

Trabajo Fin de Grado

Integración de drones en unidades de Caballería
para la realización de reconocimientos de itinerario
y objetivo o puntual.

Autor

D. Antonio Andrés Moya

Director/es

Director académico: Dra. Dña. Ainhoa Urtizberea Lorente
Director militar: CAP. CAB. D. Santiago Lobón López-Romero

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar
2018

Agradecimientos

El presente proyecto de investigación y análisis es el fruto de la confluencia y sinergia del trabajo de muchos profesionales que han participado de forma desinteresada y a veces incluso, apasionada. Mi trabajo, ha sido el de gestionar las reuniones, organizar las tareas y tomar las decisiones oportunas, junto con la redacción, recopilación de la información y evaluación de las conclusiones, para finalmente plasmar todo ello en la memoria que se presenta a continuación.

Querría dar las gracias, en primer lugar, a la Doctora Doña Ainhoa Urtizberea Lorente, quien ha sido orientadora y directora académica del trabajo, así como requisito fundamental para llegar hasta este punto, ya que sin su ayuda, en numerosas ocasiones no hubiese podido solventar las dificultades por mis propios medios.

Me resulta fundamental expresar mi más sincero agradecimiento por la ayuda que, a nivel técnico y táctico, han supuesto las reuniones y las orientaciones recibidas, de los mandos y tropa pertenecientes al Grupo de Caballería Ligero-Acorazado "SANTIAGO I/12" y del Regimiento de Caballería "FARNESIO Nº12", auténticos expertos en el campo técnico y táctico tratado en el proyecto. Tanto en el área técnica, por su completo dominio del conocimiento de los vehículos de las Secciones Ligero-Acorazadas y el apoyo que los drones de mercado pueden aportar a las tareas de reconocimiento, como en la experiencia aportada por sus años de servicio, que suma un conocimiento de las principales zonas de operaciones militares en el extranjero. Resaltando que han contribuido de forma activa a la causa, el Director Militar del presente trabajo, el Capitán de Caballería D. Santiago Lobón López-Romero, parte fundamental en la elaboración del presente documento. Y mención especial el Teniente Coronel D. Ángel José Espiga Gómez jefe del Grupo SANTIAGO, que ha formado parte del grupo de expertos que inicialmente se propuso y al que, junto con los arriba citados, accedió sin dudarlo.

Y por último, no quería desaprovechar esta ocasión para hacer extensivo este gesto de gratitud, a mis familiares, amigos y sobre todo a mi pareja, Marina Corchete Cantalejo, que sufren de mi abandono a cada momento que me veo inmerso en tareas tan arduas, exigentes y complejas como las presentadas durante el desarrollo de este proyecto, ya que requieren de toda mi atención, en detrimento de la que ellos y ellas merecen. Por supuesto, este agradecimiento se extiende a todos los años que llevo cursando el exigente plan de estudios en la Academia General Militar y que culmina con el depósito y defensa del presente proyecto. Sin vuestro constante apoyo y comprensión, solo sería una máquina de realizar tareas, gracias por hacerme humano.

En Zaragoza, a 23 de octubre de 2018.



CAC. CAB. D. Antonio Andrés Moya

Resumen

Las actuales Secciones Ligero-Acorazadas de Caballería son las principales unidades de la fuerza encargadas de realizar los reconocimientos en misiones internacionales en las que España participa. El proyecto ha surgido de la necesidad de incorporar nuevos avances tecnológicos a los reconocimientos de Caballería para dotarles de unas capacidades que aumenten la seguridad de la fuerza de reconocimiento, así como la velocidad y calidad de los mismos.

El presente trabajo analiza la integración de drones en misiones de reconocimiento de itinerario y de objetivo o puntual, realizados por las Secciones Ligero-Acorazadas de Caballería y evalúa la viabilidad de dicha integración, tomando como universo de estudio los reconocimientos de itinerario, puente y zona boscosa. Durante el desarrollo del proyecto se ha determinado el tipo de dron idóneo para estas misiones, los medios y procedimientos necesarios para su integración, así como sus limitaciones.

Como conclusión se ha demostrado la viabilidad de la integración de drones en las Secciones Ligero-Acorazadas para la realización de tareas de reconocimiento, así como para analizar terrenos inaccesibles para el personal y medios actuales, proporcionando información exacta y precisa en tiempo real, sin involucrar ni exponer medios o personal.



