

Trabajo Fin de Grado

CARRO DE COMBATE LEOPARDO 2E. INTEGRACIÓN DE DRON DE OBSERVACIÓN

Carlos Muñoz Muñoz

Director académico: Dr. D. Jorge González Chapela

Director militar: Teniente Dña. Pilar Mercedes Muelas Ruiz

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar

2023



Agradecimientos

Quiero transmitir mi más sincero agradecimiento a:

Todos los componentes del BICC 'Málaga' del RAC 10, por su acogida y recibimiento. En especial a la 2ª Compañía 'Azor', por toda la ayuda prestada, conocimientos aprendidos y compañerismo que han demostrado hacia mi persona.

La Teniente Muelas Ruiz, por el recibimiento mostrado, la confianza depositada en mí en las prácticas realizadas en la Compañía y su disposición permanente.

El Sargento Castellano, por enseñarme, en mi corto período de prácticas, tanto sobre el carro de combate 'Leopardo 2E', por sus aportes a la presente memoria y por demostrar una gran excelencia profesional y humana.

El Sargento Carrión y el Cabo Primero Gallego, por sus ideas y aportes a la presente memoria sobre la integración de sistemas.

El Cabo Ávila, por su servicio continuo en cuanto a mi aprendizaje con el carro, aporte de soluciones a problemas y compañerismo mostrado.

El soldado Hinojosa, por su ayuda en cuanto a conocimientos de pilotaje de drones y permitir realizar pruebas reales con su dron personal.

Mi Director Académico D. Jorge González Chapela por su diligencia y buen hacer.

Mis compañeros de promoción, por compartir este camino y ser partícipes en primera persona de mi crecimiento como militar.

Y en general, a todos los que de alguna forma como mandos, compañeros y subordinados han colaborado a lo largo de estos años a que consiga realizar esta memoria a día de hoy.

Por último, no puedo dejar atrás a toda mi familia y mi pareja, por servirme de guía e inculcarme los valores que me han permitido y me permiten seguir formándome como oficial del Ejército de Tierra.





RESUMEN

La situación actual de conflictos como la invasión de Ucrania han puesto de manifiesto la vulnerabilidad de los medios acorazados frente a los medios de combate modernos. En este ambiente, la pronta identificación de las amenazas es primordial para la supervivencia del carro de combate.

La presente memoria se dedica a estudiar la integración de un sistema RPAS en el carro de combate 'Leopardo 2E', que ayudaría a adaptar este sistema de armas a la situación de conflicto actual. Para conseguirlo, se realiza un análisis de los requerimientos y pruebas reales en la 2ª Compañía 'Azor' del Batallón de infantería de carros de combate 'Málaga' perteneciente al RAC 10.

Las herramientas de trabajo son las encuestas realizadas al personal de la unidad de estudio, donde mediante sistemas de elección por rangos de puntuación, se determina el tipo de RPAS más propicio de forma general y mediante una matriz de decisión, se selecciona la zona óptima de almacenamiento.

Posteriormente, mediante la aplicación de diseño 'Solidworks' se ha diseñado el sistema de almacenamiento del RPAS, en base a opciones del mercado, pero buscando una contención del coste de los mismos. En este paso, se proponen soluciones de automatización y contingencia para el correcto funcionamiento del sistema RPAS y su mando y control.

Finalmente, se propone una variación en la Guía de Instrucción del Puesto Táctico que se ha determinado como futuro operador del RPAS, que en este caso es el puesto del cargador.

Como resultado, se obtiene una propuesta de integración modulable a las necesidades que los organismos de elección correspondientes determinasen en un futuro. En ella se encuentra una guía de la tipología de RPAS que se considera de forma genérica más integrable al Leopard 2E, se propone un sistema de almacenamiento del RPAS y una nueva formación para los que serían sus futuros operadores.

PALABRAS CLAVE

RPAS, carro de combate, integración de RPAS, nido de drones, formación de cargador



ABSTRACT

The current situation of conflicts such as the invasion of Ukraine have revealed the vulnerability of armored means in the face of modern means of combat. In this environment, prompt identification of threats is primordial to tank survival.

This report is based on a proposal of how it would be possible to integrate a RPAS system into the 'Leopardo 2E' main battle tank, which would help to adapt this weapon system to the current conflict situation. To achieve this, an analysis of the requirements and real tests is carried out in the 2nd Company 'Azor' of the 'Málaga' Tank Infantry Battalion belonging to RAC 10.

The tools are the surveys carried out on the personnel of the study unit, where by means of systems of selection by score ranges, the most favorable type of RPAS is determined in general and by means of a decision matrix, the optimal zone of storage.

Subsequently, by means of the 'Solidworks' design application, the RPAS storage system has been designed, based on market options, but seeking to reduce their cost. In this step, automation and contingency solutions are proposed for the proper functioning of the RPAS system and its command and control.

Finally, a variation is proposed in the Instruction Guide for the Tactical Employment that has been determined as the future operator of the RPAS, which in this case is the position of the loader.

As a conclusion, a modular proposal is obtained according to the needs that the election organization would choose in the future. It contains a guide to the RPAS typology that is generally considered to be more integrable to the 'Leopardo 2E', a RPAS storage system and new training for who would be its future operators is proposed.

KEYWORDS

RPAS, combat tank, RPAS integration , drone nest, loader training



INDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	I
RESUMEN.....	III
ABSTRACT	IV
INDICE DE CONTENIDO	V
INDICE DE FIGURAS.....	VII
INDICE DE TABLAS	IX
ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS	X
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. MOTIVACIÓN	1
1.2. ÁMBITO DE APLICACIÓN	1
1.3. ESTRUCTURA	2
2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA.....	2
2.1. OBJETIVOS Y ALCANCE	2
2.2. METODOLOGÍA	3
2.2.1. FUENTES DE INFORMACIÓN.....	3
2.2.2. HERRAMIENTAS.....	3
3. ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO.....	4
3.1. EL CARRO DE COMBATE 'LEOPARDO 2E'	4
3.2. UNIDADES DE INFANTERÍA ACORAZADA	6
3.3. EL DRON DE OBSERVACIÓN EN EL ET	7
3.4. EMPLEO DE UNIDADES RPAS.....	9
3.5. ANÁLISIS DAFO	11
3.5.1. DEBILIDADES	11
3.5.2. AMENAZAS	12
3.5.3. FORTALEZAS	13
3.5.4. OPORTUNIDADES	13
4. INTEGRACIÓN RPAS-CC LEO 2E.....	14
4.1. ANÁLISIS DE LA CALIDAD	14
4.2. IDENTIFICACIÓN DEL TIPO DE RPAS	16
4.3. INCORPORACIÓN RPAS AL CC LEO 2E.....	19
4.3.1. UBICACIÓN DE LA RPA.....	19
4.3.2. ALMACENAMIENTO DE LA RPA.....	22



4.3.3.	ATERRIZAJE Y DESPEGUE	27
4.3.4.	MANDO Y CONTROL DEL SISTEMA 28	
4.3.5.	ADAPTACIONES DE LA TRIPULACIÓN: FORMACIÓN.....	29
5.	CONCLUSIONES	33
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	35
	ANEXOS	37
	ANEXO A: ENCUESTA "INTEGRACIÓN RPAS-LEOPARDO 2E"	38
	ANEXO B: ENCUESTA "PRIORIZACIÓN DE CRITERIOS Y EVALUACIÓN DE ZONA DE CARGA DE LA RPA"	40
	ANEXO C: SESIONES GIPT CARGADOR CC LEO 2E.....	42



INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Carro de combate 'Leopardo 2E'. Fuente: manual de instrucción MI6-102	4
Figura 2 Compartimentos CC Leo 2E. Fuente: manual de instrucción MI6.102	5
Figura 3 Armamento en el CC Leo 2E. Fuente: Manual de Instrucción MI6-102.....	6
Figura 4 Orgánica de las SICC EN LA CICC. Fuente: Elaboración propia a partir de Publicación Doctrinal PD4-100.....	6
Figura 5 Clasificación RPAS. Fuente: Publicación Doctrinal PD4-013.....	9
Figura 6 Unidad UAS. Fuente: Publicación Doctrinal PD4-013	10
Figura 7 Identificación de un CC Leo 2E mediante uso de sistema RPAS. Fuente: Elaboración propia.	12
Figura 8 Resultados de preguntas de encuesta (anexo A). Fuente: Elaboración propia	15
Figura 9 Resultados 6ª pregunta de encuesta (anexo A). Fuente: Elaboración propia.....	19
Figura 10 Gráfico argumentaciones de elección del exterior de la torre en encuesta (anexo A). Fuente: Elaboración propia	20
Figura 11 Posibles localizaciones en el exterior de la torre para la RPA. Fuente: Elaboración propia mediante imagen extraída del Manual de Instrucción MI6-102	20
Figura 12 Medidas de la zona detrás del puesto del cargador. Fuente: Elaboración propia.....	22
Figura 13 Nido de drones "Hextronics global". Fuente: Empresa Hextronics.....	23
Figura 14 Diseño 3D de nido de drones propuesto. Fuente:Elaboración propia mediante aplicación SOLIDWORKS	23
Figura 15 Medidas de la caja para el RPAS 'Matrice 30 T'. Fuente elaboración propia	24
Figura 16 Prototipo del nido de drones propuesto para un RPAS "Mavic 3". Fuente: Elaboración propia	24
Figura 17 Partes del mecanismo de apertura/cierre del nido de drones. Fuente: Elaboración propia	25
Figura 18 Esquema del funcionamiento del mecanismo en la apertura del nido de drones. Fuente: Elaboración propia	25
Figura 19 Diseño 3D esquema idea de acople imantado para RPA. Fuente: Elaboración propia	26
Figura 20 Eslabón de carga propuesto por la empresa "SKYCHARGE". Fuente: Página web empresa "SKYHARGE"	26



Figura 21 Salidas de agua y techo a dos aguas mediante diseño 3D. Fuente: Elaboración propia	26
Figura 22 Señalizaciones de aterrizaje para nido de almacenamiento de RPA. Fuente: Elaboración propia	27
Figura 23 Ejemplo simplificado de interfaz (amarillo) de estación de control del RPAS realizando el aterrizaje manual propuesto. Fuente: Elaboración propia.....	28
Figura 24 Uso de aplicación "flightHub 2" mediante control remoto(arriba izquierda) y multiples receptores. Fuente: empresa DJI 2022b.....	29
Figura 25 GIPT cargador CC Leo 2E. Fuente: GIPT-IA-012 del ET.....	30
Figura 26 Propuesta de ampliación del GIPT del cargador para el CC Leo 2E. Fuente: Elaboración propia	32



INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Puntuación según rangos de aceptación. Fuente: Elaboración propia.....	17
Tabla 2 Comparativa entre RPAS. Fuente: Elaboración propia	18
Tabla 3 Matriz de decisión en base a los resultados de la encuesta (anexo B). Fuente: Elaboración propia	21



ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS

- BICC: Batallón de infantería de carros de combate.
- CC Leo 2E: Carro de combate "Leopardo 2E".
- CESEDEN: Centro Superior de Estudios de la Defensa Nacional.
- CICC: Compañía de infantería de carros de combate.
- EA: Ejército del Aire.
- ET: Ejército de Tierra.
- GCS: *Ground Control Station*
- JCUA: *Joint Capability Group on RPA/RPAS.*
- MINISDEF: Ministerio de Defensa de España
- OCU: Operador de carga útil.
- OTAN: Organización del Tratado del Atlántico Norte.
- RPA: *Remotely Piloted Aircraft.*
- RPAS: *Remotely Piloted Aircraft System.*
- SICC: Sección de infantería de carros de combate.
- TUAV: *Tactical Unmanned Aerial Vehicle.*
- UAV: *Unmanned Aerial Vehicle.*



1. INTRODUCCIÓN

1.1. MOTIVACIÓN

La capacidad de combate del carro de combate CC Leo 2E puede y debe constituir un elemento clave en el empleo de unidades de combate dentro del Ejército de Tierra, tal y como defiende nuestra propia doctrina al ser el principal sistema de armas de las unidades acorazadas.

Si bien el CC Leo 2E, al igual que la mayoría de carros de combate de su generación, cuenta con unas capacidades de adquisición de objetivos mediante observación directa y una maniobrabilidad muy superiores a unidades ligeras. Es en conflictos recientes o actuales donde se vislumbran limitaciones importantes en cuanto a identificación de posibles amenazas letales para el mismo.

Conflictos como la actual invasión de Ucrania por parte de Rusia o el del Alto Karabaj entre Azerbaiyán y Armenia, han mostrado que armamento contracarro, como los sistemas Javelin¹ americanos y drones como el Bayraktar TB2² turco se posicionan como nuevos peligros potenciales de los carros de combate. Números como los más de 500 carros rusos destruidos en Ucrania en este 2022 (Oryx, 2022a), donde las emboscadas a carros de combate son la seña de identidad de la resistencia ucraniana o los 88 carros de Armenia destruidos solo mediante el empleo del Bayraktar TB2 (Oryx, 2022b) son prueba de ello.

La alta probabilidad de incapacitación de los medios acorazados al primer impacto tanto procedente de un carro enemigo como de los medios ya expuestos, justifican la necesidad de fortalecer la capacidad de adquisición de objetivos del CC Leo 2E, sin embargo, no será el único. La alta maniobrabilidad del CC Leo 2E se ve afectada por las limitaciones todoterreno del mismo, donde elementos de contramovilidad diseñados por el enemigo podrían afectar a la misma. Por este motivo incluir una mejor capacidad de reconocimiento directo y casi instantáneo podría ayudar a la maniobrabilidad y toma de decisiones en pequeñas unidades acorazadas, además de dotar de una mayor independencia a las mismas.

La integración de un sistema dron que fuera desplegado desde el mismo carro, sería una forma de dar una posible respuesta a las necesidades ya expuestas. De modo que en la siguiente memoria se procederá a analizar las opciones existentes a nivel interno dentro del Ejército de Tierra y externas. Se pretende definir el tipo de sistema dron que sería óptimo para su integración en el carro de combate CC Leo 2E, para posteriormente identificar dónde, cómo y qué se requiere para una integración funcional del mismo.

1.2. ÁMBITO DE APLICACIÓN

¹ **Javelin:** misil portátil contracarro fabricado en Estados Unidos, capaz de abatir objetivos hasta a 2,5 km de distancia, incluyendo helicópteros o aviones que vuelen a baja cota.

² **Bayraktar TB2:** aeronave no tripulada de ataque a altitud media y fabricada en Turquía con un bajo costo y capacidad de abatir vehículos blindados.



La unidad sobre la que se fundamenta el estudio de viabilidad de la integración de un dron de observación en el CC Leo 2E será la 2ª Compañía "Azor" de carros de combate de infantería, dentro del BICC "Málaga". Este batallón se constituye como la única unidad de infantería acorazada con la que cuenta el Regimiento Acorazado Córdoba Nº10 "El sacrificado".

El regimiento encuadrado en la Brigada 'Guzmán el Bueno' X cuenta ahora mismo con una fuerte carga de trabajo y escaso personal en territorio nacional, ya que, la Brigada se encuentra actualmente desplegada en Letonia (eFPX) y Líbano (LH XXXVII).

El alto número de personal desplegado y su próxima incorporación como Fuerza Conjunta de Alta Disponibilidad (VJTF) de la OTAN en 2023, hacen patente la alta capacitación e importancia de la Brigada a nivel nacional e internacional.

