilidad e impacto

En la matriz de la **Ilustración 10** aparecen contabilizados y clasificados los riesgos del proyecto. Como se puede ver en la tabla “Número de riesgos”, no se encuentra ningún riesgo elevado (rojo), pero sí 2 riesgos medio-altos (naranja) y 8 riesgos medios (amarillo), sin tener tampoco ningún riesgo bajo (verde).

Ante los riesgos medio-altos, los cuales son: “La falta de información del APS” y las “Fugas de información”, se han decidido tomar medidas para controlarlos. Estas medidas son, respectivamente, la estipulación de sanciones en el contrato en el caso de que la empresa no aporte toda la información necesaria sobre el APS y la vigilancia y control, tanto del proceso como de la empresa, por parte del Centro Nacional de Inteligencia (CNI). Con estas medidas se pretende reducir el impacto y la probabilidad de aparición de los citados riesgos, logrando así que se conviertan en riesgos medios.

Además, para paliar los riesgos considerados como medios que puedan aparecer a lo largo del Proceso de Adquisición, se van a tomar medidas enfocadas en la planificación de los cursos para las tripulaciones y de los programas anuales de instrucción. Además, se van a adoptar medidas

contenidas en el contrato de adquisición, el cual será de tipo fijo para limitar los sobrecostos. Estas medidas incluirán la retirada de la partida presupuestaria, sanciones económicas a la empresa en caso de retrasos y/o falta de información del sistema, limitaciones de renegociados tanto en la adquisición como en el contrato para el mantenimiento del sistema y un seguro por quiebra de la empresa.

De este modo se logra disminuir 6 riesgos medios a riesgos bajos. Tras adoptar todas las medidas, los riesgos del proyecto quedarán reducidos a 4 riesgos medios y 6 riesgos bajos. Tanto la descripción de cada riesgo como las medidas adoptadas para contenerlos quedan recogidos en el **Anexo F**.

4. Plan de Gestión de la Adquisición: selección y análisis

En este apartado se recoge la gestión de la adquisición del APS, con su estudio de mercado y su toma de decisión en la selección del sistema. Además, se especificará el proceso de obtención del Ministerio de Defensa y se realizará una estimación de costes y una gestión del mantenimiento del sistema. Por último, se propondrá ampliar el proyecto al carro de combate Leopard 2A4.

4.1. Estudio de mercado

Se ha realizado un estudio de mercado de los principales APS existentes hoy en día, junto a su empresa fabricante y una pequeña descripción de éste. Existe una gran variedad de diferentes APS en el mercado (Ver **Anexo G**); sin embargo, las diferencias entre ellos son escasas, además de perseguir todos objetivos casi idénticos. Por ello, se han seleccionado los APS para la adquisición con el criterio de exclusión de los sistemas pertenecientes a naciones que presentan o podrían presentar una amenaza para los intereses de España o, incluso, de los que pertenecen a naciones cuyos intereses simplemente no están alineados con los patrios. Tras esta selección nos quedan 5 APS candidatas a la adquisición (Ver **Tabla 1**).

APS	FABRICANTE	PAÍS	DESCRIPCIÓN
AMAP-ADS	ADS Gesellschaft für aktive Schutzsysteme	Alemania	El APS detecta ojivas entrantes y las destruye mediante cohetes defensivos
IRON CURTAIN	ARTIS	EE. UU.	El APS detecta ojivas entrantes y las contramedidas las deflagra sin que detonen
IRON FIST	IMI (Israel Military Industries)	Israel	El APS detecta amenazas entrantes y lanza un interceptor explosivo que las desvía, destruye o desestabiliza sin que detonen
QUICK KILL	RAYTHEON	EE. UU.	El APS detecta amenazas entrantes y las destruye mediante un pequeño misil defensivo
TROPHY	ISRAEL AEROSPACE INDUSTRIES Y RAFAEL	Israel	El APS crea una barrera que intercepta y destruye misiles y granadas propulsadas con una onda de choque

Tabla 1. APS seleccionados del estudio de mercado

Como se puede comprobar en la **Tabla 1**, los APS seleccionados pertenecen a empresas de países OTAN o aliados. Esto disminuye el peligro que podría suponer una fuga de información sensible sobre el sistema, la cual podría afectar de forma muy perjudicial a nuestras FAS. Por otro lado, los 5 sistemas tienen unas prestaciones muy similares, estando todos ellos compuestos de medidas no letales de detección de amenazas y de medidas letales para destruirlas.

A continuación, se van a evaluar y comparar los datos de las diferentes empresas poseedoras de los APS para un mayor análisis. Durante el estudio de las empresas se les ha puntuado con un valor de 0 a 5 en diferentes áreas, mostrando así una visión global de la situación de cada una de ellas. Las áreas que se han estudiado son: Organización, datos financieros, gestión de la calidad, seguridad y medioambiente, tecnología del producto, responsabilidad social y gestión de costes. A cada una de las empresas se le ha asignado un valor orientativo de 0 a 5 en cada una de las áreas según los datos y la información obtenida de sus páginas web, así como de informes del Consejo Económico y Social de Aragón (CESA⁵). Estos valores han sido empleados para realizar la comparativa entre las empresas y se han asignado según el criterio de la rúbrica de la **Tabla 5**, donde además se puede encontrar el estudio individual de cada una de las empresas por separado (Ver **Anexo J**).

⁵ Sitio web: <https://www.aragon.es/-/informes-anuales>

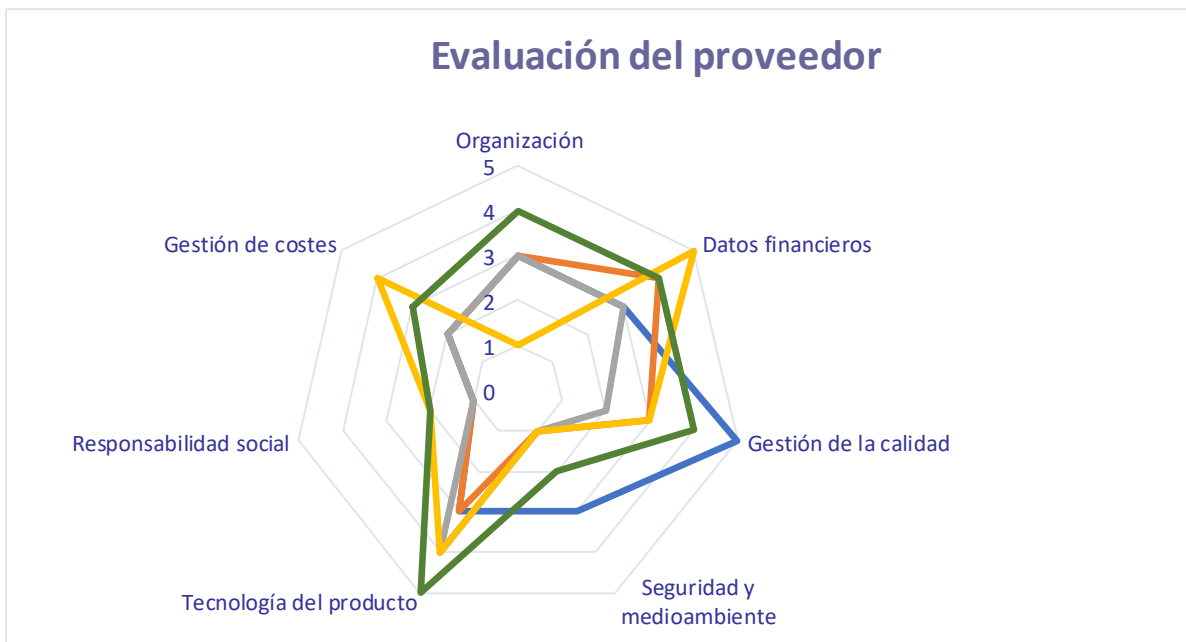


Gráfico 1. Evaluación de los proveedores del APS

Como datos a destacar obtenidos en el estudio habría que hacer mención al alto nivel tecnológico de todas las empresas, así como sus buenos datos financieros y la buena gestión de la calidad. Por otro lado, también es necesario destacar las carencias de estas empresas en responsabilidad civil y en el ámbito de seguridad y medioambiente. Como resultado del estudio y comparativa del **Gráfico 1** se obtendría que la empresa RAFAEL sería la más completa, obteniendo la mayor puntuación (24 pts.), además de destacar en las áreas prioritarias de gestión de la calidad (5 pts.), organización (4 pts.) y tecnología del producto (5 pts.), visible en el **Gráfico 1**. Todo ello obtenido a partir de los valores orientativos asignados según la **Tabla 5 (Anexo H)** a partir de la información extraída de estas empresas y sus sitios web⁶.