Figura 1. Operador de dron de VEC. Fuente: Imagen tomada por el autor.

Palabras clave

Dron; Reconocimiento; Sección Ligero-Acorazada; Caballería; Integración; Seguridad; Vigilancia.

Abstract

The current Light-armoured Platoons of Cavalry are the principal units of the force entrusted to realize the reconnaissance in international missions in which Spain takes part. The project has arisen from the need to incorporate new technological advances into the reconnaissance of Cavalry to provide them with new means to increase the safety of the reconnaissance force, as well as the speed and quality of the reconnaissance.

This work analyses the integration of drones in missions of reconnaissance of itinerary and of objective or punctual, operated by the Light-armoured Platoons of Cavalry and evaluates the viability of the above mentioned integration, taking as a universe of study the reconnaissance of itinerary, bridge and wooded zone. In particular, the most suitable drone for these missions has been selected, the means and procedures necessary for its integration have been defined and its limitations have reported.

As a conclusion, it has been demonstrated the feasibility of the integration of drones in the Light-armoured Platoons for the accomplishment of tasks of reconnaissance and inspection of areas inaccessible for the personnel and current means, providing exact and precise real time information, without involving or exposing means or personnel.



Figura 2. Dron Mavic Pro realizando vigilancia del campamento base. Fuente: Imagen tomada por el autor.

Key words

Drone; Reconnaissance; Light-Armoured Platoon; Cavalry; Integration; Security; Surveillance.

Índice

| | | |
|--------------------------------------|--|-----------|
| Agradecimientos | III | |
| Resumen | V | |
| Abstract | VI | |
| Índice de figuras | IX | |
| Índice de tablas | X | |
| Listado de abreviaturas | XI | |
| 1 | Introducción | 1 |
| 1.1 | Motivación y ámbito de aplicación | 1 |
| 1.2 | Objetivos y alcance del trabajo | 3 |
| 1.3 | Antecedentes..... | 3 |
| 1.4 | Marco legal y normativa aplicable..... | 4 |
| 1.5 | Estructura de la memoria..... | 5 |
| 2 | Integración de drones en las SLAC de Caballería | 7 |
| 2.1 | Reconocimientos y sus tácticas, técnicas y procedimientos..... | 7 |
| 2.1.1 | Definición del alcance y clasificación de los reconocimientos..... | 7 |
| 2.1.2 | Selección de las tácticas, técnicas y procedimientos de vanguardia | 9 |
| 2.1.3 | Integración de medios aeromóviles no tripulados al reconocimiento | 11 |
| 2.2 | Análisis comparativo de drones | 13 |
| 2.3 | Análisis de costes | 14 |
| 2.4 | Análisis DAFO de la integración de drones en las SLAC..... | 15 |
| 2.5 | Estudio de casos | 17 |
| 2.5.1 | Contexto de los casos prácticos | 17 |
| 2.5.2 | Descripción del estudio de casos..... | 19 |
| 2.5.3 | Resultados observados | 21 |
| 3 | Resultados y discusión | 24 |
| 3.1 | Resultados..... | 24 |
| 3.2 | Discusión de los resultados | 25 |
| 4 | Conclusiones y recomendaciones | 26 |
| 4.1 | Futuras líneas de investigación | 27 |
| 5 | Bibliografía | 28 |

| | |
|---|-----------|
| Anexo A. Especificaciones para vuelo recreativo y profesional (según Real Decreto 1037/2017)..... | 32 |
| Anexo B. Análisis comparativo entre diferentes drones en servicio o testados por unidades del Ejército de Tierra..... | 36 |
| Anexo C. Informe completo del análisis DAFO (generado por la herramienta web del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo)..... | 40 |
| Anexo D. Entrevistas a expertos de la unidad de prácticas..... | 44 |
| Anexo E. Orden de operaciones (FRAGO) para reconocimiento de itinerario | 56 |
| Anexo F. Orden de operaciones (FRAGO) para reconocimiento de puente..... | 60 |
| Anexo G. Orden de operaciones (FRAGO) para reconocimiento de zona boscosa | 64 |