1.3. ESTRUCTURA

El resto de la memoria se fundamenta en las siguientes secciones:

- Sección 2: Objetivos y alcance

Identifica los objetivos a alcanzar junto con las tareas que se llevarán a cabo para conseguirlos. Seguidamente se explican las herramientas empleadas y principales fuentes de información que sustentan la memoria.

- Sección 3: Antecedentes y marco teórico

Trata de sentar las bases teóricas mediante la presentación del CC Leo 2E, el empleo de las unidades acorazadas de infantería sobre las que se basa el estudio, historia y marco legal de los drones en el ET, empleo de unidades dron y análisis DAFO del carro.

- Sección 4: Integración RPAS-CC Leo 2E

Se presenta la propuesta de morfología de RPAS que mejor se adapte al carro, zona de carga del dron, forma de almacenamiento del mismo, mando y control del sistema y que cambios debe haber en la tripulación.

- Sección 5: Conclusiones:

Se definen las conclusiones y resultados obtenidos en base a los objetivos marcados.

2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

2.1. OBJETIVOS Y ALCANCE

La presente memoria, como ya se ha introducido, pretende aumentar la capacidad de observación del CC Leo 2E mediante la inclusión de un sistema dron de observación en su estructura. Los dos objetivos específicos que persigue la memoria son:

1. Elegir el tipo de dron que pueda ser integrado en el CC Leo 2E. Para lograrlo se realizarán las siguientes tareas:
 - Identificar las características físicas que debe poseer el dron.
 - Identificar las capacidades tácticas mínimas que debe de aportar al carro de combate.
 - Comparar las posibilidades del mercado junto con las del ET.
2. Integrar el dron en el carro de combate. Las tareas a realizar serán:



- Analizar las ubicaciones óptimas del dron en el carro de combate.
- Diseñar el modo de transporte del mismo y opciones de despliegue.
- Exponer las variaciones necesarias en el adiestramiento de la tripulación debidas a la incorporación del dron.

Este trabajo es en beneficio de toda unidad del ET que se fundamente en el empleo del CC Leo 2E como principal sistema de armas, independientemente de la especialidad fundamental de la que se trate. Si bien es cierto, que se postula fundamentalmente para unidades de infantería acorazada debido a que es la unidad de esta especialidad la que se presta al estudio.

Cabe resaltar, que el presente trabajo, no pretende crear doctrina sobre el empleo táctico a nivel pequeña unidad que deba tener el dron una vez integrado en el carro de combate. Por tanto, la aplicación de la memoria que se desarrolla a continuación es a nivel carro de combate, es decir, se centrará en qué necesita y cómo se integraría en un único sistema de armas 'Leopardo 2E'.

Será decisión futura de los organismos pertinentes determinar cómo esta simbiosis de sistemas puede desarrollarse en el entorno de la pequeña unidad (compendio de carros), dónde quizás no sea necesaria la incorporación del sistema dron en cada carro y la confección de las plantillas orgánicas con sus niveles de adiestramiento no deban estar completamente guiadas por lo que esta memoria expone.

2.2. METODOLOGÍA

2.2.1. FUENTES DE INFORMACIÓN

Las principales fuentes de información de las que se nutre esta memoria son publicaciones doctrinales y manuales del ET en lo referente a datos técnicos, capacidades tácticas y legislación de los medios en dotación actuales, además de mostrar los fundamentos de doctrina en el empleo de las unidades de interés.

En referencia a datos históricos sobre la evolución de medios acorazados, la información se extrae de publicaciones del Instituto de Historia y Cultura Militar. Se emplearán también publicaciones nacionales de medios como 'Infodefensa' para el análisis de adquisiciones y evolución de programas de material del ET.

En cuanto a análisis de datos sobre conflictos que sustentan la motivación del trabajo, como son recuento de bajas en conflictos, se han seguido publicaciones de prensa escrita internacional como la empresa británica 'BBC' y páginas de analistas de conflictos como la holandesa 'Oryx'.

Finalmente se emplearán otras publicaciones académicas como fuente de estudio de carencias del carro de combate y como medio de identificación de posibles drones.

2.2.2. HERRAMIENTAS

Los medios usados para cumplimentar las tareas específicas a llevar a cabo para lograr los objetivos que persigue esta memoria son:

- Métodos cualitativos basados en las entrevistas y encuestas realizadas tanto a personal de tropa, como a los suboficiales y oficiales que componen la 2º Compañía del BICC "Málaga". El número de encuestados será reducido en comparación con el personal que habría en una CICC completa debido al reciente despliegue.
- Métodos cuantitativos como la matriz de decisión para elegir la ubicación idónea



del dron en el CC Leo 2E.

- Métodos mixtos fundamentados en estudios de viabilidad, realizados mediante mediciones y pruebas reales, que se han realizado en los carros de combate orgánicamente pertenecientes a la 2ª Compañía.

3. ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO

El siguiente punto de la memoria busca exponer cómo hemos llegado a la situación actual en cuanto a sistemas acorazados y dron. A continuación, se expondrán las bases de orgánica y empleo de las unidades involucradas en el estudio o que se vean afectadas por el mismo.

Finalmente, se pretende fijar mediante un análisis DAFO del carro de combate qué soluciones o perjuicios podemos encontrar con la integración del dron, de modo que, sentemos las ideas sobre las que se va a fundamentar el estudio.

3.1. EL CARRO DE COMBATE 'LEOPARDO 2E'

Tras abandonar la intención inicial en 1984 de crear el carro de combate 'Lince' de completa fabricación española para reemplazar a los medios acorazados Patton americanos y al carro de combate AMX-30E de origen francés, el Ministerio de Defensa de España (MINISDEF) apostará por el desarrollo del "Programa coraza" en 1994.

El programa perseguía la modernización de los medios acorazados de la época mediante la adquisición/fabricación de un nuevo carro de combate que se ajustase a los niveles tecnológicos del momento. En un primer momento se realizará el alquiler de 108 carros de combate "Leopard 2A4" alemanes, lo que supondrá un salto de calidad y un auténtico reto en la adaptación temprana a un nuevo medio.

Unidades como el BICC 'Málaga' ya jugaría un papel destacado al enviar personal de la unidad a la propia Alemania para instruirse con el 93º Batallón Panzer de la 9ª Brigada Mecanizada alemana.

El culmen del "Programa coraza" llegará con la fabricación combinada española-alemana del CC Leo 2E que será una mejora en base al carro de combate alemán "Leopard 2A6". Las últimas unidades se entregarían en 2008, siendo esta la fecha en la que se desarrolle su manual de instrucción específico "M16-102" que sigue vigente actualmente para coordinar, organizar y guiar la instrucción de las tripulaciones.

El CC Leo 2E (ver figura 1) se trata de un sistema de armas pesado en base a cadenas que se constituye como el principal sistema en las unidades acorazadas del ET. El manual de instrucción "M16-102" defiende que el primordial empleo del CC Leo 2E es la eliminación de otros medios acorazados, aunque puede enfrentarse tanto a unidades terrestres ligeras o



Figura 1 Carro de combate 'Leopardo 2E'. Fuente: manual de instrucción M16-102



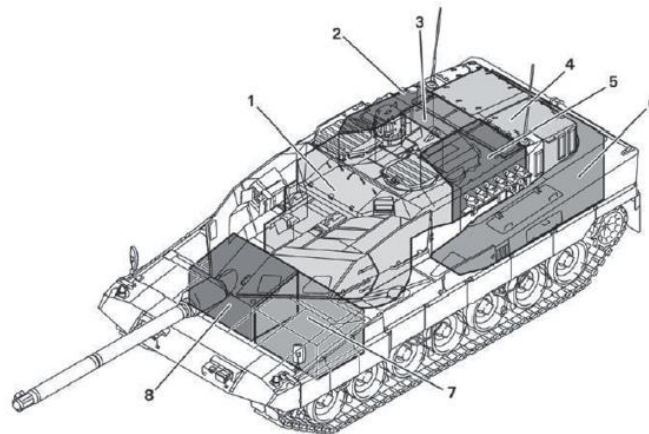
mecanizadas, como a unidades aéreas.

Los distintos compartimentos se reparten entre sus dos bloques fundamentales (torre y barcaza), de forma que cuenta con diferentes zonas internas destinadas a los puestos de la tripulación, la carga de partes específicas del sistema, carga de municiones y equipo de la tripulación (ver figura 2). En cuanto al tren de rodaje cuenta con 1 par de ruedas tensoras, 1 par de ruedas propulsoras y 7 pares de ruedas de marcha dobles que se asientan sobre una cadena de 82 eslabones con 2 zapatas sobre cada uno.

La tripulación consta de 4 integrantes que ocupan un puesto específico:

- Jefe de carro (JC): parte derecha de la cámara de combate
- Radio-cargador (R-C): parte izquierda de la cámara de combate
- Conductor (C): cámara de conducción
- Tirador (T): parte derecha de la cámara de combate (delante del JC)

La capacidad de observación y adquisición de objetivos del CC Leo 2E se manifiesta en sus medios de observación tanto diurnos como nocturnos. Medios como el periscopio 'EMES15 A2' del puesto del tirador y el periscopio 'PERI-R17 A2' del jefe de carro, combinados con el empleo del telémetro laser y la estabilización de torre, le otorgan al sistema una alta precisión tanto en parado como en movimiento en objetivos hasta 4km de distancia.



- | | |
|--|--|
| 1. Cámara de combate. | 5. Compartimento de munición de torre. |
| 2. Compartimento de electrónica de seguimiento del arma. | 6. Cámara de motor. |
| 3. Compartimento electrónico. | 7. Compartimento de munición de casco. |
| 4. Cajones de almacenaje traseros. | 8. Cámara de conducción. |

Figura 2 Compartimentos CC Leo 2E. Fuente: manual de instrucción MI6.102

Entre su armamento cuenta con un cañón de ánima lisa de 120mm, una ametralladora coaxial al cañón, de calibre 7'62, una ametralladora antiaérea sobre la torre de calibre 7'62 y 16 lanzaartificios de 76mm de calibre, distribuidos por los laterales de la torre (ver figura 3).

Su sistema de propulsión se trata de un motor diésel de 1500 CV, ubicado en la parte posterior de la barcaza, que le permite desplazarse a 72 km/h de velocidad máxima hacia delante

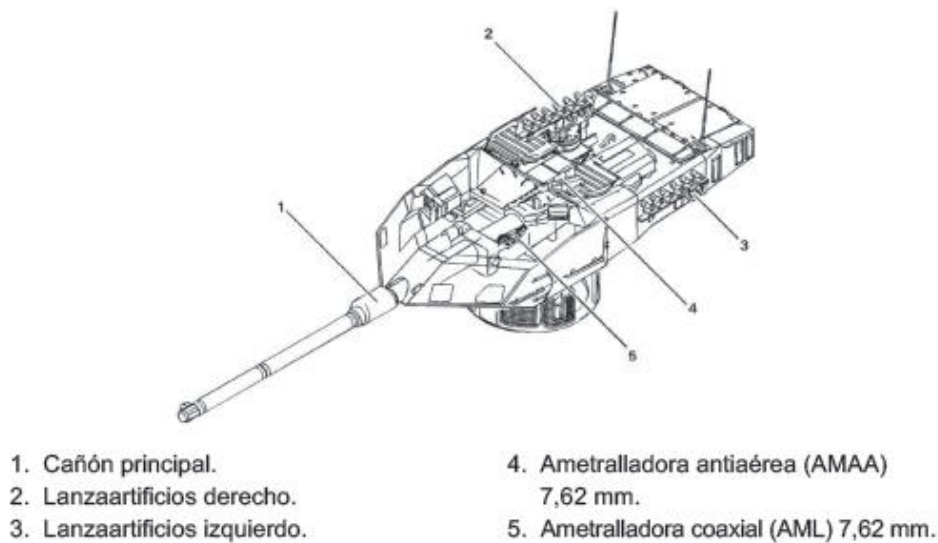


Figura 3 Armamento en el CC Leo 2E. Fuente: Manual de Instrucción MI6-102

y 31 km/h hacia atrás y que unido a sus 9'67m de largo, 3'75m de ancho, 3m de alto y un peso de unas 62t le otorgan las siguientes capacidades todoterreno:

- Paso de escalones de hasta 1'10m de alto.
- Paso de zanjas de hasta 2'90m de ancho.
- Subida de pendientes frontales de hasta un 60% de inclinación.
- Movimiento en pendientes laterales de hasta un 30% de inclinación.
- Vadeo de 1'20m sin preparación o 4m de inmersión total con preparación.

3.2. UNIDADES DE INFANTERÍA ACORAZADA

La SICC dentro de las CICC es la unidad de maniobra elemental con capacidad de combatir a un enemigo (ver figura 4). En este sentido todas las SICC operan con cuatro carros de combate que por su número poseen la capacidad de coordinación del fuego y la maniobra efectivas con la que debe contar toda unidad de infantería.

Las unidades de infantería acorazada basan su empleo en la protección, maniobrabilidad y potencia de fuego de su sistema de armas que no es otro que el CC Leo 2E. La sencillez de planeamiento y velocidad de empleo de estas unidades las hace especialmente aptas para su intervención en acciones decisivas o de aprovechamiento del éxito, sin

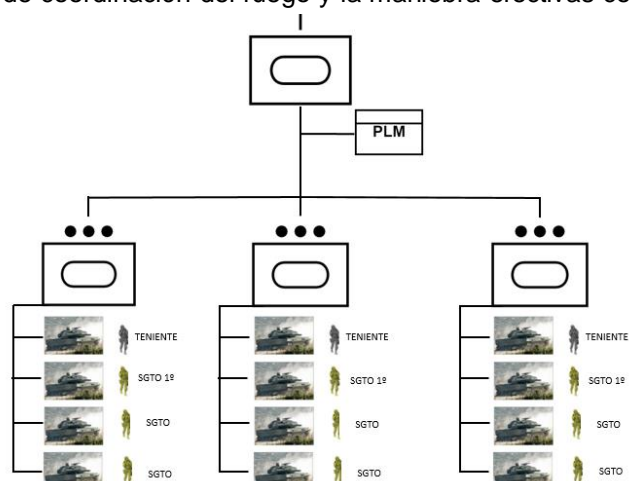


Figura 4 Orgánica de las SICC EN LA CICC. Fuente: Elaboración propia a partir de Publicación Doctrinal PD4-100



embargo, su potencia de combate y movilidad son apropiadas para envolver elementos y concentrar esfuerzos esto las hace también idóneas para el combate de encuentro³.

Las misiones que puede realizar una unidad acorazada abarcan todo el espectro del conflicto, por lo que, su empleo será posible en acciones tácticas ofensivas, defensivas, de apoyo, estabilización y contribución militar en entorno nacional. Entre todas estas acciones tácticas se destacan misiones como:

- Anular la capacidad del enemigo mediante el ataque(of).
- Contribuir a la explotación del éxito(of).
- Constituirse como reserva de la unidad superior(of-def).
- Fijar al enemigo en beneficio de otra unidad(of).
- Realizar acciones de retardo, desgaste y canalización(def).
- Realizar contraataques o detenciones (def).
- Obtener información mediante reconocimiento o vigilancia(apo).
- Apoyo a la seguridad (apo-est).