⁶ Sitio web de RAFAEL: <https://www.rafael.co.il>

Sitio web de ADS: <https://www.ads-protection.org>

Sitio web de ARTIS: https://artisllc.com/iron_curtain

Sitio web de IMI: <http://www.imisystems.com>

Sitio web de RAYTHEON: <https://www.raytheon.com>

4.2. Comparativa y decisión

Tras la evaluación de proveedores del APS, se va a continuar evaluando el sistema APS de cada una de estas empresas. Para ello se ha realizado una Matriz ponderada de Decisión, (Ver **Tabla 2**) a partir de los 5 sistemas seleccionados en la **Tabla 1**. Los criterios de elección del sistema recogidos en la Matriz y sus ponderaciones relativas (de 1 a 6) se han obtenido a partir del análisis realizado previamente en este trabajo en el apartado 2. y en el 3.3. Los valores asignados a cada criterio en cada uno de los APS se han otorgado a partir de la información técnica de los sistemas extraída de las páginas web de los fabricantes. La valoración de cada APS se ha obtenido mediante la suma de los valores asignados, ponderados en función del criterio.

CRITERIO		Protección	Peso	Precisión	Abatir amenazas múltiples	Abatir amenazas simultáneas	Facilidad de empleo	
Ponderación del criterio (1-6)		5	6	2	4	3	1	VALORACIÓN
OPCIONES VALORADAS	AMAP-ADS (ADS)	5	4	4	4	1	3	79
	IRON CURTAIN (ARTIS)	5	3	3	3	2	3	70
	IRON FIST (IMI)	5	3	4	1	1	4	62
	QUICK KILL (RAYTHEON)	5	2	3	3	3	3	67
	TROPHY (RAFAEL)	5	4	4	4	4	3	88
VALORES DE CADA CRITERIO (1-5)								

Tabla 2. Matriz ponderada de decisión para la elección del APS a adquirir. Fuente: Elaboración propia.

Como se puede comprobar en la **Tabla 2**, el sistema de protección activa que mayor valoración ha obtenido ha sido el Trophy. Además, es oportuno mencionar que su fabricante, la empresa Rafael, fue la mejor valorada en la evaluación de proveedores según el **Gráfico 1**. Por lo tanto, el sistema recomendado para su adquisición es el sistema Trophy, de la empresa Rafael cuyo funcionamiento y protección de 360°, en forma de cúpula, frente a misiles y proyectiles enemigos puede verse en la **Ilustración 11**.



Ilustración 11. Funcionamiento del Trophy APS de misiles antibalísticos, donde se puede observar la "cúpula" de protección que ofrece de 360° alrededor del vehículo. Fuente: Imagen obtenida de la página web de la empresa Rafael.

4.3. Proceso de obtención del MINISDEF

El proceso de obtención de los recursos materiales de armamento y material [14], de infraestructura y de Sistemas de Información y Telecomunicaciones (CIS) se encuentra regulado y articulado en 4 fases según la Instrucción 67/2011⁷ y la Instrucción 72/2012⁸. Estas fases son: conceptual, definición y decisión, ejecución y servicio, y cada una de ellas recogen una serie de puntos de decisión y de documentación necesaria para que se pueda llevar a cabo la adquisición. El presente trabajo no desarrolla estas fases ni la documentación asociada a ellas debido a la complejidad y especificidad de esta, puesto que dicha parte constituye el aspecto burocrático del proceso de adquisición, enmarcado en el ámbito legal, desarrollado por la DGAM.

⁷ Instrucción 67/2011, de 15 de septiembre, del Secretario de Estado de Defensa, por la que se regula el Proceso de Obtención de Recursos Materiales.

⁸ Instrucción 72/2012, de 2 de octubre, del Secretario de Estado de Defensa, por la que se regula el proceso de obtención del armamento y material y la gestión de sus programas.

4.4. Estimación de costes

Debido a la confidencialidad en los contratos de adquisición de los diferentes sistemas y a la falta de información sobre el precio de estos, es necesario estimar los costes a partir de Project Evaluation and Review Techniques (PERT) para realizar el estudio de la adquisición. Por ello se van a plantear 3 situaciones: Los costes más optimistas (C_o), más pesimistas (C_p) y más probables (C_M); los cuales se han obtenido a partir del estudio de varios contratos de adquisición⁹ de otros países donde se muestran los costes totales y una estimación del número de los vehículos involucrados, o de información aportada por algunos fabricantes¹⁰.

Fórmula del PERT [13] para calcular el coste esperado (C_E): $C_E = (C_o + 4 C_M + C_p) / 6$

Donde:

- C_o es el coste más optimista: 300.000 €
- C_M es el coste más probable: 350.000 €
- C_p es el coste más pesimista: 450.000 €

Por lo tanto, el C_E por unidad será de: 358.333 €

Teniendo en cuenta que el proyecto abarca a los 52 CC Leopard 2E encuadrados en unidades de Caballería del ET, el coste estimado del proyecto sería de:

$$C_E \text{ del proyecto} = 358.333 \times 52 = 18.633.316 \text{ €}$$

Si además se decidiera ampliar el proyecto a los 26 CC Leopard 2A4 del Regimiento de Caballería (RC) Montesa 3 y del RC Alcántara 10, el presupuesto debería incrementarse en:

$$358.333 \times 26 = 9.316.658 \text{ €}$$

⁹ Adquisición del sistema Trophy por parte del Ejército de EE. UU.: <https://www.popularmechanics.com/military/weapons/news>

Adquisición del sistema Iron Fist para el vehículo israelí Eitan AFV: <https://militaryleak.com/2020/01/08/elbit-systems>

¹⁰ Sitio web fabricante del sistema Arena: <https://kbn.ru/ru/>

Mesa de contratación

La mesa de contratación [15] estará constituida por la Dirección General de Armamento y Material (DGAM¹¹) y por el Mando de Apoyo Logístico del Ejército de Tierra (MALE). Realizándose todo el proceso acorde a la Política de Armamento y Material (PDAM), establecida por la Directiva de Defensa Nacional (DDN¹²) y la Ministra de Defensa, y creando un Plan Director sectorial para este proyecto.

Contrato

A la hora de establecer el contrato de Adquisición se van a incluir una serie de puntos orientados a paliar los riesgos analizados en el punto 3.4 del presente Trabajo. El tipo de contrato será de precio fijo, estableciendo la retirada de la partida presupuestaria establecida para evitar la inviabilidad del proyecto por falta de fondos en el futuro. Además, quedarán fijados los plazos máximos de tiempo que tendrá la empresa para la instalación del sistema, así como de toda la información relativa al mismo que deberán aportar a las Unidades. En caso de incumplimiento del contrato en estos aspectos o de retraso en los plazos, la Administración podrá optar indistintamente por la resolución del contrato o por la imposición de penalizaciones diarias en la proporción de 0,75 euros por cada mil euros del precio del contrato. Cada vez que las penalizaciones alcancen un múltiplo del 5% del precio de contrato, el órgano de contratación estará facultado para proceder a la resolución de éste o acordar la continuidad de su ejecución con la imposición de nuevas penalizaciones. Por otra parte, el contrato de Adquisición tendrá una limitación de renegociado que solo permitirá incrementar en un 10% el precio del sistema sobre el estipulado, siempre y cuando sea por causas justificadas. Además, el contrato de mantenimiento del sistema también tendrá una limitación de renegociado que sólo permitirá un incremento del 15% sobre el precio establecido, igualmente deberá ser por causas justificadas. Por último, el contrato de Adquisición también recogerá un seguro que cubrirá toda la operación de compra y protección en caso de quiebra de la empresa, el cual tendrá que ser acordado con la entidad aseguradora pertinente y queda fuera de este Trabajo por el uso de información confidencial.