Índice de figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1. Operador de dron de VEC. Fuente: Imagen tomada por el autor..... | V |
| Figura 2. Dron Mavic Pro realizando vigilancia del campamento base. Fuente: Imagen tomada por el autor..... | VI |
| Figura 3. Vehículos donde se persigue incorporar los drones: VEC (izquierda) y VRCC CENTAURO (derecha). Fuente: Imagen tomada por el autor..... | 3 |
| Figura 4. VEC visto desde un dron. Fuente: Imagen tomada por el autor..... | 6 |
| Figura 5- Dron Mavic Pro y consola de navegación y control. Fuente: [en línea] http://www.dji.com | 14 |
| Figura 6. Matriz de factores DAFO. Fuente: Imagen tomada por el autor..... | 16 |
| Figura 7. Esquema de la maniobra para el reconocimiento de itinerario. Fuente: Imagen tomada por el autor..... | 19 |
| Figura 8. Esquema de la maniobra para el reconocimiento de puente. Fuente: Imagen tomada por el autor..... | 20 |
| Figura 9. Esquema de la maniobra para el reconocimiento de zona boscosa. Fuente: Imagen tomada por el autor..... | 20 |
| Figura 10. Imagen del equipo de experimentación tomada desde el dron. Fuente: Imagen tomada por el autor..... | 25 |
| Figura 11. Diagrama radial de evaluación del impacto de la integración de drones. Fuente: Imagen tomada por el autor..... | 26 |
| Figura 12. Imagen de un VRCC CENTAURO tomada desde el aire. Fuente: Imagen tomada por el autor..... | 32 |

Índice de tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Cuadro resumen de los tipos de reconocimiento..... | 7 |
| Tabla 2. Cometidos de cada núcleo en las diferentes fases de la maniobra para reconocimiento de itinerario. | 10 |
| Tabla 3. Cometidos de cada núcleo en las diferentes fases de la maniobra para reconocimiento de puentes. | 10 |
| Tabla 4. Tabla de costes y gastos de integración de un dron en la SLAC..... | 15 |
| Tabla 5. Resultados uso de drones en reconocimiento de itinerario. | 21 |
| Tabla 6. Resultados uso de drones en reconocimiento de puente. | 22 |
| Tabla 7. Resultados uso de drones en reconocimiento de zona boscosa..... | 23 |
| Tabla 8. Resultados del estudio. | 24 |
| | |
| Tabla A 1. Obligaciones y restricciones para vuelo recreativo y profesional de drones en España. | 33 |
| Tabla A 2. Comparativa de drones de mercado..... | 37 |

Listado de abreviaturas

AESA. Agencia estatal de seguridad aérea.

BDA. Evaluación del daño de batalla (del inglés, *Battle Damage Assessment*).

BVLOS. Más allá de la línea de visión (del inglés, *Beyond Visual Line of Sight*).

CAB. Caballería.

CAP. Capitán.

CMT. Campo de maniobras y tiro.

DAFO. Debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades.

DGAM. Dirección General de armamento y material.

ELAC. Escuadrón Ligero-Acorazado.

EOD. Equipo de desactivación de explosivos (del inglés, *Explosive Ordnance Disposal*).

EOR. Equipo de reconocimiento de explosivos (del inglés *Explosive Ordnance Reconnaissance*).

ET. Ejército de Tierra.

ETRS. Sistema de referencia terrestre europeo (del inglés, *European Terrestrial Reference System*).

FRAGO. Orden fragmentaria (del inglés, *Fragmentary Order*).

FSE. Elemento de apoyo de fuegos (del inglés, *Fire Support Element*).

GCLAC. Grupo Ligero-Acorazado.

HD. Alta definición (del inglés, *High Definition*).

IBCIS. Instrucción básica del sistema de inteligencia de combate (del inglés, *Instruction Basic of Combat Intelligence System*).

IED. Artefacto explosivo improvisado (del inglés, *Improvised Explosive Device*).

Km/h. Kilómetros por hora.

LAPL. Licencia de piloto de aeronave ligera.

LLA. Línea límite de avance.

LOPD. Ley orgánica de protección de datos.

MOE. Mando de Operaciones Especiales.

NBQ. Nuclear, biológico y químico.