La coordinación e integración en el combate con las unidades de apoyo (fuegos, ingenieros, guerra electrónica, defensa antiaérea, ...) es crucial para la supervivencia, ya que, mitigan las limitaciones que encuentran unidades de estas características. Entre las principales limitaciones de las unidades acorazadas encontramos:

- Alta necesidad de apoyo logístico y especialización de tripulaciones.
- Unidades fácilmente detectables (especialmente por elementos RPAS).
- Vulnerabilidad en escenarios con escasa capacidad de movilidad o visión (zonas urbanas, bosques...).
- Alta vulnerabilidad ante elementos de combate aéreo, otros medios acorazados y sistemas contracarro.

3.3. EL DRON DE OBSERVACIÓN EN EL ET

El proyecto 'RAPAZ' lanzado por el MINISDEF en el año 2015 perseguía la identificación precisa de necesidades operativas en drones clase I para su posterior empleo en misiones ISR⁴, siempre buscando priorizar la industria nacional.

Este proyecto actualmente activo es el responsable de la incorporación de los drones Searcher (clase II) y Raven RQ-11B (clase I), pero también, es el responsable de la continua búsqueda y experimentación con nuevas alternativas que puedan ser implementadas actualmente. Las recientes pruebas de sistemas como el 'PASSER UAS' en unidades paracaidistas son prueba de la actividad del proyecto (Infodefensa.com, 2021).

³ **Combate de encuentro:** tipo de combate basado en la falta de preparación previa al enfrentamiento, ya que, se basa en la sorpresa por parte de uno o los dos contendientes.

⁴ **Misiones ISR:** se define así a las misiones de inteligencia, vigilancia y reconocimiento.



Por su parte el ET, con la incorporación de estos sistemas en su orgánica comenzó con la generación de definiciones, clasificaciones y manuales de instrucción que guíen la utilización de los mismos.

La publicación doctrinal "PD4-103" viene a definir el término "aeronave pilotada remotamente (RPA/UAV)" como toda aquella aeronave capaz de ser operada a distancia mediante el empleo de diferentes mecanismos de automatización, sin que en ella se encuentre físicamente ningún operador humano.

La RPA necesitará de elementos complementarios para su empleo:

- Carga útil: se define así a los conjuntos de dispositivos/accesorios no vitales para el vuelo de la RPA, pero que le aportan alguna capacidad extra de funcionamiento. Se puede tratar de elementos electroópticos, armas, municiones, radares, etc.
- Estación de control en tierra (GCS): conjunto de elementos en tierra que permiten controlar tanto la propia RPA como su carga útil. Estos elementos pueden ir desde complejas estaciones de control con diferentes partes hasta un simple ordenador portátil.

La combinación de la propia RPA, la carga útil, el GCS y todo elemento necesario para el vuelo será lo que definiremos como "sistema de aeronaves pilotadas a distancia (RPAS)" que será manipulado por un número variable de usuarios atendiendo al tipo de sistema que se esté operando.

La generalización del empleo de estos sistemas ha provocado la necesidad de clasificación de los mismos. Los criterios para categorizar los sistemas no están unificados internacionalmente, siendo cada estado el que considera bajo qué parámetros se realiza dicha clasificación. En el caso de España, su clasificación se fundamenta en la acordada a nivel OTAN por el JCGUA, que emplea como criterio el peso máximo al despegue (ver figura 5).

La clasificación expuesta por la OTAN busca facilitar la interoperabilidad entre estados, además de dar un marco estandarizado que facilite la reglamentación sobre los drones. Atendiendo a dicha clasificación serán los RPAS clase I "mini" y clase II "TUAV" los de mayor interés para su empleo en el ET, ya que, por sus características son los medios que mejor pueden abarcar un amplio número de misiones a nivel táctico y operacional.

Para operar dichos sistemas y los demás presentes en el listado, se reglamenta la obligatoriedad de una formación específica en los "operadores de sistemas aéreos no tripulados (DUO)". El plan de formación DUO consta de dos cursos:

- Curso Inicial de Aptitud: Será competencia de la Dirección de Enseñanza del Ejército del Aire otorgar la acreditación de tarjeta de vuelo tipo I o tipo II según el peso máximo al despegue del RPA que se vaya a operar (ver figura 4), tal y como recoge la Orden Ministerial 18/2012 (MINISDEF, 2012)



- Curso Específico: Será competencia del ET y su propósito es la especialización en el empleo del RPAS que vaya a operar el futuro operador.

Tipo de tarjeta operador (DUO)	Clasificación por peso máximo al despegue (MITOW)	Techo aproximado de vuelo sobre el terreno (AGL)	Categoría (Clasificación OTAN) y acrónimo	Ejemplo de aeronave (RPA)	Tipo de empleo
Tipo II	Clase III >600 kg Pesado	65.000 ft / 20.000 m	Combat/Strike UCAV	Reaper	Estratégico
		65.000 ft / 20.000 m	High Altitude Long Endurance HALE	Global Hawk	Estratégico
		45.000 ft / 14.000 m	Medium Altitude Long Endurance MALE	Heron TP	Organización Operativa Conjunta
	Clase II >150 y ≤600 kg Medio	10.000 ft / 3.000 m	Tactical TUAV	Searcher MK-III	Mando Componente Terrestre
Tipo I	Clase I ≤150 kg Ligero	5.000 ft / 1.500 m	Small >15 kg	Scan Eagle	División Brigada
		3.000 ft / 900 m	Mini <15 kg	Raven RQ-11 B	Grupo Táctico Compañía
		200 ft / 60 m	Micro Peso <15 kg y potencia <66 Jul	Black Widow	Sección Pelotón

Figura 5 Clasificación RPAS. Fuente: Publicación Doctrinal PD4-013

En los RPAS de clase I puede que se necesite dado el caso un segundo operador (OCU) dedicado a la carga útil que porte la RPA. El OCU debe realizar una formación específica atendiendo a la carga útil que se emplee, ya que, cargas útiles como electroópticas o radares deben de ir acompañados en su caso de un mayor conocimiento de fotointerpretación o identificación de medios.

Si bien, se encontrarán RPAS de clase I, en los que un único operador DUO será suficiente para el vuelo y explotación de las capacidades de la carga útil en simultáneo.

3.4. EMPLEO DE UNIDADES RPAS

Atendiendo a los medios y sus capacidades, las unidades RPAS son especialmente aptas para la realización de misiones ISTAR (Intelligence, Surveillance, Targeting acquisition and Reconnaissance).

La Publicación Doctrinal PD4-013 define las misiones ISTAR “como el conjunto de actividades de obtención de información precisa, relevante y fiable para apoyar tanto el planeamiento como la conducción de las operaciones”. Por tanto, concluimos que este tipo de misiones se basan en la obtención y procesamiento de información relevante en tiempo real.

Las misiones ISTAR se materializan en:

- Vigilancia de un área específica o de larga duración sobre zonas.
- Adquisición de objetivos.



- Reconocimiento de rutas o zonas.

Otras misiones interesantes en las que pueden ser empleadas como medio de apoyo son misiones de guerra electrónica tanto como apoyo electrónico o como contramedidas, además de poder emplearse como relé de comunicaciones.

A nivel orgánico las unidades que cuentan con medios RPA se articulan para su adiestramiento y funcionamiento diario en unidades UAS (ver figura 6), mientras que en su empleo funcional estas unidades disgregan partes de la misma para entrar a formar parte de la organización operativa a la que preste apoyo.

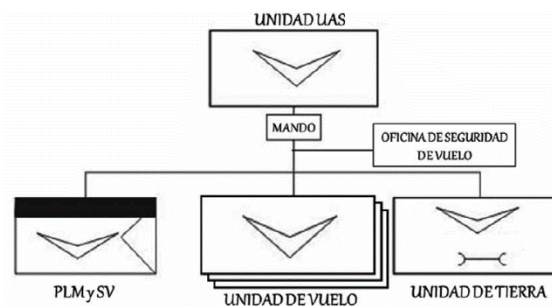


Figura 6 Unidad UAS. Fuente: Publicación Doctrinal PD4-013

El motivo fundamental por el que se articulan así los sistemas RPAS en el ET son las características de los actuales medios en dotación en el ET como serían el Searcher MK-III o el Raven RQ-11 B que al ser medios de complejo empleo y mantenimiento requieren de tripulaciones superiores a una persona para su correcto uso y conservación.

Las unidades que conforman la UAS son:

- Unidad de plana mayor y servicios: su funcionamiento se basa en acciones administrativas y de coordinación, ya que, generan unidades de enlace que se incorporarán al puesto de mando de la unidad a la que se le agregue un elemento RPA.
- Unidad de vuelo: Se compone de un jefe de vuelo y de una o más tripulaciones de vuelo que se componen a su vez uno o más operadores de carga útil y operadores de vuelo (uno de esos operadores de vuelo se erigirá como jefe de misión cuando se emplee el sistema RPAS).
- Unidad de tierra: Se compone de todos los elementos necesarios para la preparación previa y posterior de la RPA para su empleo en una misión. Las tareas que realiza son de transporte, seguridad terrestre al vuelo, recuperación y mantenimiento o reparación de la RPA. Se compone de:
 - Jefe de lanzamiento: subordinado al jefe de misión.
 - Equipo de mantenimiento: personal encargado de la preparación y conservación de la RPA.
 - Equipo de lanzamiento/recuperación: personal encargado de las labores de preparación técnica en la zona de despegue/aterrizaje.

Todos los puestos orgánicos expuestos se ajustarán al sistema RPAS que se emplee, puesto que, en casos específicos con sistemas RPAS de clase I, varios puestos podrán ser



ostentados por una misma persona o grupo de personas, como es el caso del equipo de mantenimiento y lanzamiento/recuperación en el que un mismo equipo puede realizar varias labores o el del operador de vuelo y carga útil que puede ser un único operador para ambos puestos.

Tal y como expone la PD4-013 *“el despliegue será muy flexible y adaptado al movimiento de las unidades de maniobra en cuyo beneficio opera el RPAS”*. Esta afirmación, deja patente que los medios de transporte y articulación de la unidad a apoyar serán determinantes para la articulación de la unidad que opere el sistema RPAS, que rara vez podrá ser de entidad menor a un pelotón/escuadra.

3.5. ANÁLISIS DAFO

Basándonos en las limitaciones y capacidades argumentadas en la publicación doctrinal “PD4-100” sobre las pequeñas unidades de infantería acorazada, se realiza el siguiente análisis DAFO sobre el CC Leo 2E. De forma que, nos permita identificar qué aportaría la incorporación de un sistema RPAS al propio carro de combate.

3.5.1. DEBILIDADES

La más destacada debilidad del CC Leo 2E es su falta de independencia en el combate en ambientes de dificultosa movilidad y campos de visión reducidos, ya que, en estos entornos se muestra incapaz de imponer su superior capacidad de combate mediante su potencia de fuego, alcance y movilidad. Por tanto, debemos remarcar su:

- Necesidad de apoyo de infantería a pie, que le facilite la seguridad cercana en entornos de difícil visión que favorezcan emboscadas enemigas.
- Necesidad de apoyo de unidades especialmente aptas en capacidades de obtención de inteligencia (unidades RPAS) para obtener cierta independencia de movimiento y adquisición de objetivos fuera de visión directa.
- Necesidad de apoyo de unidades de ingenieros que favorezcan su movilidad.
- Facilidad para ser detectado, en especial, cuando se encuentra en movimiento debido a la marca acústica, su tamaño y señales visuales (levantamiento de polvo, rodadas, ...).

Claramente la incorporación de un sistema RPAS en el propio CC Leo 2E supliría total o parcialmente todas las debilidades aquí expuestas, puesto que, el aumento de capacidad de observación fuera de visión directa dotaría de una mayor independencia a el combate al carro.

De esta forma, en según qué entorno nos encontremos, el carro de combate podría lanzar reconocimientos avanzados a su posición favoreciendo:

- Una captación de inteligencia que identifique amenazas a las que es vulnerable.
- Conocer el terreno para favorecer su movilidad a la hora del avance limitando la necesidad de apoyos.
- Utilización de la información obtenida en beneficio de otras unidades que la acompañen.
- No precisar continuamente de apoyo de otras unidades que suplan estas carencias.
- Un mejor ocultamiento al poder mantener posiciones mientras su sistema RPAS se encuentra en funcionamiento.



Cabe remarcar que la modernización o adaptación de sistemas de una sofisticación tecnológica tan elevada como el CC Leo 2E suele ser costosa y lenta en el tiempo, además de, suponer un largo período de adaptación de la tripulación a los cambios que se realicen. Para lograr una integración exitosa la presente memoria se guiará en las premisas de sencillez y abaratamiento de costes.

3.5.2. AMENAZAS

La primordial amenaza externa es el desarrollo continuo de nuevas municiones, sistemas y aeronaves que puedan hacer frente a un carro de combate de forma efectiva. En ocasiones, incluso adaptaciones “de circunstancias”, logran efectos letales para un carro de combate. Claro ejemplo es la improvisación de lanzamiento de granadas desde RPA que no son en un principio diseñados para ese propósito.

Claros ejemplos de lo expuesto son videos publicados por el perfil de twitter “Ukraine weapons tracker” famoso por mostrar imágenes del uso de armamento ucraniano en el actual conflicto con Rusia como la destrucción de un blindado mediante el uso de un RPAS lanza artificios (Ukraine weapons tracker , 2022).

El alto empleo de unidades acorazadas en conflictos actuales como la invasión de Ucrania nos muestran:

- Aumento del empleo de sistemas RPAS para la localización de carros de combate.
- Aumento del empleo de sistemas RPAS armados o modificados para la destrucción de carros de combate.
- Impulso de técnicas de insurgencia para el enfrentamiento contra medios acorazados mediante la realización de emboscadas con sistemas contracarro.
- Alta letalidad de los medios contracarro de elementos de infantería ligera.
- Alta letalidad de municiones empleadas por otros medios acorazados.
- Alta letalidad de elementos de ataque aéreos.

Claramente, el hecho de que una amenaza para nuestro CC Leo 2E sea el cada vez más habitual empleo de sistemas RPAS, es un argumento de peso para emplear estas mismas técnicas en nuestro beneficio. En este contexto, la carrera hacia la identificación temprana pasaría a ser mediante el uso, por ambos bandos, de sus respectivos RPAS, que en ocasiones serán capaces de detectarse entre sí. De esta manera se alivia la desigualdad en capacidad de identificación existente entre el CC Leo 2E y el RPAS enemigo (ver figura 7).



Figura 7 Identificación de un CC Leo 2E mediante uso de sistema RPAS. Fuente: Elaboración propia.



3.5.3. FORTALEZAS

Las principales fortalezas del CC Leo 2E se basan en su movilidad, protección y potencia de fuego, tres características fundamentales del mismo, ya expuestas en la sección 3.1 de esta memoria. Junto con ellas se debe destacar la capacidad de evolución que pueden tener estos sistemas de armas mediante cambios en sus sistemas, estructura o armamento que no obliga a la adquisición o fabricación de un nuevo carro para conseguir unas mejores capacidades.

Las fortalezas a destacar son:

- Alta capacidad todoterreno.
- Precisión y alcance de su armamento.
- Capacidad de destruir elementos blindados.
- Capacidad de autodefensa frente aeronaves que vuelen a baja cota.
- Alta capacidad de supervivencia frente a armamento ligero.
- Alta capacidad de adquisición de objetivos mediante visión directa.
- Capacidad de combatir en ambiente NBQ.

Todas estas fortalezas deben ser potenciadas mediante la incorporación del sistema RPAS en el CC Leo 2E. Por un lado, claramente la capacidad de adquisición de amenazas es crucial para aprovechar la capacidad de destrucción del CC Leo 2E.