¹¹ Sitio web: <https://www.defensa.gob.es/ministerio/organigrama/sedef/dgam/>

¹² Consultar la DDN de 2020 en: <https://www.defensa.gob.es/Galerias/defensadocs/directiva-defensa-nacional-2020.pdf>

4.5. Gestión del Mantenimiento

El mantenimiento del sistema será responsabilidad de la empresa COHEMO SL¹³. Esta empresa española tiene un amplio abanico de contratos con el Ejército español, que incluyen el suministro de piezas de recambio para el Leopard 2E, y es la responsable de realizar el mantenimiento de las torres MBT Leopard 2E, cubriendo la reparación del sistema de estabilización, el sistema de avistamiento y el equipo electrónico entre otros [16]. Por ello va a ser también la responsable del mantenimiento preventivo y correctivo del sistema Trophy. A excepción de pequeñas reparaciones que podrá realizar el 2º Escalón¹⁴ de las Unidades, la empresa deberá realizar todas las reparaciones tanto del *hardware* como del *software* del sistema. Además, deberá elaborar un calendario anual para el mantenimiento preventivo. Todos los costes de este mantenimiento están incluidos en un contrato con la empresa COHEMO SL, el cual se encontrará dentro del proceso de adquisición del APS.

4.6. Expansión del alcance del proyecto: implantación del APS en el Leopard 2A4

Un punto importante que destacar del posible alcance del proyecto, como se ha comentado anteriormente, es la expansión del Sistema de Protección Activa a otros vehículos similares como puede ser el Leopard 2A4.

Una de las principales ventajas que presentan los APS es su versatilidad para adaptarse a diferentes vehículos y el sistema Trophy no es una excepción. Otro punto favorable para la expansión del proyecto es la similitud que presentan las plataformas de los dos vehículos dado que, tanto el Leopard 2A4 como el Leopard 2E, pertenecen a la misma familia de vehículos [5]. En caso de éxito, todos los Leopard 2A4 de los que disponen las unidades de Caballería, podrían modernizarse integrándoles el sistema Trophy adquirido.

5. CONCLUSIONES

Gracias a la Adquisición del Sistema de Protección Activa Trophy, el Leopard 2E alcanzará un nivel tecnológico similar al de los carros de combate más modernos del mercado, mejorando la protección del vehículo y acabando con las vulnerabilidades encontradas en el análisis de éste.

¹³ Sitio web de COHEMO SL: <http://www.cohemo.com>

¹⁴ 2º Escalón: órgano logístico de las pequeñas unidades destinado al mantenimiento de sus medios.

Además, este sistema le va a aportar una serie de capacidades defensivas necesarias para desplegar en conflictos asimétricos, los cuales, si bien ya están muy presentes en la actualidad, van a adquirir cada vez más importancia.

Este proyecto cuenta con dos objetivos finales. El primero de ellos es dotar al carro de combate español Leopard 2E de un sistema de protección activa moderno y eficiente que permita ampliar la vida operativa del vehículo sin que se vea limitada por la vulnerabilidad frente a los sistemas de armas más avanzados tecnológicamente. El segundo de ellos es adoptar medidas para la protección de las tripulaciones de los carros durante el combate y mejorar su grado de instrucción en el empleo e integración de tecnología puntera, adquiriendo una versatilidad y flexibilidad con los medios necesarios para la revolución tecnológica en la que vivimos, en la cual los cambios son cada vez más considerables y rápidos.

En cuanto a líneas futuras, sería recomendable adquirir en un futuro próximo el sistema Trophy tanto para el carro Leopard 2^a como para el carro Leopard 2A4. Si bien es cierto que el número de carros de este modelo es inferior al del Leopard 2E, es importante modernizarlos. Esta modernización resulta fundamental para la protección de la frontera Sur de nuestro país, debido a que las plazas donde se encuentran los Leopard 2A4 son Ceuta y Melilla, y para aumentar la vida operativa del vehículo, el cual es un modelo anterior al Leopard 2E. Además, equipar los carros de combate españoles con este sistema los situará al nivel tecnológico de los ejércitos más avanzados de los países OTAN, mejorando así la interoperabilidad entre ejércitos y las capacidades conjuntas, y fomentando la aparición de procedimientos y doctrinas de combate comunes entre aliados.

6. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Ejército de Tierra. Mando de Adiestramiento y Doctrina, “Diva-iv-045. Seguimiento,” 2008.
- [2] Ejército de Tierra. Mando de Adiestramiento y Doctrina, “Tendencias 2018-2019,” 2020.
- [3] Ejército de Tierra. Mando de Adiestramiento y Doctrina, “Didom IV-22. Entorno Operativo Terrestre Futuro 2035,” 2018.
- [4] PMI, *Guía PMBOK (6th Edition)*, 6º. 2017.
- [5] F. Fernández Mateos, “Presente y futuro de los medios acorazados españoles,” *InfoDefensa*, 2010.
- [6] C. Galán, “Amenazas híbridas: nuevas herramientas para viejas aspiraciones,” p. 23, 2018.
- [7] DSN, “Estrategia de Seguridad Nacional,” 2013.
- [8] A. S. Cuevas, “La amenaza híbrida: la guerra imprevisible,” *Glob. Aff. Strateg. Stud. Univ. Navarra*.
- [9] Ejército de Tierra. Mando de Adiestramiento y Doctrina, “Recopilatorio Estudios Temáticos de Tecnología de Materiales ETTM 2019,” 2020.
- [10] M. García Guindo and G. Martínez-Valera González, “La guerra híbrida: nociones preliminares y su repercusión en el planeamiento de los países y organizaciones occidentales,” *IEEE.es*, no. 2, p. 36, 2015.
- [11] Ejército de Tierra. Mando de Adiestramiento y Doctrina, “Transformación de las fuerzas armadas: de las limitaciones económicas a las necesidades operativas,” 2013.
- [12] F. Fernández Mateos, “Sistemas de protección integrados para carros y blindados,” *Revista Ejércitos*. [Online]. Available: <https://www.revistaejercitos.com/2018/09/16/sistemas-de-proteccion-activa/>. [Accessed: 27-Oct-2020].
- [13] Centro Universitario de Defensa: Oficina de Proyectos, “Tema 4 Gestión del

tiempo,” in *Oficina de Proyectos*, 2019.

- [14] Centro Universitario de Defensa: Oficina de Proyectos, “Tema 6. Gestión de adquisiciones,” in *Oficina de Proyectos*, 2019.
- [15] Centro Universitario de la Defensa: Calidad, “Tema 6. Calidad en Compras,” in *Calidad*, 2018.
- [16] Jefatura de Asuntos Económicos del Mando de Apoyo Logístico, “Anuncio de formalización de contrato Proceso de Licitación Apertura de Ofertas Económicas,” 2020.