NIL. Nada que transmitir (del inglés, *Nothing In Line*).

OPORD. Orden de operaciones (del inglés, *Operation Order*).

ORD. Orden Real de Defensa.

PD. Publicación doctrinal.

Pn. Pelotón.

PO. Puesto de observación.

RC. Regimiento de Caballería.

RPA. Aeronave pilotada remotamente (del inglés, *Remotely Piloted Aircraft*).

SLAC. Sección Ligero-Acorazada.

TACP. Parte táctica de control aéreo (del inglés, *Tactical Air Control Party*).

TF. Organización operativa (del inglés, *Task Force*).

TIM. Material industrial tóxico (del inglés, *Toxic Industrial Material*).

TTPs. Tácticas, técnicas y procedimientos.

UTM. Sistema de coordenadas transversal de Mercator (del inglés, *Universal Transverse Mercator*).

VEC. Vehículo de exploración de Caballería.

VLOS. Vuelo visual (del inglés, *Visual Line of Sight*).

VRCC. Vehículo de reconocimiento y combate de Caballería.

WGS. Sistema de coordenadas global (del inglés, *World Geodetic System*).

ZA. Zona de acción.

1 Introducción

La siguiente memoria presenta los resultados del trabajo fin de grado de Ingeniería de Organización Industrial impartido por el Centro Universitario de la Defensa en la Academia General Militar (Zaragoza). El trabajo de investigación y experimentación se ha realizado durante el periodo de prácticas externas en unidades de la fuerza, contando con el apoyo del 1º Escuadrón Ligero-Acorazado (ELAC) del Grupo de Caballería Ligero-Acorazado “Santiago I/12” (GCLAC SANTIAGO) perteneciente al Regimiento de Caballería “Farnesio nº12” (RC FARNESIO).

El alcance del trabajo pretende determinar la viabilidad de la integración de drones aéreos en los reconocimientos de itinerario y de objetivo o puntual, realizados por unidades de Caballería del Ejército de Tierra (ET) de tipo Sección Ligero-Acorazada (SLAC).

El presente trabajo demuestra que el uso de drones aéreos en misiones de reconocimiento, realizadas por SLAC de Caballería presenta las siguientes ventajas, limitaciones y servidumbres, tanto técnicas, como tácticas:

- Capacidades o ventajas: Permite realizar el reconocimiento sin involucrar ni exponer medios y personal. Aumenta la velocidad de la realización de los reconocimientos y la calidad de los mismos. Puede proporcionar vigilancia de 360°. Permite el análisis de terrenos inaccesibles por personal y proporciona información topográfica de extensiones amplias de terreno. Proporciona información exacta en tiempo real y facilita la identificación de medios y la corrección de fuegos.
- Limitaciones: El reconocimiento de objetivo o puntual desde el aire se ve limitado por las características del mismo, en cuanto a visibilidad y alcance efectivo del dron. No ofrece respuesta de combate ante ataque enemigo.
- Servidumbres: Requiere de la implantación de un curso para el personal que lo vaya a operar. La duración de las baterías condiciona el tiempo de vuelo y por tanto, la duración continua del reconocimiento. Las condiciones meteorológicas y la vegetación existente en la zona afectan considerablemente al manejo del dispositivo. Los momentos del despegue y aterrizaje condicionan el movimiento del vehículo que lo transporta/opera. La pérdida de señal con el dispositivo de mando y control hace regresar al dron a la última ubicación conocida. Las características técnicas del aparato condicionan altamente las capacidades operativas que aporta al desarrollo de la misión encomendada.

1.1 Motivación y ámbito de aplicación

Los emplazamientos en los que el Ejército de Tierra se encuentra actualmente desplegado ocupan una banda muy amplia en el espectro del conflicto, pero sin duda alguna la situación actual destaca por haber dejado atrás el combate convencional.

La evolución desde el combate convencional conduce en la actualidad al denominado “campo de batalla vacío”, en el cual las armas de largo alcance, la explotación “conjunto-combinada” del terreno y la observación del campo de batalla en “todo tiempo” desde el aire o

incluso desde el espacio, mediante medios satelitales, deja prácticamente obsoletas las doctrinas que ven imprescindible la presencia física de tropas sobre el terreno. Los objetivos hoy en día son, cada vez más, de carácter estratégico, por lo que la necesidad de información en tiempo real y oportuno se hace esencial y primordial para el proceso de toma de decisiones.