Por otro lado, será obligado poder contar con un sistema que pueda ser operado en ambiente NBQ, de forma que, mantengamos sus beneficios en un ambiente en el que la visión, sobretodo cercana, se verá mermada al no poder ningún tripulante usar las escotillas al cerrarse de forma completamente estanca el carro.

3.5.4. OPORTUNIDADES

Tal y como expone el coronel Garrido Robres en su publicación sobre el futuro de las unidades acorazadas (Garrido Robres, 2022), los avances de los CC Leo 2E deben enmarcarse dentro del concepto de 'Fuerza 2035'⁵. El coronel remarcará que las oportunidades de mejora del CC Leo 2E son:

- Mejora de la supervivencia de tripulaciones mediante mejoras en blindaje.
- Implementación de sistemas con cierto nivel de inteligencia artificial que simplifiquen procedimientos a la tripulación y aumente la letalidad.
- Automatización que permita la reducción de la tripulación a dos o incluso un solo integrante.
- Mejora en las capacidades de comunicaciones que permita una mayor recepción y transmisión de información.
- Mejora de capacidades de guerra electrónica a nivel táctico en localización, protección y neutralización.

⁵ **Fuerza 2035:** se trata del proyecto de transformación a 15 años vista iniciado por el ET en el año 2020, cuyo objetivo es conseguir un Fuerza más avanzada tecnológica y técnicamente.



La incorporación de un sistema RPAS puede y debe seguir la guía de estas pautas de forma que colabore en la evolución del CC Leo 2E en este sentido, ya que, en palabras del mismo coronel *“Sería necesario integrar, dentro de las capacidades acorazadas, las posibilidades que ofrecen actualmente los vehículos no tripulados, tanto terrestres como aéreos”*. En este sentido el sistema RPAS:

- Favorece la comunicación mediante la generación de información.
- Puede favorecer la comunicación ayudando a la transmisión, mediante su empleo como relé con la carga útil adecuada.
- Puede afectar al espectro electromagnético mediante la carga útil adecuada para realizar acciones de guerra electrónica.
- Favorece la supervivencia de la tripulación y el carro gracias a todos los puntos expuestos.

Claramente para favorecer la tendencia hacia la reducción de procedimientos y tripulantes, el sistema RPAS debe contar con capacidad de vuelo autónomo que siga estas guías.

Cabe destacar ideas sobre cómo incluir una RPA de observación en sistemas blindados presentada por empresas como General Dynamics Land Systems. La empresa muestra mediante el video ejemplificativo (General dynamics Land Systems, 2018) una integración de ambos sistemas, donde el RPAS da una clara solución táctica ante posibles emboscadas al blindado.

En la misma línea, la revelación de un carro completamente autónomo que incorpora entre otras herramientas una RPA de observación, que ha presentado el Ministerio de Defensa Israelí en el video (Ministerio de Defensa de Israel, 2022), es otra clara confirmación de que las bases de la ‘Fuerza 2035’ persigue los estándares y tendencias internacionales.

4. INTEGRACIÓN RPAS-CC LEO 2E

Esta sección persigue proponer la implementación completa del RPAS al CC leo 2E mediante el análisis de los cuestionarios presentados en los anexos A y B de la presente memoria e información sobre almacenamiento de RPAS en el entorno profesional civil.

La identificación de requerimientos que marquen la calidad del tipo de RPAS que se puede incorporar al carro, el estudio de la ubicación óptima y la presentación de propuestas y soluciones para el almacenamiento y adaptaciones en la tripulación son las subsecciones que conforman esta integración.

En todo momento se basará en un estudio lo más realista posible, atendiendo a la situación económica actual del ET y a la realidad de mercado con respecto a la oferta de sistemas e ideas que puedan ayudar a dicha integración.

4.1. ANÁLISIS DE LA CALIDAD

El análisis de la calidad se basará en la identificación de las características y cualidades tácticas que debe poseer el sistema RPAS. Dicho estudio se fundamenta en las respuestas obtenidas en la encuesta “INTEGRACIÓN RPAS-LEOPARDO 2E” (anexo A).

Dichas respuestas no solo remarcan capacidades explícitas que debe poseer el dron, sino una relación de cualidades implícitas a las que debe aspirar el sistema en general.

Partimos desde la concepción de que el sistema RPAS es para observación, esto conlleva



que tanto características físicas como aptitudes tácticas concretas no resulten incluidas entre las opciones de la encuesta, puesto que, se consideran básicas para cumplir su función. Estas son:

- Poseer una carga útil de cámara electro-óptica (espectro visible).
- Poseer una carga útil de cámara IR (térmica).
- Poseer un receptor de imágenes en tiempo real.
- Capacidad de campo ancho/ campo estrecho en su óptica.
- Capacidad de ser desplegado en ocasiones consecutivas a lo largo de una misma misión.
- Capacidad de vuelo autónomo.
- Capacidad de soportar temperaturas extremas que permita su uso en ambientes fríos y cálidos.

Como complemento a estos requerimientos básicos, se realizan dos preguntas en las que se requiere a los encuestados que escojan tres de las cuatro opciones viables, arrojando los resultados mostrados en la figura 8:

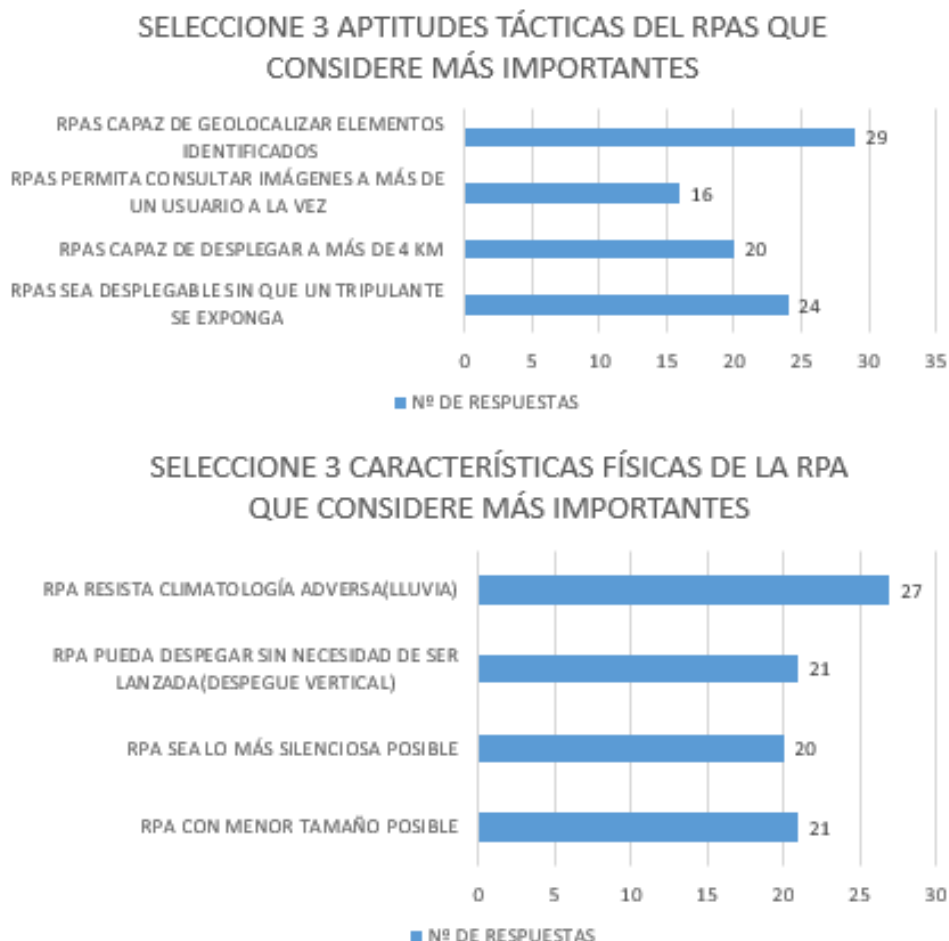


Figura 8 Resultados de preguntas de encuesta (anexo A). Fuente: Elaboración propia

A vista de los resultados obtenidos, se seleccionan las tres aptitudes tácticas y las tres



características físicas más votadas como requerimientos adicionales que marcan la calidad del sistema RPAS a emplear:

1. RPAS con capacidad de geolocalizar los elementos identificados.
2. RPA resista climatología adversa.
3. RPAS con capacidad de ser desplegado sin que un tripulante se exponga al exterior del carro.
4. RPA con capacidad de despegue vertical.
5. RPA tenga el menor tamaño posible.
6. RPAS con capacidad de desplegar a más de 4 km desde su punto de despegue.

La exigencia de los requerimientos adicionales 3 y 4 anulan cualquier opción del sistema Raven RQ-11 B, ya que, es una RPA que carece de despegue vertical al ser de ala fija y por ende necesitaría de un tripulante que lanzase dicha RPA, por lo que, se expondría al exterior del vehículo. Todo ello sin contar con las complicaciones que se tendría en el aterrizaje, porque debe contar con una amplia superficie lisa para un aterrizaje satisfactorio.

4.2. IDENTIFICACIÓN DEL TIPO DE RPAS

Se concluye a raíz de los requerimientos expuestos en la sección 4.1 que el RPAS debe poseer las siguientes prestaciones lo más potenciadas que le sea posible:

- Alta resolución de cámara diurna.
- Alta precisión de medición de la temperatura.
- Potente zoom de cámara.
- Alta autonomía.
- Alto rango de transmisión.
- Cuenta con hélices potentes.
- Pequeño tamaño.
- Potente sistema de geolocalización de objetivos.
- Alto grado de protección.
- Alta rapidez de carga de la batería.
- Alto grado de automatización.

Para la comparación de opciones del mercado nos guiaremos mediante un sistema de puntuación de cero a dos puntos atendiendo a rangos de aceptación marcados en la Tabla 1. Esta comparación se realiza entre modelos concretos de RPAS de uso profesional que no representan un único individuo, sino ejemplos de RPAS clase I con una morfología concreta, ya que, las variaciones entre RPAS con morfologías similares o idénticas a los modelos que se van a exponer son menores que entre los distintos modelos.

La elección del RPAS se basa en la obtención de la máxima puntuación. Este procedimiento nos garantiza escoger el RPAS que cumple de forma más completa los requerimientos expuestos. Esto no implica que sólo pueda ser este tipo de RPAS compatible con una integración en el CC Leo 2E, ya que, todos ellos pueden considerarse aptos para el organismo que lo determinase en un futuro, atendiendo a una priorización de unas prestaciones sobre otras.



Requerimientos\Puntos	0	1	2
Alta resolución cámara diurna [resolución]	<1920x1080	1920x1080 - 2048x1080	>2048x1080
Alta precisión de medición de la temperatura de cámara térmica [rango en °C]	>±3°C	±3°C - ±2°C	<±2°C
Potente zoom cámara [nº aumentos]	<12 aumentos	12 – 24 aumentos	>24 aumentos
Alta autonomía [rango de tiempo de vuelo en minutos]	<30 min	30 - 45 min	>45 min
Alto rango de transmisión [distancia en km]	< 7 km	7 – 10 km	>10 km
Potentes hélices [resistencia máxima al viento en m/s]	<8 m/s	8 – 12 m/s	>12 m/s
Pequeño tamaño [longitud límite de alguna de sus medidas en cm]	>80 cm	65-80 cm	<65 cm
Potente sistema de geolocalización de objetivos [distancia de detección máxima en m]	<800 m	800-1200 m	>1200 m
Grado de protección [certificación IP y rango de temperaturas en °C]	<IP54 O <(-20 – 50 °C)	IP54 Y (-20 – 50 °C)	>IP54 Y (-20 – 50 °C)
Alta rapidez de carga [tiempo en minutos]	>60 min	60-50 min	<40 min
Alto grado de automatización [Incorporación de IA y vuelo automático]	No / No	Si / No	Si / Si

Tabla 1 Puntuación según rangos de aceptación. Fuente: Elaboración propia

Una vez definidos los criterios de aceptación para conseguir las puntuaciones realizamos la comparación entre RPAS de diferentes morfologías. Los RPAS sujetos a comparación comparten la marca DJI y representan a una RPA de cuatro hélices ligera con cámara en el frontal y morfología horizontal (Matrice 30 T), RPA de cuatro hélices pesada con cámara en la



zona baja del cuerpo y morfología vertical (Matrice 300 RTK) y RPA de 6 helices pesada con opción de incorporación de una alta variedad de cámaras en la zona baja del cuerpo (Matrice 600 pro). A continuación, se presenta la comparación de los RPAS en la Tabla 2:




Requerimientos\RPAS	Matrice 30 T 	Matrice 300 RTK 	Matrice 600 pro 
Alta resolución cámara diurna [resolución]	1	2	2
Alta precisión de medición de la temperatura de cámara térmica [rango en °C]	1	2	2
Potente zoom cámara [nº aumentos]	1	1	2
Alta autonomía [rango de tiempo de vuelo en minutos]	1	2	0
Alto rango de transmisión [distancia en km]	1	2	0
Potentes hélices [resistencia máxima al viento en m/s]	2	1	1
Pequeño tamaño [medida límite de alguno de sus parámetros en cm]	2	0	0
Potente sistema de geolocalización de objetivos [distancia de detección máxima en m]	1	1	2
Grado de protección [certificación IP y rango de temperaturas en °C]	2	1	0
Alta rapidez de carga [tiempo en minutos]	2	0	0
Alto grado de automatización [Incorporación de IA y vuelo automático]	2	2	2
TOTAL:	16	14	11

Tabla 2 Comparativa entre RPAS. Fuente: Elaboración propia



Finalmente la comparativa se muestra reveladora siendo la morfología elegida la del RPAS 'Matrice 30 T'. Los datos extraídos de la propia página web de la empresa DJI (Empresa DJI, 2022a) han mostrado que los parámetros que han sido definitivos para la elección de este tipo de RPAS han sido su menor tamaño, mayor grado de protección de la RPA y su mejor velocidad de carga (ver tabla 2), ya que, son los requerimientos en los que ha sacado dos puntos de diferencia a uno o a ambos competidores.

Es obvio que estos requerimientos son determinantes puesto que intervienen directamente en la localización y fácil integración del RPAS en el CC Leo 2E (tamaño), en su empleo en un mayor espectro de situaciones meteorológicas adversas (grado de protección) y en su posibilidad de empleo reiterado en cortas franjas de tiempo durante una misma misión (alta rapidez de carga).

4.3. INCORPORACIÓN RPAS AL CC LEO 2E

4.3.1. UBICACIÓN DE LA RPA

Atendiendo a los resultados obtenidos en la encuesta "INTEGRACIÓN RPAS-LEOPARDO 2E" (anexo A), sobre la mejor localización para el transporte de la RPA en el CC Leo 2E, se determina que su ubicación debe ser en el exterior de la torre (ver figura 9).