7. ANEXOS

7.1. ANEXO A. Estructura de Desglose del Trabajo

Proyecto: Adquisición de un APS para el Leopardo 2E Project manager: Jorge Moneva Ajenjo						
ID	Nombre tarea	Descripción	Fecha inic.	Fecha fin	Status	Fecha reunión
Responsable: Jorge Moneva Ajenjo						
1	Lanzamiento del proyecto	Reunión de definición y autorización del proyecto	20/10/2020	20/10/2020	Cerrada	
1.1	Project Kick-off meeting		20/10/2020	20/10/2020	Cerrada	20/10/2020
1.2	Generación de la agenda	Definición de hitos y fechas de relevancia	20/10/2020	20/10/2020	Cerrada	Acta de lanzamiento
2	Estudio del Leopardo 2E y los APS		21/10/2020	29/01/2021	En progreso	
2.1	Análisis del Leopardo 2E	Identificación de las necesidades en protección del Leopardo 2E	21/10/2020	15/01/2021	En progreso	
2.2	Análisis de los APS	Estudio de los diferentes APS del mercado y sus características	21/10/2020	22/01/2021	En progreso	29/01/2021
2.3	Definición de necesidades	Requisitos que debe cumplir el APS a adquirir	25/01/2021	29/01/2021	Abierta	
3	Planificación inicial del proceso de adquisición		01/02/2021	26/03/2021	Abierta	
3.1	Planificación temporal	Planificación de las fases en las que se ejecutará la adquisición	01/02/2021	12/03/2021	Abierta	Cronograma
3.2	Planificación de los recursos humanos	Planificación de la instrucción de las tripulaciones para la integración del APS	01/02/2021	26/03/2021	Abierta	Programa de instrucción de las tripulaciones
3.3	Planificación de la calidad	Análisis de riesgos y requisitos	01/02/2021	26/03/2021	Abierta	QFD - AMIFE
3.4	Análisis de riesgos	Identificación de los riesgos del proyecto y medidas a tomar	01/02/2021	24/03/2021	Abierta	Risk Assessment - Measure List
4	Plan de gestión de la adquisición		29/03/2021	04/06/2021	Abierta	
4.1	Estudio de mercado	Identificación de los APS del mercado y evaluación de proveedores	29/03/2021	30/04/2021	Abierta	Listado de proveedores
4.2	Elección del APS	Estudio de los sistemas y toma de decisión	03/05/2021	07/05/2021	Abierta	
4.3	Proceso de obtención del MINISDEF	Establecer el proceso de adquisición según la legislación vigente	10/05/2021	14/05/2021	Abierta	Instrucción 67/2011 - Instrucción 72/2012
4.4	Gestión de costes	Estimación de costes de la adquisición del APS	17/05/2021	28/05/2021	Abierta	Partida presupuestaria destinada al APS
4.5	Gestión del mantenimiento	Establecer el tipo de mantenimiento que se le debe realizar al APS y quién lo hará	17/05/2021	28/05/2021	Abierta	Contrato del mantenimiento del APS
4.6	Decisión sobre la ampliación del proyecto	Toma de decisión sobre ampliar el proyecto al vehículo Leopard 2A4	31/05/2021	04/06/2021	Abierta	Ampliación del contrato de adquisición
5.	Ejecución de la Adquisición		07/06/2021	10/06/2022	Abierta	
5.1	Instalación del APS	Instalación del APS en el vehículo de prueba	07/06/2021	06/08/2021	Abierta	
5.2	Fase de prueba del APS	Prueba técnica del sistema realizada sobre un único vehículo	09/08/2021	08/10/2021	Abierta	Ercuesta
5.3	Fase de prueba de rendimiento	Prueba de rendimiento del sistema sobre un único vehículo	11/10/21	17/12/2021	Abierta	
5.4	Fase de integración	Instalación en el resto de vehículos de planilla y empleo doctrinal del APS	10/01/2022	10/06/2022	Abierta	
6.	Control de la Adquisición y cierre del proyecto	Revisar la integración de los APS y aplicar penalizaciones si procede	13/06/2022	17/06/2022	Abierta	Acta de cierre del proyecto

Ilustración 12. EDT del Proceso de Adquisición de un APS para el Leopardo 2E

7.2. ANEXO B. Diagrama de Gantt

	🕒	Nombre	Duración	Inicio	Terminado	Predecesores
1		Project Kick-off meeting	1 day	20/10/20 8:00	20/10/20 17:00	
2		Generación de agenda	1 day	20/10/20 8:00	20/10/20 17:00	1SS
3	📅	Análisis del Leopardo 2E	63 days	21/10/20 8:00	15/01/21 17:00	1
4	📅	Análisis de los APS	68 days	21/10/20 8:00	22/01/21 17:00	1
5	📅	Definición de necesidades	5 days	25/01/21 8:00	29/01/21 17:00	3;4
6	📅	Planificación temporal	30 days	1/02/21 8:00	12/03/21 17:00	5
7	📅	Planificación de los RRHH	40 days	1/02/21 8:00	26/03/21 17:00	5SS
8	📅	Planificación de la calidad	40 days	1/02/21 8:00	26/03/21 17:00	5SS
9	📅	Análisis de riesgos	18 days	1/02/21 8:00	24/02/21 17:00	5SS
10	📅	Estudio de mercado	25 days	29/03/21 8:00	30/04/21 17:00	7;8
11	📅	Elección del APS	5 days	3/05/21 8:00	7/05/21 17:00	10
12		Proceso de obtención MINISDEF	5 days	10/05/21 8:00	14/05/21 17:00	11
13		Gestión de costes	10 days	17/05/21 8:00	28/05/21 17:00	12
14		Gestión del mantenimiento	10 days	17/05/21 8:00	28/05/21 17:00	12
15	📅	Decisión de ampliación proyecto	5 days	31/05/21 8:00	4/06/21 17:00	13
16	📅	Instalación del APS	45 days	7/06/21 8:00	6/08/21 17:00	15
17	📅	Fase de prueba APS	45 days	9/08/21 8:00	8/10/21 17:00	16
18		Fase de prueba de rendimiento	50 days	11/10/21 8:00	17/12/21 17:00	17
19	📅	Fase de integración	110 days	10/01/22 8:00	10/06/22 17:00	18
20		Control y cierre proyecto	5 days	13/06/22 8:00	17/06/22 17:00	19

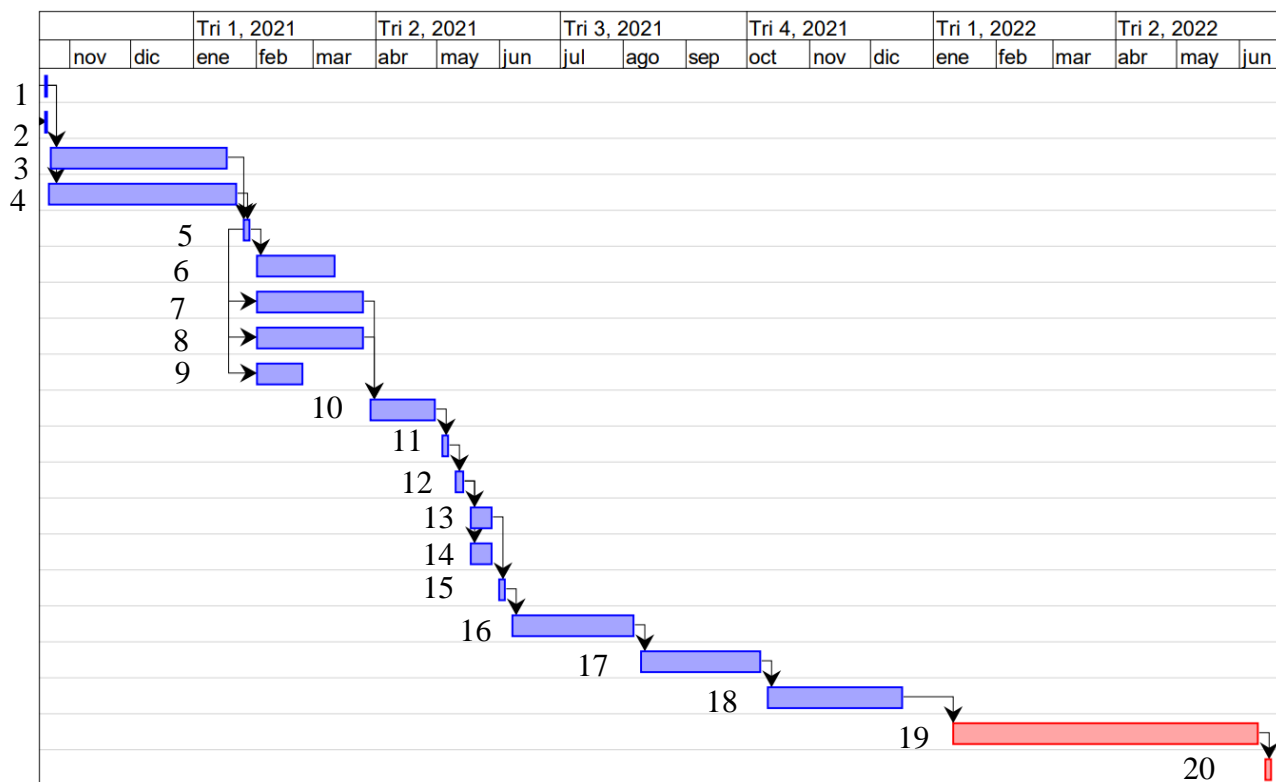


Ilustración 13. Diagrama de Gantt. Fuente: Elaboración propia mediante aplicación ProjectLibre

7.3. ANEXO C. Características del Leopard 2E y Leopard 2A4

Carro de Combate Leopardo 2E / Leopard 2A4	
■ TRIPULACIÓN:	4
■ PESO (ton):	62,5 / 55,2
■ LONGITUD (m):	10,97 / 9,67
■ ANCHURA (m):	3,75
■ ALTURA (m):	3
■ ARMAMENTO PRINCIPAL:	Cañón Rheinmetall de 120 (44 / 55) mm y ánima lisa
■ ARMAMENTO SECUNDARIO:	Dos ametralladoras MG 3 de 7,62 mm, una coaxial y otra en el techo de la torre, manejada por el cargador
■ LANZA-ARTIFICIOS:	2x8 Wegmann de 76 mm
■ MUNICIÓN TRANSPORTADA:	42 disparos de cañón y 4750 de ametralladora
■ ANGULO DE TIRO DEL CAÑÓN:	De -9° a +20°
■ DIRECCIÓN DE TIRO:	Automática con calculadora, telémetro láser, sistema de estabilización y diversos sensores (inclinación del eje de muñones, dirección y velocidad del blanco, meteorológico...)
■ SISTEMA DE ACCIONAMIENTO DE LA TORRE:	Eléctrico / Electro-hidráulico y manual de emergencia
■ EQUIPOS DE VISIÓN:	Visores independientes y estabilizados en los dos ejes para el tirador y el jefe de carro, con sendas cámaras térmicas de segunda generación El jefe de carro con capacidad "hunter killer"
■ EQUIPOS DE VISIÓN (CONDUCTOR):	Tres periscopios diurnos y un IL PCN-160 En proceso de adquisición una cámara térmica de la firma Indra para conducción nocturna y todo-tiempo
■ MOTOR:	MTU 12V 873 Ka 501, diesel de 12 cilindros y 1500 cv
■ TRANSMISIÓN:	Automática Renk HSWL 354, hidromecánica con 4AV y 2R
■ POTENCIA ESPECÍFICA (cv/ton.):	24
■ TREN DE RODAJE:	7 ruedas de rodaje, 4 rodillos de apoyo, rueda motriz posterior y tensora delantera, en cada lateral
■ SUSPENSIÓN:	Barras de torsión, amortiguadores rotatorios y muelles tope hidráulicos
■ PRESIÓN ESPECÍFICA (kg/cm2):	0,96 / 0,83
■ SISTEMA ELÉCTRICO (v):	24
■ BATERÍAS:	6 x 17 v
■ VELOCIDAD MÁXIMA (km/h):	70 / 72
■ AUTONOMÍA (km):	340 / 550 (todo terreno / carretera)
■ PENDIENTE (%):	60
■ PERALTE (%):	30
■ OBSTÁCULO VERTICAL (m):	1,1
■ CRUCE DE ZANJAS (m):	3
■ VADEO (m):	1,20 / 2,35 / 4 (sin preparación / con preparación / con snorkel)
■ DESARROLLO:	En sus diferentes versiones, el Leopard 2 presta servicios en Alemania, Austria, Brasil, Chile, Dinamarca, España, Finlandia, Grecia, Holanda, Noruega, Polonia, Singapur, Suecia, Suiza y Turquía.
■ VERSIONES:	Carro de zapadores Kodiak, Vehículo Lanzapuentes Leguan, carro escuela y vehículo de recuperación Büffel.
■ OBSERVACIONES:	Se han estudiado modelos dotados con cañón de 140 mm, capacidad para lanzar misiles LAHAT, con equipo de defensa activa MUSS, especial para operaciones de paz (PSO), etc El Leopard integra sistemas de defensa NBQR, anti-explosiones y contra-incendios, calefacción, navegador, gestión del campo de batalla Lince, unidad de potencia auxiliar (UPA), transmisiones de salto de frecuencia tipo PR4G, vadeo profundo, cámara de TV trasera para el conductor, etc.
■ PRINCIPALES EMPRESAS PARTICIPANTES	General Dynamics – Santa Bárbara Sistemas (contratista principal), Krauss Maffei Wegmann, Rheinmetall Defence, Indra, SAPA, Electroop SA, Navantia, Renk, Amper, y Tecnobit.

Tabla 3. Características del Leopard 2E y el Leopard 2A4. Fuente: Perfiles IDS: Presente y futuro de los medios acorazados españoles. Pág. 25.

7.4. ANEXO D. Encuesta de la Fase de Prueba para las tripulaciones.

ENCUESTA FASE DE PRUEBA APS PARA CC LEOPARDO 2E					
Responda rodeando					

Eficacia	1	2	3	4	5
Eficiencia	1	2	3	4	5
Efectividad	1	2	3	4	5
Operatividad	1	2	3	4	5
Facilidad de uso sin estrés	1	2	3	4	5
Facilidad de uso bajo estrés	1	2	3	4	5
Facilidad de mantenimiento	1	2	3	4	5
Facilidad de integración en el vehículo	1	2	3	4	5
Problemas y averías	1	2	3	4	5
Satisfacción general	1	2	3	4	5

Fdo.:

Empleo:

Puesto táctico:

7.5. ANEXO E. Programa del curso de instrucción de tripulaciones en el APS.



MINISTERIO
DE DEFENSA

EJÉRCITO DE TIERRA
FUERZA TERRESTRE
COMANDANCIA GENERAL DE CEUTA

RC. MONTESA NUM. 3

EAC-1

PROPUESTA CURSO DEL NUEVO SISTEMA PARA CC LEOPARDO 2E

- | | |
|--|--|
| 01. Director del curso: | Teniente ... |
| 02. Profesores del curso F LEOPARDO 2E: | Sargento ... |
| 03. Monitores y vehículos: | |
| 04. Alumnos: | N (ANEXO 4) |
| 05. Calendario: | Fase Teórica: Del 11ENE 2022 al 21ENE 2022 (ANEXO 3). |
| 06. Horario: | Fase Teórica: lunes a viernes de 10:30 a 13:00 h. |
| 07. Programa: | Según ANEXO 2 |
| 08. Fecha prevista para el examen teórico: | 01MAR 2022
Es requisito aprobar el examen para puesto táctico. |
| 09. Asistencia al curso: | Será responsabilidad del alumno recuperar los contenidos a los que no haya asistido. |

ANEXO 2

PROGRAMA DEL CURSO LEOPARDO 2E

1. Curso específico.

Conocimientos sobre el nuevo APS para el CC Leopardo 2E

2. Denominación del curso.

Sistema APS CC Leopardo 2E

3. Objetivos generales del curso.

- Desarrollar en el alumno los conocimientos y aptitudes necesarios, destrezas, hábitos de comportamiento y prudencias que le habiliten para operar en los puestos específicos en vehículos de combate de la clase CC LEOPARDO 2E
- Que el alumno obtenga los conocimientos y aptitudes básicos relativos a:
 - Elementos y sistemas del vehículo.
 - Manejo de mandos.
 - Conocimiento y utilización de los procedimientos.
 - Mantenimiento preventivo y revisiones periódicas.