ELIJA LA/LAS QUE CONSIDERE MEJOR ZONA DE CARGA PARA LA RPA EN EL CC LEO 2E

33 respuestas

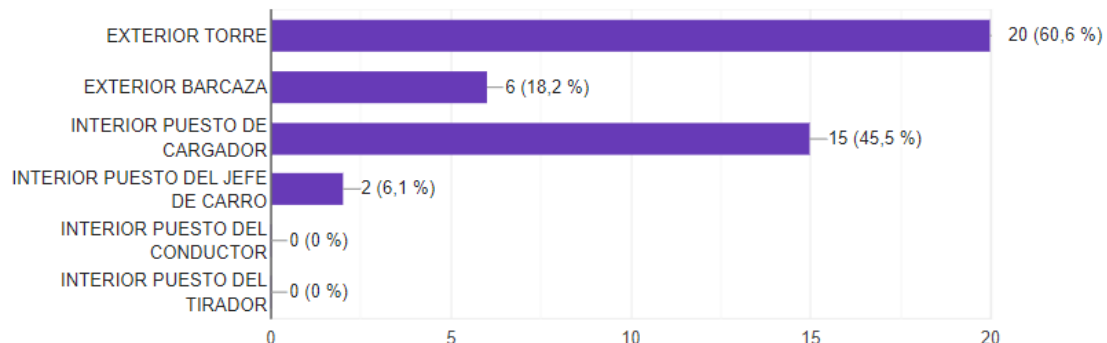
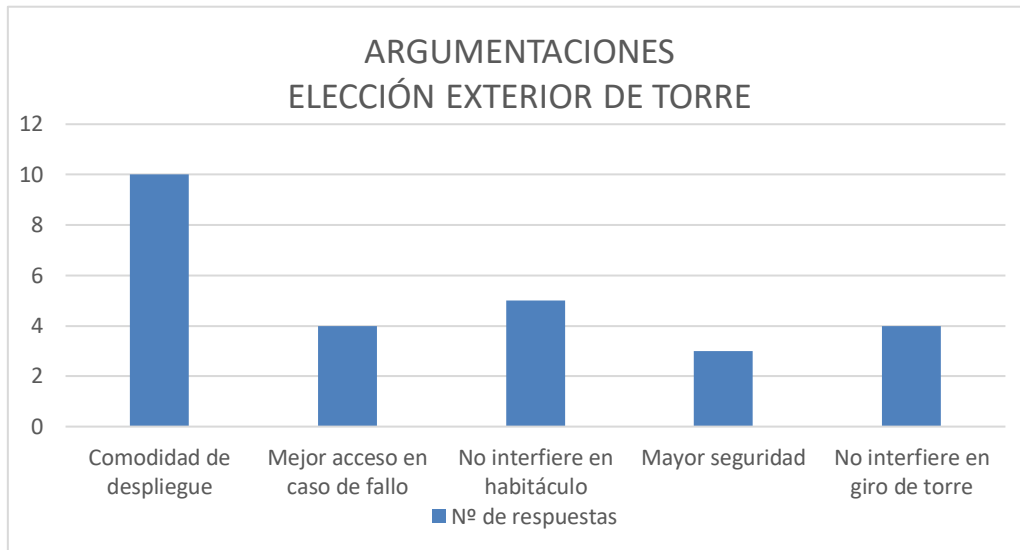


Figura 9 Resultados 6ª pregunta de encuesta (anexo A). Fuente: Elaboración propia

Claramente destaca el exterior de la torre como ubicación ideal de la RPA, pero para entender qué persiguen los encuestados con esta elección debemos ir a su argumentación en la séptima pregunta de la encuesta (ver figura 10). De esta forma, concluimos que los encuestados priorizan la comodidad y facilidad de despliegue del RPAS, junto con no ver alterado sus habitáculos dentro del vehículo.

Todos los aspectos abordados en la argumentación de los encuestados son desde el punto de vista de los propios usuarios que operan en CC Leo 2E desde diferentes puestos tácticos. Se entiende que estos mismos argumentos válidos para seleccionar la ubicación genérica de la RPA en el exterior de la torre, también lo son para su ubicación específica en el espacio que nos ofrece la misma.



*Figura 10 Gráfico argumentaciones de elección del exterior de la torre en encuesta (anexo A).
Fuente: Elaboración propia*

La elección de la localización exacta de la RPA en el exterior de la torre se fundamentará atendiendo a los criterios de:

1. Seguridad de la RPA.
2. Fácil accesibilidad por parte de la tripulación.
3. No interferencia con otras estructuras.
4. Posibilidad de acoger diferentes tamaños de RPA.

Para realizar el proceso de elección de la localización exacta óptima se realizará una matriz de decisión (ver tabla 3) con los resultados de la encuesta “PRIORIZACIÓN DE CRITERIOS Y EVALUACIÓN DE ZONA DE CARGA DE LA RPA”(anexo B). Dicha matriz nos indicará cuál de las tres localizaciones propuestas (ver figura 11) cumple, a juicio de los encuestados, mejor con los criterios expuestos.

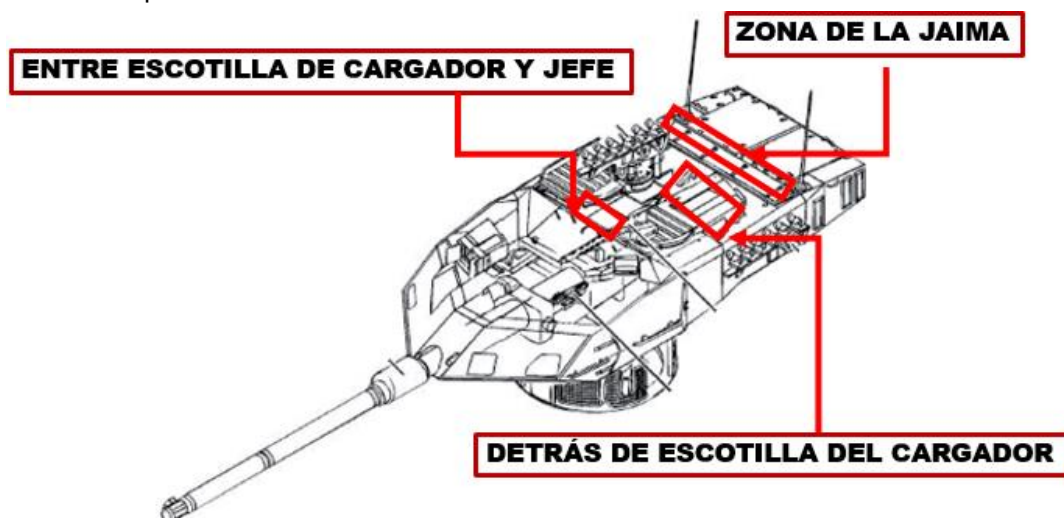


Figura 11 Posibles localizaciones en el exterior de la torre para la RPA. Fuente: Elaboración propia mediante imagen extraída del Manual de Instrucción MI6-102



Los criterios se priorizan, en base a los resultados de la encuesta (anexo B: PRIORIZACIÓN) realizada a los cuatro integrantes con mayor experiencia en la 2ª Compañía del BICC "Málaga". Los encuestados jerarquizan, desde el número uno (poco importante), hasta el número cuatro (muy importante) los criterios, sacando de esta forma, la jerarquización media de cada criterio (presentada en la columna "MEDIA 1". De la Tabla 3).

A continuación, los encuestados evalúan numéricamente, desde cero (poco apto), hasta diez (muy apto), el nivel de adecuación de cada localización con respecto a cada uno de los criterios (anexo B: EVALUACIÓN). Con estas respuestas se consigue la evaluación media de cada localización con respecto a cada criterio (presentada en la columna "MEDIA 2". De la Tabla 3).

MATRIZ DE DECISIÓN		LOCALIZACIONES					
		ZONA DE TRANSPORTE DE LA JAIMA		ENTRE ESCOTILLA DE CARGADOR Y JEFE		DETRÁS DE ESCOTILLA DEL CARGADOR	
CRITERIOS	MEDIA 1	MEDIA 2	RESULTADO PONDERADO	MEDIA 2	RESULTADO PONDERADO	MEDIA 2	RESULTADO PONDERADO
SEGURIDAD DE LA RPA	1,75	8	14	4,25	7,4375	6,75	11,8125
FACIL ACCESIBILIDAD	2,75	1	2,75	8,75	24,0625	7,25	19,9375
NO INTERFERENCIA	3,75	1	3,75	5,5	20,625	6,75	25,3125
DISTINTOS TAMAÑOS DE RPA	1,75	4,75	8,3125	0,5	0,875	7	12,25
VALORACIÓN TOTAL:			28,8125		53		69,3125

Tabla 3 Matriz de decisión en base a los resultados de la encuesta (anexo B). Fuente: Elaboración propia

Finalmente, se procede al cálculo del "RESULTADO PONDERADO" de cada localización, este resultado es el producto de la "MEDIA 1" y "MEDIA 2". Una vez tengamos los resultados ponderados de cada criterio para una misma localización, los sumamos y obtenemos la "VALORACIÓN TOTAL" de cada localización.

La localización más segura (con mayor "MEDIA 2" en este criterio) es la zona de la jaima, debido a su ubicación en la parte posterior de la torre, que la hace estar menos expuesta al frontal (zona más probable de impactos por fuego directo) y la localización más accesible (con mayor "MEDIA 2" en este criterio) es entre las escotillas, ya que, es una ubicación donde la RPA estaría al alcance tanto del cargador como del jefe.

Sin embargo, la zona de la jaima interfiere directamente con la ubicación de transporte de la propia jaima⁶ dificultando su colocación y extracción en caso de uso, junto con la dificultad de poner RPAS de ciertos tamaños que podrían interferir en la apertura de los cajones de almacenamiento que se encuentran al final de la torre. Por otra parte, la zona entre escotillas es

⁶ **Jaima:** tienda de campaña llevada a nivel carro de combate para cubrir a su tripulación en caso necesario.



la menos segura para la RPA al estar más expuesta al frontal y es muy limitante en cuanto a espacio obligando a colocar drones de un tamaño mucho menor que en las otras dos localizaciones.

Si nos fijamos en la evaluación media “MEDIA 2” de la zona detrás de la escotilla del cargador, nos daremos cuenta de que se trata, de una zona que cumple, en cierto modo, con todos los criterios satisfactoriamente. Además, cabe resaltar que se trata de la zona con mayor evaluación media “MEDIA 2” para el criterio prioritario (con mayor “MEDIA 1”) para los encuestados. Claramente, su situación menos expuesta al frontal que entre las escotillas, su accesibilidad por parte del cargador mejorando la zona de la jaima, su versatilidad al poder implementar RPAS de tamaños variados debido al espacio disponible (ver figura 12) y su poca interferencia con otras estructuras, la hacen una ubicación óptima, tal y como señala su “VALORACIÓN TOTAL”.



Figura 12 Medidas de la zona detrás del puesto del cargador. Fuente: Elaboración propia

4.3.2. ALMACENAMIENTO DE LA RPA

La elección de la forma de almacenamiento presentada en esta sección, se guía en como almacenar una RPA de la morfología del RPAS “Matrice 30 T” en la localización justo detrás de la escotilla del cargador en el exterior de la torre, tal y como recoge esta memoria en sus secciones 4.2 y 4.3.1.

La solución aquí propuesta puede contener variaciones atendiendo a cambios en el tipo de RPAS que se eligiera o la iniciativa de variar la morfología inicial, tanto interna, como externa del CC Leo 2E, ya que, en esta memoria se propondrá la adición de una estructura externa que no involucre cambios significativos en el CC Leo 2E. La elección está justificada por la intención de abaratar los posibles costes lo máximo posible.

El método de almacenamiento se rige según los mismos requerimientos exigidos al RPAS y según los mismos criterios en los que se basó la elección de la localización óptima de la RPA. En este sentido se presenta como una opción óptima el empleo de “nidos de drones” para el almacenamiento.



Si bien es cierto que existen diferentes ofertas en el mercado (ver figura 13). La presente memoria persigue la presentación de un “nido de drones” completamente funcional, que pueda ser adaptado a diferentes tipos de RPA, con la sencillez en la fabricación como punto de partida, puesto que, las opciones presentes en el mercado pueden superar ampliamente los 20.000 euros por unidad.



Figura 13 Nido de drones "Hextronics global". Fuente: Empresa Hextronics

El nido de drones propuesto (ver figura 14) se basa en una caja de almacenamiento de medidas variables atendiendo a las necesidades de la RPA a implementar que permita:

- Proteger la RPA de inclemencias meteorológicas.
- Proteger la RPA de colisiones con elementos externos como vegetación.
- Cargar la RPA.
- Favorecer la comunicación con la RPA mediante el empleo de una antena potente.

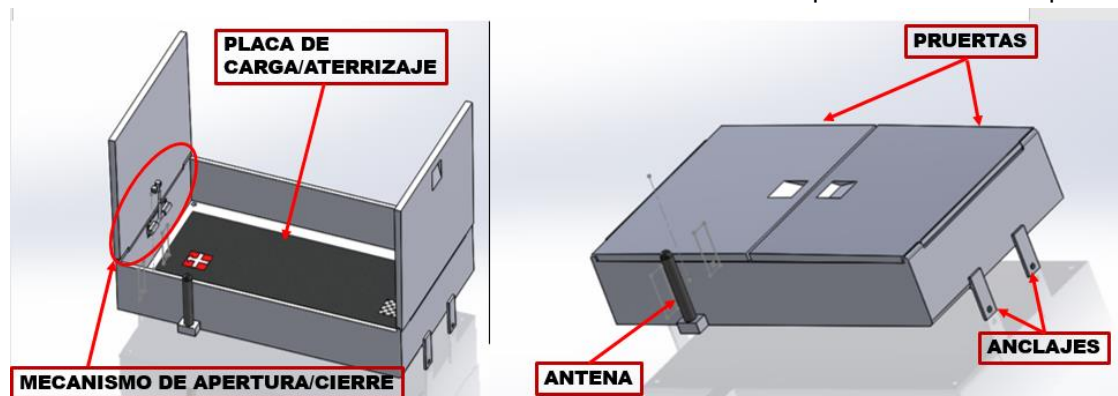


Figura 14 Diseño 3D del nido de drones propuesto. Fuente: Elaboración propia mediante aplicación SOLIDWORKS

El nido de almacenamiento de drones propuesto se compone de caja con antena incorporada y salidas de agua, cuatro anclajes para fijarlo al carro, un mecanismo de apertura y cierre para cada una de las dos puertas y una placa de carga/aterriaje.

Se determina que, las medidas que debe tener el nido son aquellas que permitan un margen



en el habitáculo de mínimo ocho centímetros en ancho y largo, por encima de las medidas de la RPA a emplear, mientras que en altura será suficiente con ampliar siete centímetros la de la RPA. En este caso, la medida del RPAS "Matrice 30 T" son 50cm x 60cm x 23'5cm. Por lo que, la caja debería tener las medidas mínimas reflejadas en la figura 15:

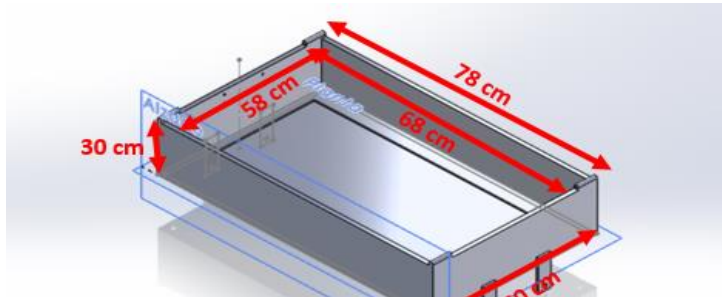


Figura 15 Medidas de la caja para el RPAS 'Matrice 30 T'. Fuente elaboración propia

Cabe resaltar la diferencia entre la longitud externa e interna en la zona del largo, con respecto a la zona del ancho de la caja. Esta diferencia de medida se debe a los dos motores que se deben incorporar a cada lado de la caja en la zona de las bisagras de las puertas, por supuesto, esta medida es tan moldeable como el resto del diseño atendiendo al tipo de motor, tamaño de la puerta, material a emplear, etc.