4. Contenidos.

CURSO DEL NUEVO APS CC LEOPARDO 2E

Sesión 1

Historia del Leopardo 2E

- Desarrollo
- Proyecto Leopardo
- Países Usuarios

Sesión 2

Generalidades

- Datos técnicos de Barcaza
- Datos técnicos de Torre
- Características generales del carro Leopardo 2E
- Misiones generales de cada uno de los tripulantes
- Misiones detalladas del Cargador.

Sesión 3

Descripción interior y exterior de la torre

- Vista general de la torre
- Peri
- Bloque de Visión
- Colimador de Boca
- Sistema lanzaartificios
- UPH de torre

Sesión 4

Medidas de Seguridad

- Antes del encendido.
- Antes de encender torre.
- Rejillas de protección.
- Antes de iniciar la marcha.
- Con el CC en marcha.
- De cada tripulante.
- Durante el repostaje.
- Guiado pie a tierra.
- Embarque en bateas.
- Mantenimiento.
- Remolque.
- Uso del láser.

Sesión 5

Descripción del nuevo sistema

- Identificación de elementos del sistema.
- Funcionamiento del sistema.

Sesión 6

Utilización de los elementos del sistema.

- Empleo táctico del sistema.
- Novedades del sistema.
- Limitaciones del sistema.
- Cuidados y pequeños fallos del sistema

Sesión 7

Armamento Primario

- Partes del Cañón.
- Partes de la Culata.
- Sistema de apertura manual de la culata.

Sesión 8

Municiones

- Alojamiento de la munición.
- Capacidad.
- Tipos de munición.
- Munición KE.
- Munición MZ.
- Estiba de la munición.

Sesión 9

Armamento Secundario.

- Datos técnicos.
- MG42 Coaxial.
- MG42 Antiaérea.
- Sector de tiro de MG42 Antiaérea.
- Lanzafumígenos.

Sesión 10

Otros sistemas del CC Leopard 2E

- NBQ.
- Calefacción.
- Desenclavamiento de emergencia.

Sesión 11

Transmisiones

- SEM 35.
- SEM 25.
- Casco.
- Cajetín interfónico.

Sesión 12

Revisión Diaria

- Tareas.
- Aceite de motor.
- Aceite de la transmisión.
- Líquido hidráulico de desenclavamiento de emergencia.
- Sistema contra incendios.
- Presión del líquido hidráulico.
- Líquido hidráulico.
- Comprobación y rellenado del líquido refrigerante.
- Mantenimiento del nuevo sistema,

5. Fase Práctica.

Fase Práctica intercalada en las sesiones según temario.

6. Bibliografía.

- Manual de instrucción del sistema APS
- MT6 - 012 Manual técnico. Manual de la tripulación.
- MI6 – 045 Manual de instrucción.

Ceuta, a 01 de FEBRERO de 2021

EL TENIENTE

Fdo.:

ANEXO 3

PROPUESTA DE CALENDARIO				
	11ENE PRESENTACIÓN SESIÓN 1 SESIÓN 2 SESIÓN 3	12ENE SESIÓN 4 SESIÓN 5	13ENE SESIÓN 6	14ENE REPASO CONTROL
17ENE SESIÓN 7 SESIÓN 8	18ENE SESIÓN 9 SESIÓN 10	19ENE SESIÓN 11	20ENE SESIÓN 12 REPASO	21ENE CONTROL
24ENE ¿RECUPERACIÓN? SESIÓN 1	25ENE SESIÓN 2 SESIÓN 3	26ENE SESIÓN 4 SESIÓN 5	27ENE SESIÓN 6	28ENE SESIÓN 7
31ENE SESIÓN 8	01FEB SESIÓN 9	02FEB SESIÓN 10	03FEB SESIÓN 11	04FEB SESIÓN 12
07FEB REPASO GENERAL	08FEB REPASO GENERAL	09FEB REPASO GENERAL	10FEB REPASO GENERAL	11FEB REPASO CONTROL
14FEB REPASO GENERAL	15FEB REPASO GENERAL	16FEB REPASO GENERAL	17FEB REPASO GENERAL	18FEB REPASO CONTROL
21FEB REPASO GENERAL	22FEB REPASO GENERAL	23FEB REPASO GENERAL	24FEB REPASO GENERAL	25FEB REPASO CONTROL
28FEB REPASO GENERAL	01MAR EXAMEN			

Semanas del 07 FEB AL 28 FEB: Repaso general teórico, práctico y controles.

ANEXO 4

PROPUESTA PROVISIONAL DE ALUMNOS PARA EL CURSO DE CARGADOR - TIRADOR

7.6. ANEXO F. Risk Assessment – Measure List

ORDEN DE PROYECTOS													
Risk Assessment - Measure List													
Adquisición de un sistema de protección activa para el Leopard 2M4													
Project Name: Jorge Moneva Ajenjo													
Start Date: 01/11/2020													
Date of Change: 25/10/20													
Risk Evaluation													
ID	Risk Description	Risk categories	Reason for risk	Impact (low, middle, high)	Probabil. Y (L,2,3)	Risk-class	Risk Effects	Measure	Risk class after measure implementación	Responsible	Scheduled date	Estimated completion date	Status
1	Problemas técnicos en la integración del sistema	Técnico	Problemas que puede presentar la plataforma a la hora de instalar e integrar el sistema	M	1	1M	Proyecto y coste: Problemas técnicos en la integración del sistema y los sobrecostes que ocasionan	Realizar un estudio previo de la plataforma para comprobar su compatibilidad con el APS	1L	DGAM	2/11/2020	2/11/2020	Open
2	Anulación de la adquisición	Desarrollo	Toma de decisión de anular la adquisición por falta de presupuesto	H	1	1H	Proyecto: Pérdida del APS	Retirada de la partida presupuestaria destinada a la adquisición del APS	1M	DGAM	2/11/2020	18/12/2020	Open
3	Falta de información del APS	Gestión	No tener conocimientos específicos sobre el sistema para realizar los cursos de instrucción	H	2	2H	Proyecto: Carencias en la instrucción de las tripulaciones	Sanciones a la empresa por falta de información del APS	1M	DGAM	11/04/2021	26/02/2021	Open
4	Demora en la instalación del APS	Desarrollo	Retraso en la llegada del sistema a las unidades y/o en su instalación	M	2	2M	Proyecto y coste: Aumento del coste de instalación y falta de actividad de las tripulaciones implicadas	Sanciones a la empresa por retraso de la instalación del APS	2L	DGAM	2/11/2020	18/12/2020	Open
5	Limitación de horario de trabajo	Gestión	Necesidad de adaptar los cursos a los horarios laborales y los planes de instrucción anuales	L	3	3L	Tiempo: Demora en tiempo por no poder disponer de instrucción de las tripulaciones	Realizar una programación anual de instrucción que incluya los cursos del APS	1L	Unidades	3/11/2020	3/11/2020	Open
6	Quiebra de empresa	Mercado	La empresa deja de prestar los servicios por la quiebra de su empresa.	H	1	1H	Tiempo y Coste: Pérdida de dinero y tiempo en adquirir el APS a otra empresa	Contratación de seguro de quiebra de la empresa	1L	DGAM	4/11/2020	18/11/2020	Open
7	Renegociación del precio del APS	Mercado	La empresa intenta subir el precio del APS o introducir sobrecostes	M	1	1M	Tiempo y Coste: Demora temporal por la renegociación del precio del sistema y el sobrecoste que podría conllevar	Limitación de renegociados (sólo se podrá subir un 10% del precio fijado por causas justificadas)	1L	DGAM	2/11/2020	18/12/2020	Open
8	Renegociación de los costes de mantenimiento	Mercado	La empresa decide renegociar los costes que supone el mantenimiento del sistema	H	1	1H	Tiempo y Coste: Pérdida de tiempo y posible sobrecoste	Limitación de renegociados (solo se podrá subir un 15% del precio fijado por causas justificadas)	1L	DGAM	2/11/2020	18/12/2020	Open
9	Fugas de información	Desarrollo	Filtración de información confidencial y sensible sobre el sistema y su funcionamiento	H	2	2H	Proyecto: Filtración de información confidencial y sensible sobre el sistema y su funcionamiento	Vigilancia y control de la empresa vendedora y clasificación de la información del APS	1H	CNI	2/11/2020	1/1/2050	Open
10	Retraso en los cursos de instrucción	Gestión	Demora en el conocimiento impartido y sesiones no adaptadas al horario	L	3	3L	Proyecto y tiempo: Demora en tiempo surgida de la falta de planificación de los cursos de instrucción	Realizar una planificación de los cursos de instrucción adaptada al nº de sesiones y duración de las mismas.	1L	Unidades	5/7/2021	23/12/2021	Open