En este caso la integración del nido de drones es completamente factible con las medidas de la zona detrás de la escotilla del cargador (ver figura 12), aunque con un RPAS de la misma morfología y menores dimensiones se puede conseguir una integración menos intrusiva, tal y como demuestran pruebas reales realizadas en un CC Leo 2E de la 2ª Compañía del BICC "Málaga" con un prototipo de nido y un RPAS "MAVIC 3" de la misma empresa DJI (ver figura 16).



Figura 16 Prototipo del nido de drones propuesto para un RPAS "Mavic 3". Fuente: Elaboración propia

A continuación, se define la forma de funcionamiento de los elementos más relevantes:

- **Mecanismo de apertura/cierre:** se compone de dos puertas, ocho motores (cuatro para cada puerta) y dos brazos telescópicos (uno para cada puerta). El objetivo de este mecanismo es conseguir una apertura y cierre automatizados del nido de drones.



La automatización se logra mediante el funcionamiento de los motores que se encuentran distribuidos en dos ejes (ver figura 17) y que intervienen directamente sobre la puerta y el brazo telescópico mediante engranajes.

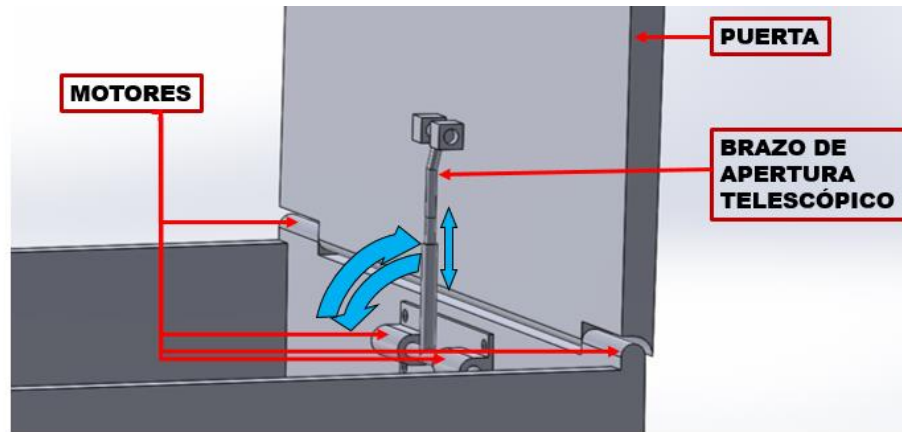


Figura 17 Partes del mecanismo de apertura/cierre del nido de drones. Fuente: Elaboración propia

El procedimiento de apertura (ver figura 18) se inicia con la activación de los 4 motores de cada puerta, estos motores se encuentran conectados a la puerta y el brazo telescópico mediante engranajes, que son los encargados de transmitir el par de giro de los motores. Conforme la puerta se abre, el brazo telescópico verá aumentada su longitud para permitir la apertura. Mientras tanto, el cierre de la puerta se basa en el cambio de sentido de giro de los motores permitiendo la bajada de la puerta que en todo momento será controlada.

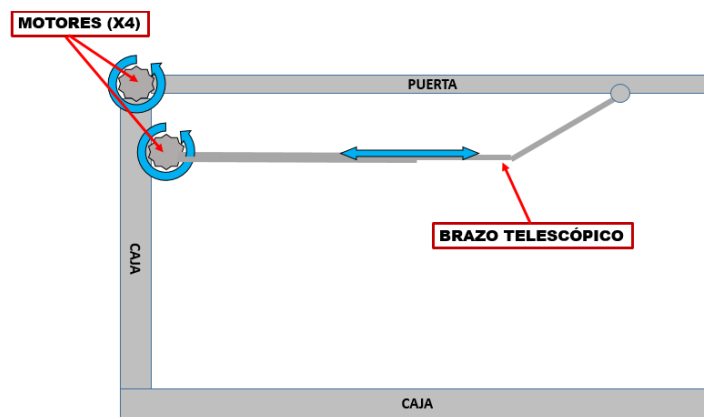


Figura 18 Esquema del funcionamiento del mecanismo en la apertura del nido de drones. Fuente: Elaboración propia

El éxito del abaratamiento del coste se logra mediante el empleo de motores eléctricos convencionales de pequeño tamaño y una puerta de limitado grosor (entre 0,4 y 1 cm). La recomendación es el uso de materiales como aleaciones de aluminio para las puertas, ya que, a la considerable dureza suman un peso contenido.



- **Placa de carga/aterrizaje:** se trata de una placa magnética mediante electroimán que permite la carga y acople de la RPA en la base de la caja del nido de drones (ver figura 14).

El funcionamiento se basa en una placa que al adquirir corriente eléctrica genera un campo magnético capaz de sujetar la RPA, de esta forma, evitamos colisiones con las paredes del nido de drones cuando el carro se encuentre en movimiento.

Para que el acople y carga funcione, la RPA debe tener una pequeña variación en su estructura mediante la incorporación de dos eslabones de carga, junto con una base imantada.

Los eslabones de carga en una RPA para conectar su batería con una placa de carga, es una idea de la empresa "SKYCHARGE", que incorpora para sus propios modelos como el nido "SKYPORT DP5" que se puede consultar en la página web de la propia empresa (Empresa SKYCHARGE, 2022). Se recomienda el empleo de esta idea para la rápida carga de la RPA sin alterar su estructura demasiado (ver figura 20).

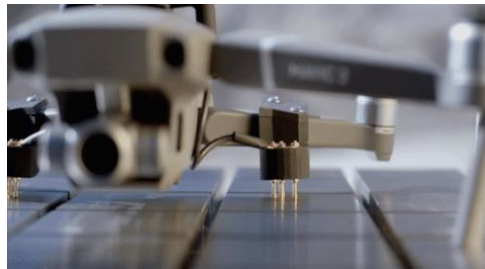


Figura 20 Eslabón de carga propuesto por la empresa "SKYCHARGE". Fuente: Página web empresa "SKYHARGE"

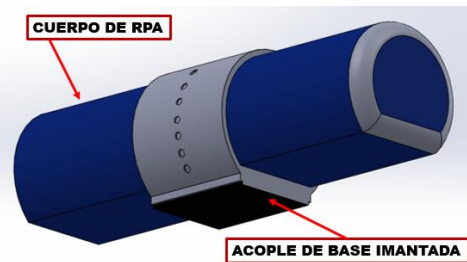


Figura 19 Diseño 3D esquema idea de acople imantado para RPA. Fuente: Elaboración propia

Respecto a la base imantada, se basa en el acople de un imán a la panza de la RPA mediante el uso de una especie de cinturón que pueda ajustarse a diferentes diámetros de cuerpo de RPA. Se propone un ejemplo esquemático de la misma en la figura 19. De esta forma mediante leves variaciones que pueden realizarse sobre cualquier RPA, podemos conseguir una sujeción segura de la RPA y una carga continua de la misma siempre que se le otorgue corriente a la placa de carga.

- **Mecanismo antilluvia:** La acumulación de agua tanto sobre las puertas al encontrarse el nido cerrado, como en el interior, se previene mediante la forma abultada de las puertas en la zona central del nido (techo a dos aguas) y la inclusión de salidas de agua en el interior del mismo (ver figura 21), para drenar el agua que pudiera entrar en el interior.

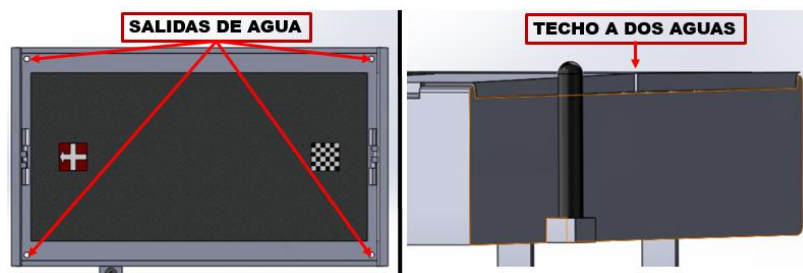


Figura 21 Salidas de agua y techo a dos aguas mediante diseño 3D. Fuente: Elaboración propia



Buscando simplificar y abaratar costes, se suprime el sistema de calefacción/refrigeración con el que cuentan nidos de drones comerciales, que ayudaría al secado y uso del RPAS en ambientes aún más extremos. Aunque no se ha incluido dentro de este diseño, sería recomendable en una implementación real su valoración siempre que sea asumible el coste económico.

La solución propuesta en esta memoria es lograr un sellado lo más estanco posible de las puertas y las dos características ya descritas (salidas de agua y techo a dos aguas).

4.3.3. ATERRIZAJE Y DESPEGUE

Debido a las características de almacenamiento de la RPA mediante el uso de un nido de drones los aterrizajes y despegues se vuelven un elemento crítico en el uso del RPAS, ya que, el sistema no puede permitirse considerables desfases respecto de su zona óptima de estacionamiento. Una equivocación mínima puede conllevar:

- Desperfectos en la RPA al colisionar con el nido.
- Desperfectos en el nido de almacenamiento por colisión de la RPA.
- Imposibilidad de carga de la RPA.
- Mal cierre del nido, exponiendo tanto el interior, como la RPA a la meteorología.
- Mal acople magnético de la RPA que ocasione colisiones con las paredes del nido durante el movimiento del CC Leo 2E.

Para atajar estos posibles problemas el RPAS deberá contar con una automatización de alta precisión que le permita realizar ambos procesos de forma satisfactoria. En el mercado, empresas como 'Flytnow', ofrecen softwares de automatización en base a escaneo de códigos QR mediante la cámara del RPAS que prometen 1 cm de desfase máximo en el aterrizaje con respecto a la posición inicial de despegue (Flytbase, 2021)

Mediante la generación de un software de características similares o la contratación del mismo a estas empresas, se podría conseguir la alta precisión requerida, además de ser fácilmente incorporable en un nido de almacenamiento de drones (ver figura 22).

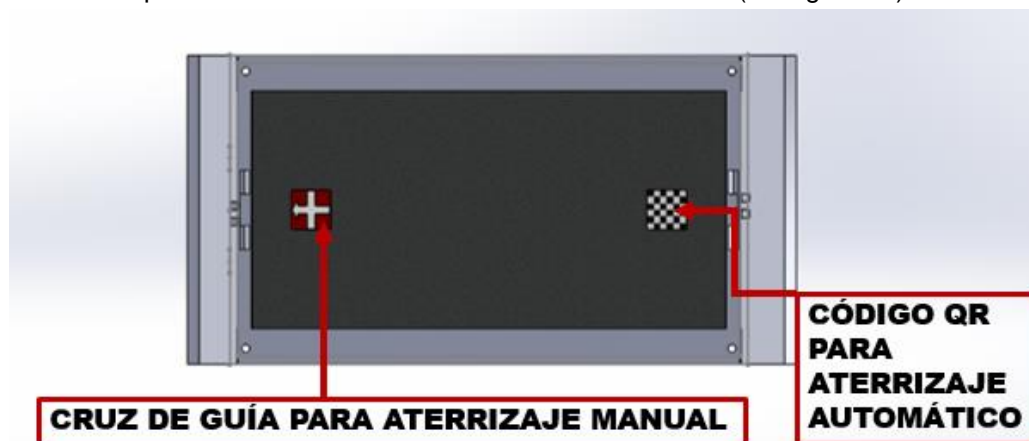


Figura 22 Señalizaciones de aterrizaje para nido de almacenamiento de RPA. Fuente: Elaboración propia

Para garantizar la correcta recuperación de la RPA en caso de fallo del automatismo del



aterrizaje, se plantea la instalación de una cruz de guía (ver figura 23) para el aterrizaje manual. El procedimiento simplificado propuesto se basa en:

1. Colocar la RPA a una distancia prudencial sobre el nido abierto y listo para la recepción.
2. Cámara en enfoque completamente vertical hacia abajo y en campo ancho (sin aumentos).
3. Colocar el dron de forma que la cruz de referencia de la interfaz se coloque sobre la cruz guía del nido y con el morro de la RPA apuntando en la misma dirección que la flecha.
4. Comenzar el descenso controlado manteniendo la posición descrita (ver figura 23).
5. Aterrizar el aparato por completo.

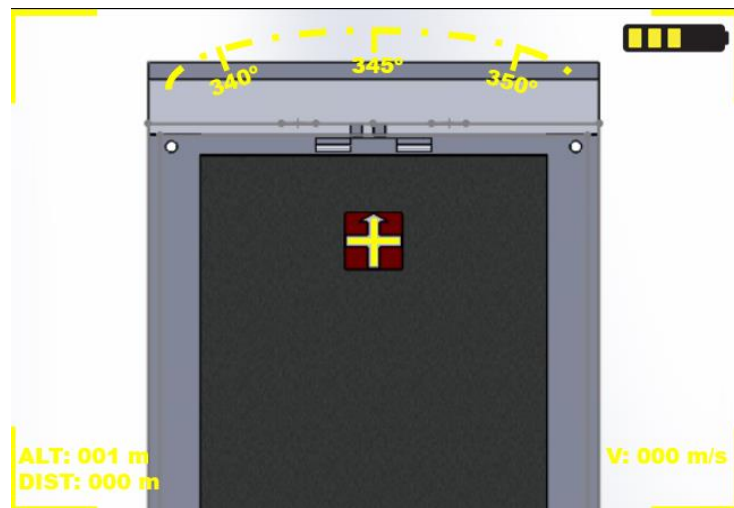


Figura 23 Ejemplo simplificado de interfaz (amarillo) de estación de control del RPAS realizando el aterrizaje manual propuesto. Fuente: Elaboración propia

Con este sencillo procedimiento conseguimos un aterrizaje funcional como medida de seguridad ante el fallo de automatización de aterrizaje, además de ser económico al solo requerir una cruz de señalización sobre la planta del nido de almacenamiento que se ajuste a la de la interfaz del RPAS empleado.

4.3.4. MANDO Y CONTROL DEL SISTEMA

El manejo de la RPA se realiza mediante el uso de un radio control remoto con pantalla incorporada que permite recepcionar las imágenes que capte la RPA en directo. Dicha conexión se verá aumentada en distancia gracias al aporte de la antena del nido de drones que aumente la potencia de emisión y recepción.

En el caso del RPAS "Matrice 30T" la empresa DJI incluye el control remoto "RC PLUS" como opción compatible con la RPA. En este y en los demás casos, será el operador de vuelo el usuario capaz de recibir y evaluar las imágenes, al mismo tiempo que pilota la RPA o controla su correcto funcionamiento en vuelo autónomo.

Aunque los encuestados no valoraron la recepción de imágenes por más de un usuario como uno de los requerimientos más importantes (ver figura 8), se aconseja profundamente la



consideración de la implementación de aplicaciones como "FlightHub 2" de la empresa DJI (Empresa DJI, 2022b). Dicha aplicación permite la recepción de la imagen y geolocalización situacional de la RPA en tiempo real en un receptor (móvil, ordenador, tablet...) aparte del radio control remoto (ver figura 24).

La implementación de aplicaciones de este tipo permite una versatilidad de integración a nivel carro de combate y a nivel pequeña unidad mucho mayor a la simple conexión radio control-RPA, puesto que, otorga un alto nivel de transmisión de la información.