Ilustración 14.. Risk Assesment - Measure List. Listado de riesgos y medidas adoptadas.

7.7. ANEXO G. Estudio de mercado de los APS.

APS	FABRICANTE	PAÍS	DESCRIPCIÓN
KAPS (Korean Active Protection System)	ADD (South Korean Agency for Defense Development)	Corea del Sur	APS capaz de detectar ojivas enemigas disparadas contra el vehículo y destruirlas mediante un cohete defensivo
SARAB	SSRC (Syrian Scientific Research Center)	Siria	Emite información posicional falsa logrando que el misil enemigo pierda el objetivo
ZASLON	MICROTECH	Ucrania	El APS detecta ojivas entrantes y las destruye mediante cohetes defensivos
AKKOR	ASELSAN	Turquía	El APS detecta ojivas entrantes y las destruye mediante cohetes defensivos
AMAP-ADS	ADS Gesellschaft für aktive Schutzsysteme	Alemania	El APS detecta ojivas entrantes y las destruye mediante cohetes defensivos
GL5	NORINCO	China	El APS detecta ojivas entrantes y las destruye mediante dos cohetes defensivos
ARENA	KBM (Kolomna-based Engineering Design Bureau)	Rusia	El APS detecta ojivas entrantes y las destruye mediante un cohete defensivo
IRON CURTAIN	ARTIS	EE. UU.	El APS detecta ojivas entrantes y las contramedidas las deflagra sin que detonen
IRON FIST	IMI (Israel Military Industries)	Israel	El APS detecta amenazas entrantes y lanza un interceptor explosivo que las desvía, destruye o desestabiliza sin que detonen
LEDS-150	SAAB AVITRONICS	Sur África	El APS detecta ojivas entrantes y las destruye mediante interceptores defensivos
QUICK KILL	RAYTHEON	EE. UU.	El APS detecta amenazas entrantes y las destruye mediante un pequeño misil defensivo
TROPHY	RAFAEL	Israel	El APS crea una barrera que intercepta y destruye misiles y granadas propulsadas con una onda de choque