Figura 24 Uso de aplicación "flightHub 2" mediante control remoto(arriba izquierda) y múltiples receptores. Fuente: empresa DJI 2022b

Con respecto a quienes deben ser los operadores del sistema, la encuesta 'INTEGRACION RPAS-LEOPARDO 2E' define claramente en su sexta pregunta al jefe de carro y al cargador como mejores opciones para operar el sistema (ver anexo A). Si atendemos a las argumentaciones, salta a la vista que debido a los cometidos específicos de sus puestos tácticos (el puesto del cargador es el menos demandante fuera de combate abierto y el del jefe de vehículo por su capacidad de mando sobre las acciones del carro) son los dos usuarios más factibles. Todo ello sin contar con que el tripulante con más accesibilidad a la RPA es el cargador por la ubicación designada para la misma.

El motivo de la designación del cargador como principal operador de vuelo se debe a:

- Mayor accesibilidad a la RPA por parte del cargador.
- Menor requerimiento de trabajo fuera de combate abierto por parte del cargador.
- Jefe de carro cuenta con un medio de visión directa potente como el 'PERI-R17 A2', mientras que el cargador solo cuenta con los episcopios.

Por lo tanto, se propone de la memoria será el empleo del cargador como operador de vuelo del RPAS, teniendo el jefe de vehículo la capacidad de mando sobre el despliegue y uso del sistema. En añadido, se recomienda que el jefe de vehículo cuente con la capacidad de visión de las imágenes con la implementación de la aplicación descrita o similar, ya que, cuenta con un ordenador en su puesto táctico que le daría dicha posibilidad.

4.3.5. ADAPTACIONES DE LA TRIPULACIÓN: FORMACIÓN

Ante la elección del cargador como operador de vuelo del RPAS, será necesario incorporar



la formación precisa para el conocimiento de capacidades y el empleo del RPAS que se designase para el CC Leo 2E.

Pese a existir un marco legal regido por la Orden Ministerial 18/2012, por la que se determina que el designado como operador, debe realizar un curso de fase general competencia del EA y un curso específico en el ET sobre el RPAS concreto que se vaya a emplear. Se considera poco realista, atendiendo a las necesidades actuales de personal en las unidades acorazadas en el ET, la ardua elaboración de un curso en dos partes que conlleve excesivo tiempo de formación y de coste económico.

Se debe de tener en cuenta que ante la imposibilidad de empleo de RPAS vigentes ahora mismo en el ET, es necesario la adquisición de un nuevo sistema que se considere el más apropiado para la integración en el CC Leo 2E (por ejemplo, el "Matrice 30T" ya justificado). En este sentido, se propone dar una formación integral directa, en la propia unidad de destino, al tripulante que sea designado con el puesto táctico de cargador, para simplificar el proceso de formación en un RPAS específico de este tipo de unidades.

Actualmente la Guía de Instrucción de Puesto Táctico (GIPT) del cargador del CC Leo 2E, determina una instrucción en dos ámbitos (instrucción técnica y tiro) con una carga lectiva de 135 horas. Una ampliación del período lectivo para la adquisición del puesto táctico de cargador mediante un aumento de sesiones del ámbito de instrucción técnica "Tareas individuales del cargador" en sus tres unidades (anexo C), junto con la incorporación de un tercer ámbito titulado "ámbito de vuelo" serían idóneas para la formación del puesto táctico.

GIPT TRIPULANTE DE CC. LEOPARDO 2E		CARGA LECTIVA (HORAS)		
		TEORIA	PRÁCTICAS	TOTAL
Ámbito de la instrucción técnica	UD. 1: Generalidades	3	2	5
	UD. 2: Tareas individuales del cargador	7,5	7,5	15
	UD. 3: Tareas colectivas	28	39	67
Ámbito de tiro	UD. 1: Ejercicios de simulador (STEEL BEAST y STO)	0	24	24
	UD. 2: Ejercicios fuego real	0	8	8
Evaluación		4	12	16
TOTAL HORAS		42,5	92,5	135

Figura 25 GIPT cargador CC Leo 2E. Fuente: GIPT-IA-012 del ET

La inclusión de sesiones en el ámbito de instrucción técnica propuestas son las siguientes:

- **Unidad 1: Generalidades**
 - Cambio del título de la sesión 1 por "Generalidades y datos técnicos del CC Leo 2E".
 - Inclusión de la sesión "Generalidades y datos técnicos del RPAS" con una carga lectiva de 1 hora teórica y 1 hora práctica. En esta sesión deberían de describirse los datos técnicos del RPAS y sus partes, debiendo empezar a familiarizarse con el sistema físicamente
 - Inclusión de la sesión "Posibilidades de empleo y almacenamiento del RPAS" con una carga lectiva de 1 hora teórica y 1 hora práctica. En esta



sesión se debe informar sobre las capacidades tácticas que aporta el RPAS y las partes y funcionamiento del nido de drones.

- **Unidad 2: Tareas individuales del cargador**

- Inclusión de la sesión “Manejo del radio control remoto” con una carga lectiva de 1 hora teórica y 1 hora práctica. El operador debe de empezar a familiarizarse con las partes del radio control remoto y la interfaz del sistema mediante el conocimiento de los mandos.
- Inclusión de la sesión “Cargas útiles del RPAS” con una carga lectiva de 1,5 horas teóricas y 1,5 horas prácticas. Se explica el desempeño de las cargas útiles disponibles y su colocación e intercambio.

- **Unidad 3: Tareas colectivas**

- Inclusión de la sesión “Puesta en servicio del RPAS” con una carga lectiva de 1 hora teórica y 1 hora práctica. Se realizará un encendido del sistema completo con la simulación del proceso previo al despegue.
- Inclusión de la sesión “Mantenimiento del RPAS y nido de almacenamiento” con una carga lectiva de 1,5 horas teóricas y 3 horas prácticas. Se explicará el mantenimiento de primer escalón requerido por el conjunto del sistema realizando procesos de carga de baterías, sustitución de elementos degradados y comprobaciones necesarias.

Por su parte, el nuevo ámbito titulado “ámbito de vuelo”, será un conjunto de sesiones eminentemente prácticas, en las que el cargador deberá conseguir las capacidades necesarias para el uso del RPAS en el espectro completo de posibilidades de empleo que ofrezca el sistema.

En este ámbito se recomienda el empleo de un RPAS de características similares y control e interfaz parecida, pero de reducidas dimensiones y más bajas prestaciones en los primeros ejercicios prácticos hasta ir alcanzando el uso del RPAS definitivo. Constará de las siguientes unidades y sesiones:

- **Unidad 1: Vuelo diurno**

- Sesión “Despegue y aterrizaje manual” con una carga lectiva de 2 horas teóricas y 3 horas prácticas. El operador deberá conseguir realizar de forma satisfactoria el proceso de despegue y aterrizaje en ambiente diurno.
- Sesión “Reconocimiento e identificación de objetivos en vuelo manual” con una carga lectiva de 1 hora teórica y 5 horas prácticas. Se comenzará con el vuelo de la RPA en diferentes ambientes tácticos, teniendo que demostrar capacidades de identificación de elementos.

- **Unidad 2: Vuelo nocturno**

- Sesión “Despegue y aterrizaje manual” con una carga lectiva de 1 hora teórica y 6 horas prácticas. El operador deberá conseguir realizar de forma satisfactoria el proceso de despegue y aterrizaje en ambiente nocturno con uso de la visión térmica y nocturna.
- Sesión “Reconocimiento e identificación de objetivos en vuelo manual” con una carga lectiva de 1 hora teórica y 6 horas prácticas. Se comenzará con el vuelo de la RPA en diferentes ambientes tácticos, teniendo que demostrar capacidades de identificación de elementos mediante visión



térmica y nocturna.

- **Unidad 3: Vuelo autónomo**

- Sesión “Realización de la ruta y pautas al RPAS” con una carga lectiva de 1 hora teórica y 1 hora práctica. El operador deberá conocer los comandos para la imposición de waypoints y rutas de vuelo al RPAS.
- Sesión “De vuelo autónomo a manual” con una carga lectiva de 1 hora teórica y 3 horas prácticas. En este momento el operador deberá de ser capaz de solventar una incidencia en mitad de vuelo autónomo y recuperar con éxito la RPA dentro del nido.

En total la GIPT de cargador del CC Leo 2E incrementará su formación para el puesto táctico en 46,5 horas llegando a un total de 181,5 horas de formación (ver figura 26). De este compendio de horas se habrán realizado 24 horas prácticas únicamente de vuelo del RPAS. Este procedimiento de formación debería de complementarse con los cursos de perfeccionamiento pertinentes que permitiesen ir otorgando niveles al operador una vez superada esta GIPT.

PROPUESTA GIPT CARGADOR CC. LEOPARDO 2E		CARGA LECTIVA (HORAS)		
		TEORÍA	PRÁCTICA	TOTAL
Ámbito de la instrucción técnica	UD. 1: Generalidades	5	4	9
	UD. 2: Tareas individuales de cargador	10	10	20
	UD. 3: Tareas colectivas	30,5	43	73,5
Ámbito de tiro	UD. 1: Ejercicios de simulador(STEEL BEAST y STO)	0	24	24
	UD. 2: Ejercicios de fuego real	0	8	8
Ámbito de vuelo	UD. 1: Vuelo diurno	3	8	11
	UD. 2: Vuelo nocturno	2	12	14
	UD. 3: Vuelo autónomo	2	4	6
EVALUACIÓN		4 + TBD	12 + TBD	16 + TBD
TOTAL HORAS		56,5 + TBD	125 + TBD	181,5 + TBD

TBD= TO BE DETERMINATED

Figura 26 Propuesta de ampliación del GIPT del cargador para el CC Leo 2E. Fuente: Elaboración propia

En cuanto al número total de horas de la GIPT de cargador, no es ninguna idea descabellada esas 181,5 horas ante la idea de que, por ejemplo, la GIPT de jefe de carro del CC Leo 2E alcanza la cifra de 262 horas de formación en su conjunto. De hecho, el jefe de carro deberá aumentar también sus horas de formación, ya que, como mínimo debe conocer las características técnicas, de mantenimiento y capacidades tácticas del RPAS para tener fundamentos de mando en su utilización.

En cuanto a la evaluación, se deberá determinar cuáles serán los criterios de evaluación de cada uno de los bloques, por parte del organismo al que correspondiese una posible implantación. Sin embargo, se propone un proceso de evaluación mediante el alcance de objetivos mínimos (apto/ no apto), para el ámbito de vuelo en cada una de las sesiones incluidas. De esta forma, el futuro operador no podrá progresar a la siguiente sesión de la unidad correspondiente hasta su superación. Este método obliga a una evaluación y seguimiento mucho



más individualizados del aspirante, por lo que, deberán adaptarse las plantillas de instructores para hacer posible una evaluación a distintos tiempos.

Debido a esta propuesta de evaluación se hace imposible predecir el tiempo total de la misma para cada aspirante. Para suplir la carencia de ese tripulante en su unidad durante a superación de la instrucción de vuelo, se propone la inclusión del aspirante como cargador funcional en plantilla orgánica en cuanto supere los criterios de evaluación que ostenta el puesto táctico actualmente, pero sin la capacidad de operar el RPAS hasta superar el ámbito de vuelo.

5. CONCLUSIONES

El empleo de RPAS en todos los espectros del conflicto es una realidad absoluta. Su empleo por parte de cualquier unidad, adaptando los modelos a utilizar en base a las necesidades que se precisen es una constante en conflictos como la actual guerra de Ucrania. En este contexto el ET, en desarrollo de la 'Fuerza 2035', se ve obligado a la inclusión de nuevos modelos de RPAS que se acomoden a diferentes unidades, tal y como demuestra el proyecto RAPAZ vigente actualmente.

La inclusión de un RPAS de observación en un sistema de armas como el CC Leo 2E no es solo un paso necesario en la modernización del ET, sino un cambio que los mismos integrantes de las unidades acorazadas demandan en encuestas como la realizada en este TFG (anexo A). Esta integración se ha propuesto intentando seguir un proceso realista atendiendo a la actual situación de personal y economía del ET.

La presentación de los requerimientos específicos que debería de integrar el RPAS, obtenidos mediante la misma encuesta han sido la base de trabajo de la memoria sobre la que se ha asentado la propuesta de una morfología de RPA. Como consecuencia, se cumple el objetivo de seleccionar el tipo de RPAS que mejor podría ajustarse al CC Leo 2E. Se trata de una RPA de cuatro hélices ligera con cámara en el frontal y morfología horizontal (con el RPAS 'Matrice 30T' como figura representativa).

Pese a esta selección, se debe destacar nuevamente que la priorización de unos requerimientos sobre otros (cosa que esta memoria no ha hecho) marcarán la elección del modelo concreto de RPAS que se debe de implementar a decisión del órgano competente.

Por otra parte, la elección de la ubicación exacta idónea se consigue mediante dos vías. Primero, con la selección de la zona genérica de carga, seleccionada por la mayoría de los encuestados en la primera encuesta realizada (anexo A). Después, con la priorización de unos criterios de elección sobre otros, que de nuevo responden a una realidad concreta expuesta en la encuesta del anexo B, por los cuatro integrantes con más experiencia de la unidad sujeta a estudio. Pese a haber elegido la zona que se considera más idónea con estos criterios, las tres ubicaciones se presentan funcionales.

La propuesta de almacenamiento planteada con el uso de un nido de drones, se ha basado en las opciones presentes en un mercado civil profesional, que emplea los RPAS como una herramienta asidua en su trabajo. La proposición de un diseño propio persigue, por un lado, la capacidad de ser completamente modulable a la elección del modelo concreto de RPAS que se determinase por el organismo competente en una implantación real y, por otro lado, conseguir el menor coste posible. Se logra presentar un nido de drones plenamente funcional de diseño propio, que cumple con unos mínimos de calidad aceptables, junto con opciones de mejora del mismo y del sistema de mando y control.

Los cambios en las tripulaciones tienen como eje central, la formación del puesto táctico del cargador como nuevo operador del RPAS. De nuevo, se introduce una propuesta basada en la



obtención de un operador funcional en el menor plazo posible con el menor coste.

Ese operador, se logra mediante la ampliación del período de formación del cargador. Su aumento se debe fundamentalmente a nuevas incorporaciones de sesiones a ámbitos ya existentes en la GIPT del cargador del CC Leo 2E, pero fundamentalmente, mediante la inclusión de un ámbito completamente nuevo como es el ámbito de vuelo, que está fragmentado en tres unidades con sus sesiones correspondientes.

En resumen, esta memoria ha expuesto una opción completa de integración que debe servir de guía y no de doctrina, para una integración real de un RPAS en el CC Leo 2E. En este sentido, como posibles pasos a seguir a continuación de la presente memoria, se debe de realizar una priorización de requerimientos profunda que ayude a la elección de un RPAS concreto dentro del amplio mercado existente. En base a esta elección, se determinarán la ubicación exacta entre las tres propuestas. Finalmente, en la propuesta de formación, se debería de especificar los pasos concretos a realizar dentro de cada una de las sesiones (temario) y los criterios de evaluación que dictaminen la obtención del puesto táctico de cargador junto al de operador del RPAS concreto seleccionado.

Para concluir, se demuestra que el objetivo prioritario, que es la integración de un RPAS en el CC Leo 2E es perfectamente factible, recomendable y moldeable atendiendo a las necesidades que se estimen oportunas.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BBC, 2022. *Ukraine conflict: Why is Russia losing so many tanks?*. [En línea]

Available at: <https://www.bbc.com/news/world-61021388>

[Último acceso: 23 10 2022].