Tabla 4. APS existentes en el mercado

7.8. ANEXO H. Radar charts de evaluación individual de las empresas.

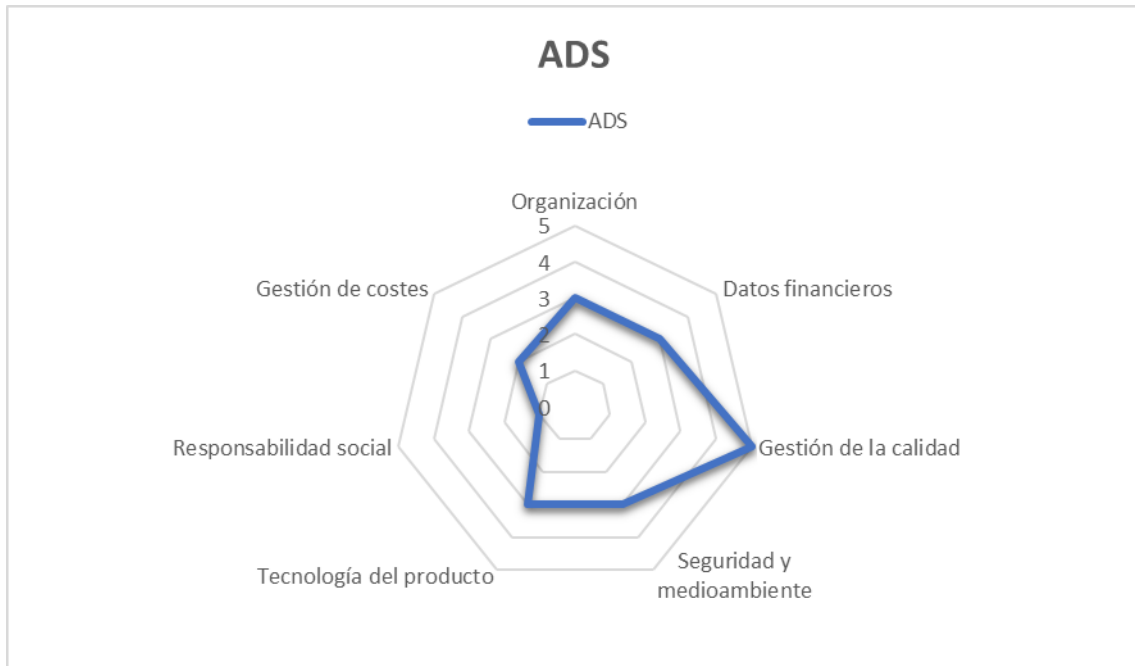


Gráfico 2. Evaluación de la empresa ADS

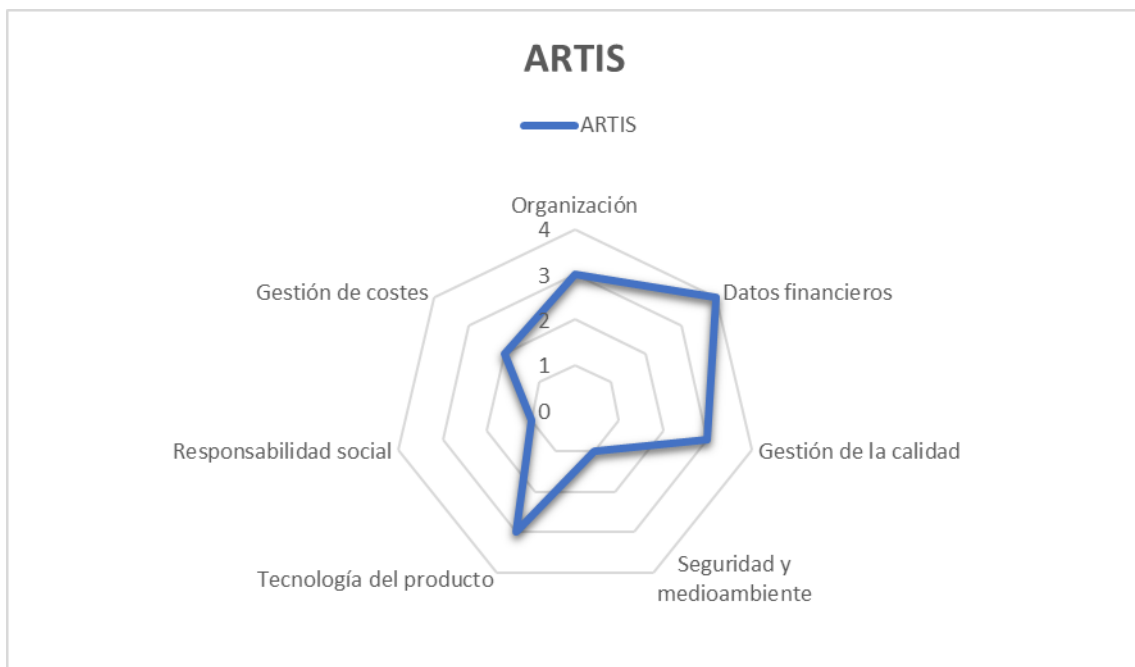


Gráfico 3. Evaluación de la empresa ARTIS

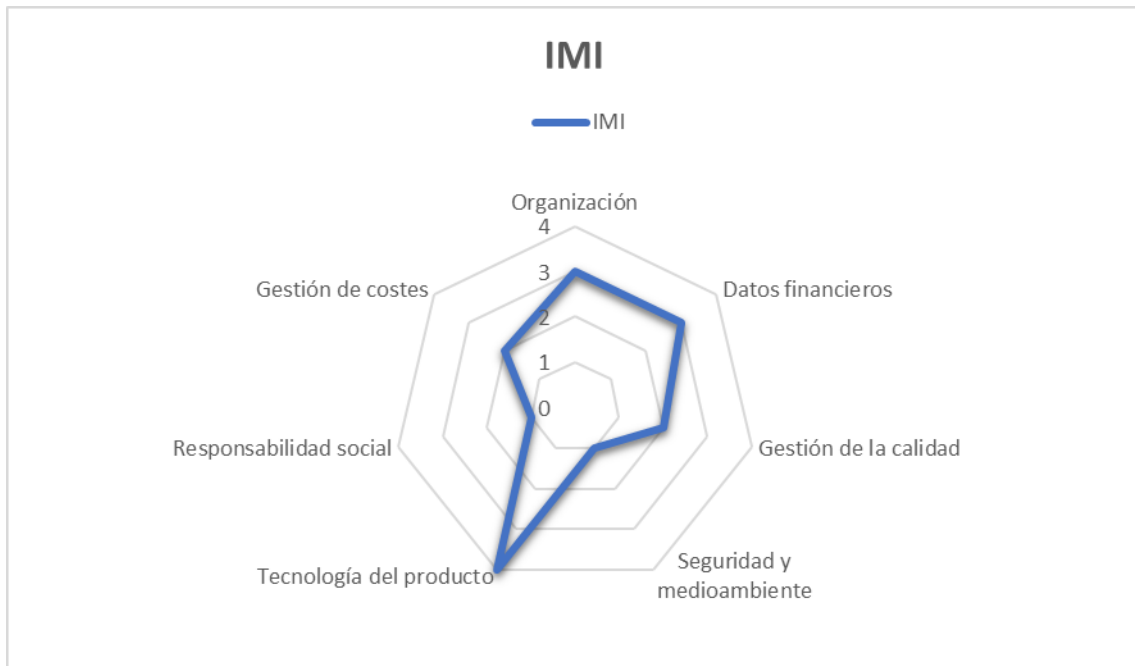


Gráfico 4. Evaluación de la empresa IMI

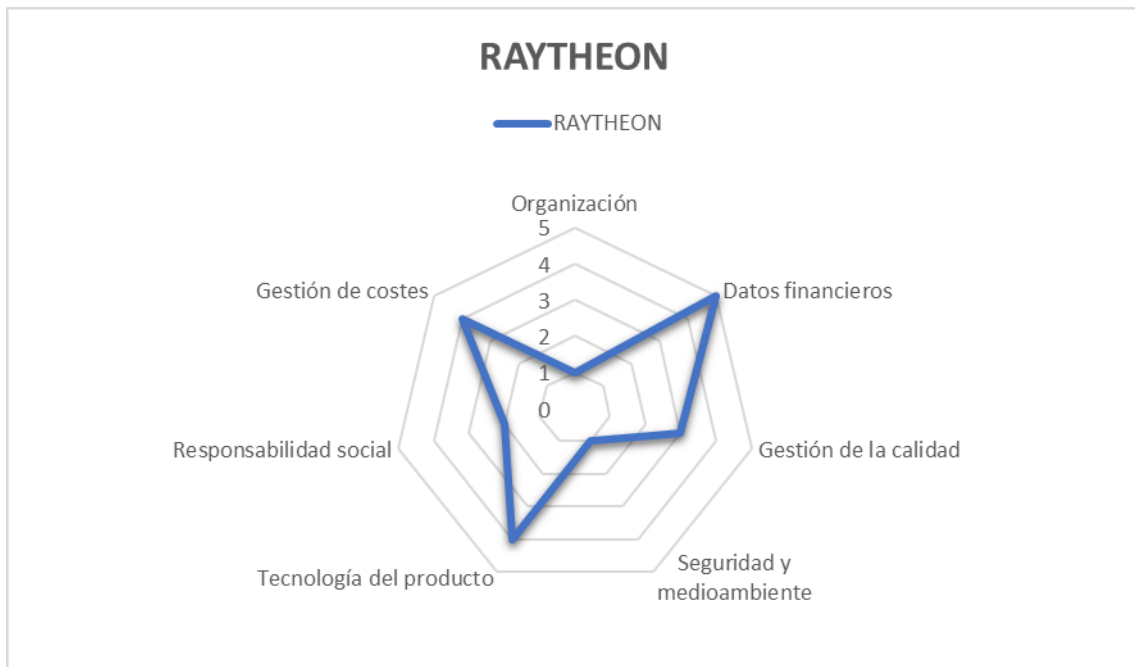


Gráfico 5. Evaluación de la empresa RAYTHEON. Fuente: Elaboración propia.

Rúbrica del análisis de proveedores

	Organización	Datos financieros	Gestión de la calidad	Seguridad y medioambiente	Tecnología del producto	Responsabilidad social	Gestión de costes
0	Alineamiento deficiente de estilo y técnicas	Quiebra económica	Ofrece productos/servicios deficientes	Altos niveles de contaminación	Productos obsoletos	No asume compromisos sociales	Costes descontrolados
1	Incumplimiento de lapsos de entrega	Graves problemas financieros	No asegura los estándares de calidad	Baja responsabilidad medioambiental	Productos de obsolescencia programada	Ocasionalmente realiza obras sociales	Presenta desperdicios
2	Se acumulan tareas pendientes	Leves problemas financieros	Utiliza herramientas de control y monitorización de la calidad	Medidas para disminuir la huella ecológica	No puede competir tecnológicamente en el mercado	Firme compromiso social	No planifica los costes fijos
3	Misión, estilo, técnicas y hábitos integrados	Fondo de maniobra positivo	Gestiona procesos de calidad ágilmente	Implementa sistemas de gestión ambiental	Compite tecnológicamente en el mercado	Aportación económica a obras sociales	Controla costes
4	Compromiso con la misión y fuerte visión compartida	Empresa solvente	Empresa certificada según estándares de calidad	Posee certificados de gestión ambiental	Destina fondos a I+D	Crean conciencia social e impulsan valores éticos	Gestiona los costes obteniendo un margen positivo
5	Organización consolidada, eficaz y eficiente	Liderazgo económico	Alta satisfacción en auditorías externas	Realiza auditorías externas medioambientales	Alta inversión en I+D+i	Gran compromiso económico y ético con las obras sociales	Buena gestión con un amplio margen de beneficios

Tabla 5. Rúbrica para el análisis de las empresas proveedoras en las diferentes áreas de estudio. Fuente: Elaboración propia.