Empresa DJI, 2022a. *DJI*. [En línea]

Available at: <https://www.dji.com/es>

[Último acceso: 23 10 2022].

Empresa DJI, 2022b. *Flighthub2*. [En línea]

Available at: <https://www.dji.com/es/flighthub-2>

[Último acceso: 23 10 2022].

Empresa SKYCHARGE, 2022. *SKYCHARGE*. [En línea]

Available at: <https://www.skycharge.de/drone-box-hangar>

[Último acceso: 23 10 2022].

Flytbase, 2021. *Youtube*. [En línea]

Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=7ateo0KIYc8&t=95s>

[Último acceso: 23 10 2022].

Garrido Robres, J., 2022. Actualidad y futuro de las Unidades Acorazadas en España. En: *Revista de Historia Militar, nº extraordinario I*. s.l.:Revista de Historia Militar, pp. 331-391.

General dynamics Land Systems, 2018. *YouTube*. [En línea]

Available at: https://www.youtube.com/watch?v=19WLG7_Es5c

[Último acceso: 23 10 2022].

Infodefensa.com, 2021. *La Bripac evalúa las capacidades del UAS Passer de Aurea Avionics y GMV*. [En línea]

Available at: <https://www.infodefensa.com/texto-diario/mostrar/3314850/bripac-evalua-capacidades-passer-aurea-avionics-gmv>

[Último acceso: 23 10 2022].

Mando de Adiestramiento y Doctrina , 2016. *Empleo táctico de la unidad de RPAS. Publicación Doctrinal PD4-013*. s.l.:s.n.

Mando de Adiestramiento y Doctrina , 2022. *Táctica. Empleo PU de infantería: Compañía de infantería de carros de combate. Subgrupo táctico acorazado. Publicación Doctrinal PD4-100*. s.l.:s.n.

Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2008. *Tripulación del CC Leopard 2E (tomo 1). Manual de Instrucción MI6-102*. s.l.:s.n.

Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2020. *Jefe vehículo Leopard. Guía de Puesto Táctico GIPT 1A 001-3*. s.l.:s.n.

MINISDEF, 2012. *Orden Ministerial 18/2012, de 16 marzo. Boletín Oficial de Defensa 60, de 26 de marzo*. s.l., s.n.



Ministerio de Defensa de Israel, 2022. *Youtube*. [En línea]
Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=hNLCa6isqJA>
[Último acceso: 23 10 2022].

Oryx, 2022a. *Attack On Europe: Documenting Russian Equipment Losses During The 2022 Russian Invasion Of Ukraine*. [En línea]
Available at: <https://www.oryxspioenkop.com/2022/02/attack-on-europe-documenting-equipment.html>
[Último acceso: 23 10 2022].

Oryx, 2022b. *A Monument Of Victory: The Bayraktar TB2 Kill List*. [En línea]
Available at: <https://www.oryxspioenkop.com/2021/12/a-monument-of-victory-bayraktar-tb2.html>
[Último acceso: 24 10 2022].

Subdirección de Instrucción Adiestramiento y Evaluación, 2021. *Cargador CC Leopard 2E. Guía de Puesto Táctico GIPT IA 012*. s.l.:s.n.

Ukraine weapons tracker , 2022. *Twitter*. [En línea]
Available at: <https://twitter.com/i/status/1576153130751827969>
[Último acceso: 23 10 2022].



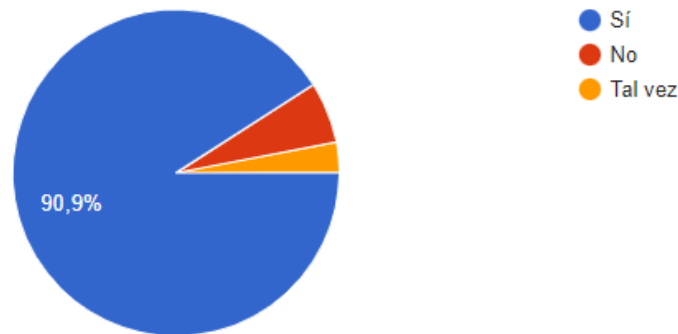
ANEXOS



Anexo A: ENCUESTA “INTEGRACIÓN RPAS-LEOPARDO 2E”

¿CONSIDERA UTIL LA INCORPORACIÓN DE UN SISTEMA RPAS DE OBSERVACIÓN EN EL LEOPARDO 2E?

33 respuestas



SELECCIONE 3 APTITUDES TÁCTICAS DEL RPAS QUE CONSIDERE MÁS IMPORTANTES



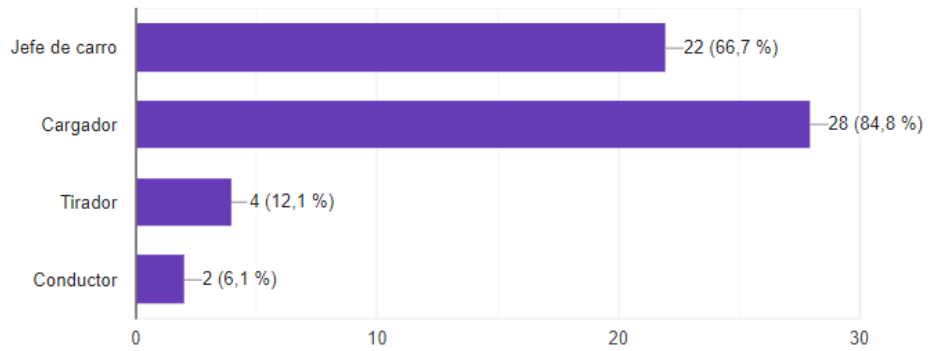
SELECCIONE 3 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA RPA QUE CONSIDERE MÁS IMPORTANTES





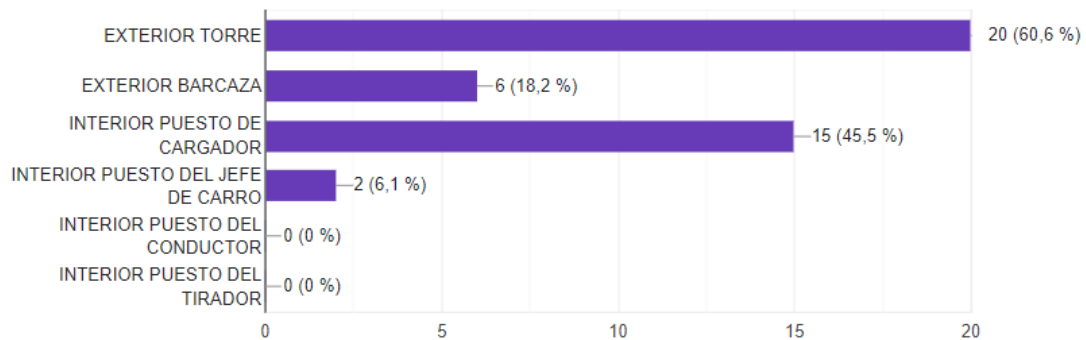
EN CUANTO AL N° DE OPERADORES DEL SISTEMA RPAS, SEÑALE QUIÉN/QUIÉNES
DEBERÍAN SER DICHOS OPERADORES

33 respuestas



ELIJA LA/LAS QUE CONSIDERE MEJOR ZONA DE CARGA PARA LA RPA EN EL CC
LEO 2E

33 respuestas





ANEXO B: ENCUESTA "PRIORIZACIÓN DE CRITERIOS Y EVALUACIÓN DE ZONA DE CARGA DE LA RPA"

PREGUNTAS:

- **INDIQUE SU EMPLEO ACTUAL.**
 - TENIENTE
 - SARGENTO
 - CABO
- **ORDENE POR PRIORIDAD ESTOS 4 CRITERIOS PARA LA ELECCIÓN DE LA ZONA CONCRETA DE TRANSPORTE DE LA RPA EN EL EXTERIOR DE LA TORRE.**
 - SEGURIDAD DE LA RPA
 - FACIL ACCESIBILIDAD PARA LA TRIPULACIÓN
 - NO INTERFIERE CON OTRAS ESTRUCTURAS
 - POSIBILIDAD DE ACOGER DIFERENTES TAMAÑOS DE RPA
- **EN BASE AL CRITERIO "FACIL ACCESIBILIDAD DE LA TRIPULACIÓN" EVALUE NUMERICAMENTE DE 0-10 (SIENDO 10 EL MÁS APTO Y 0 EL MENOS APTO) LAS SIGUIENTES UBICACIONES:**
 - ZONA DE TRANSPORTE DE LA JAIMA
 - ENTRE ESCOTILLA DE CARGADOR Y JEFE
 - DETRAS DE LA ESCOTILLA DEL CARGADOR
- **EN BASE AL CRITERIO "NO INTERFERENCIA CON OTRAS ESTRUCTURAS" EVALUE NUMERICAMENTE DE 0-10 (SIENDO 10 EL MÁS APTO Y 0 EL MENOS APTO) LAS SIGUIENTES UBICACIONES:**
 - ZONA DE TRANSPORTE DE LA JAIMA
 - ENTRE ESCOTILLA DE CARGADOR Y JEFE
 - DETRAS DE LA ESCOTILLA DEL CARGADOR
- **EN BASE AL CRITERIO "POSIBILIDAD DE ACOGER DIFERENTES TAMAÑOS DE RPA" EVALUE NUMERICAMENTE DE 0-10 (SIENDO 10 EL MÁS APTO Y 0 EL MENOS APTO) LAS SIGUIENTES UBICACIONES:**
 - ZONA DE TRANSPORTE DE LA JAIMA
 - ENTRE ESCOTILLA DE CARGADOR Y JEFE
 - DETRAS DE LA ESCOTILLA DEL CARGADOR

**RESULTADOS:**

PRIORIZACIÓN		CRITERIOS			
ENCUESTADOS	SEGURIDAD DE LA RPA	FACIL ACCESIBILIDAD	NO INTERFERENCIA CON OTRAS ESTRUCTURAS	POSIBILIDAD DE DISTINTOS TAMAÑOS DE RPA	
TENIENTE	1	3	4	2	
SARGENTO	3	1	4	2	
SARGENTO	1	4	3	2	
CABO	2	3	4	1	
MEDIA	1,75	2,75	3,75	1,75	

EVALUACIÓN		ENCUESTADOS				
LOCALIZACIONES	CRITERIOS	TENIENTE	SARGENTO	SARGENTO	CABO	MEDIA 2
ZONA DE TRANSPORTE DE LA JAIMA	SEGURIDAD DE LA RPA	8	9	8	7	8
	FACIL ACCESIBILIDAD	2	1	0	1	1
	NO INTERFERENCIA	2	0	2	0	1
	DISTINTOS TAMAÑOS DE RPA	7	5	3	4	4,75
ENTRE ESCOTILLA DE CARGADOR Y JEFE	SEGURIDAD DE LA RPA	5	4	5	3	4,25
	FACIL ACCESIBILIDAD	9	8	10	8	8,75
	NO INTERFERENCIA	8	7	5	2	5,5
	DISTINTOS TAMAÑOS DE RPA	0	1	0	1	0,5
DETRÁS DE ESCOTILLA DEL CARGADOR	SEGURIDAD DE LA RPA	7	8	6	6	6,75
	FACIL ACCESIBILIDAD	8	7	7	7	7,25
	NO INTERFERENCIA	7	8	6	6	6,75
	DISTINTOS TAMAÑOS DE RPA	8	7	6	7	7



ANEXO C: SESIONES GIPT CARGADOR CC LEO 2E

ÁMBITO 1: INSTRUCCIÓN TÉCNICA

- a) Unidad Didáctica n.º 1: Generalidades
 - SESIÓN 1: Generalidades y datos técnicos.
 - SESIÓN 2: Posibilidades de empleo y elementos exteriores del carro.
 - SESIÓN 3: Normas de seguridad.

- b) Unidad Didáctica n.º 2: Tareas individuales del cargador
 - SESIÓN 4: Puesto del cargador.
 - SESIÓN 5: Manejo de la UPRC.
 - SESIÓN 6: Manejo del cañón.
 - SESIÓN 7: Manejo de las ametralladoras.
 - SESIÓN 8: Comprobaciones y limpieza de AMM.
 - SESIÓN 9: Sistema anti explosión.
 - SESIÓN 10: Comprobaciones antes del tiro.
 - SESIÓN 11: Extracción de un proyectil o culote de la recámara.
 - SESIÓN 12: Filtros de aire.
 - SESIÓN 13: Manejo de las juntas de inflado y fuente de alimentación de corriente continua.

- c) Unidad Didáctica n.º 3: Tareas colectivas
 - SESIÓN 14: Puesta en servicio del carro.
 - SESIÓN 15: Sistema de precalentamiento y calefacción.
 - SESIÓN 16: Sistema hidráulico central.
 - SESIÓN 17: Sistema NBQ.
 - SESIÓN 18: Niveles de funcionamiento de la torre.
 - SESIÓN 19: Lote de a bordo.
 - SESIÓN 20: Preparación del carro para el combate.
 - SESIÓN 21: Radios y sistema de interfonía.
 - SESIÓN 22: Órdenes de tiro.
 - SESIÓN 23: Adquisición e identificación de objetivos.
 - SESIÓN 24: Defensa inmediata del carro.
 - SESIÓN 25: Posiciones del tiro.
 - SESIÓN 26: Comprobación de la homogeneización.
 - SESIÓN 27: Ejecución del tiro.
 - SESIÓN 28: Puesta a cero.
 - SESIÓN 29: Estiba de municiones y carga del sistema lanza artificios.
 - SESIÓN 30: Revisión diaria.
 - SESIÓN 31: Tren de rodaje y cadenas.
 - SESIÓN 32: Frenos.
 - SESIÓN 33: Repostaje.
 - SESIÓN 34: Niveles de UPH y sistema de desenclavamiento de emergencia.
 - SESIÓN 35: Comprobaciones en la dirección de tiro.



- SESIÓN 36: Comprobaciones y limpieza del cañón.
- SESIÓN 37: Protección ante un ataque NBQ.
- SESIÓN 38: Evacuación de los cuatro tripulantes.
- SESIÓN 39: Extracción de un proyectil con atacador.
- SESIÓN 40: Reacción a los fuegos indirectos.
- SESIÓN 41: Adquirir objetivos con baja visibilidad.
- SESIÓN 42: Preparación para el vadeo, vadeo profundo e inmersión.
- SESIÓN 43: Descontaminación del carro.
- SESIÓN 44: Abandono y destrucción del carro.
- SESIÓN 45: Arranque de emergencia con cable esclavo. Arranque a tirón.
- SESIÓN 46: Comprobaciones del sistema eléctrico.
- SESIÓN 47: Revisiones periódicas y mantenimiento de la torre.
- SESIÓN 48: Mantenimiento de la UPA.

ÁMBITO 2: TIRO:

d) Unidad Didáctica nº 1: Ejercicios de simulador (STEEL BEAST Y STO):

- SESIÓN 49: Se realizarán 4 ejercicios del nivel básico, 4 ejercicios del nivel intermedio y dos ejercicios del nivel avanzado, en función del nivel de instrucción del personal de la unidad.

e) Unidad Didáctica nº 2: Ejercicios de fuego real:

- SESIÓN 50: Se realizarán cuatro disparos de entre los ejercicios del nivel básico (total, 4 disparos de cañón y los necesarios, a determinar, de ametralladora. Esta condición estará supeditada a los cupos de munición asignados)