Es por esto que España necesita de capacitar a sus unidades de reconocimiento, las de Caballería, con los más adecuados medios tecnológicos para desarrollar su labor de manera óptima y sobre todo, del modo más seguro para el personal que las realiza. Ya se utilizan drones como capacitadores de las unidades de combate en misiones internacionales, pero estos medios están centralizados por unidades de Transmisiones y son un recurso crítico y escaso.

Por tanto, el propósito que persigue la elaboración del presente proyecto es el de determinar la viabilidad de la incorporación de un medio tecnológico puntero, como son los drones aéreos, así como definir su completa integración en las SLAC. Este planteamiento ha sido propuesto por altos mandos de unidades de Caballería, que consideran necesaria esta integración para la correcta adaptación al moderno campo de batalla de la mano de la más moderna tecnología (véase Anexo D).

El “dron” es un vehículo aéreo no tripulado (VANT) o UAV (del inglés, *unmanned aerial vehicle*). Además, en el ámbito militar es conocido por RPAS (del inglés, *remotely piloted aerial system*) y comúnmente conocido por la mayoría de la sociedad civil y la Real Academia Española como, dron.

Para el desarrollo del presente trabajo se ha definido como ámbito de aplicación la SLAC, que es la unidad principal de maniobra de la que se componen los ELAC de los diferentes GCLAC de la División Castillejos. Se ha considerado óptimo acotar el ámbito de aplicación a este tipo de unidad por numerosas razones, de las que se puede destacar, que es la unidad de menor entidad que actúa, frecuentemente, de forma aislada y autónoma en zona de operaciones.

La orgánica de las SLAC en las que se pretenden incorporar los drones está compuesta por los siguientes medios:

- Vehículos de Reconocimiento y Combate de Caballería (VRCC) CENTAURO, (*mostrado en la Figura 3*). La tripulación de un VRCC CENTAURO consta de: Jefe de vehículo, un tirador, un conductor y un radio-cargador. (El jefe de la SLAC es, a su vez jefe de vehículo de uno de los VRCC CENTAURO).
- Vehículos de Exploración de Caballería (VEC), (*mostrado en la Figura 3*). La tripulación de un VEC consta de: Jefe de vehículo, un tirador, un conductor y dos exploradores, quienes en determinadas ocasiones realizan acciones a pie, (uno de ellos se propone como operador del dron).



Figura 3. Vehículos donde se persigue incorporar los drones: VEC (izquierda) y VRCC CENTAURO (derecha). Fuente: Imagen tomada por el autor.

1.2 Objetivos y alcance del trabajo

El principal reto que se prevé abordar, es el de definir la integración de estos novedosos medios en el seno de las actuales SLAC con que cuentan las unidades de Caballería. Así como, analizar su viabilidad, mostrando las capacidades, limitaciones y servidumbres que aportaría el uso de tales dispositivos a labores de reconocimiento de itinerario y de objetivo o puntual. Para la consecución de estos objetivos generales se plantean los siguientes objetivos concretos:

- Definir el modelo de dron idóneo para las misiones que se le pretenden encomendar.
- Conocer los medios necesarios que supondría la adquisición e integración de un dron para una SLAC.
- Sistematizar las nuevas estrategias de uso de drones en misiones de reconocimiento mediante experimentación empírica de campo.
- Conocer las capacidades, limitaciones y servidumbres aportadas por el uso de drones en la realización de los reconocimientos.

1.3 Antecedentes

Para la realización de este proyecto se han tenido en cuenta los antecedentes nacionales e internacionales de los principales países militarmente punteros en la materia, que actualmente ya cuentan con medios RPAS integrados en sus unidades de reconocimiento [1] [2]. Principalmente se ha apoyado en el conocimiento actual en la materia [1] [3], para conocer en qué aspectos el dron mejoraría estas capacidades. Además, se ha realizado un estudio pormenorizado de las tácticas, técnicas y procedimientos (TTPs) más vanguardistas a nivel nacional y un análisis de lecciones aprendidas, tanto táctico, como técnico.

Las actuales Secciones Ligero-Acorazadas de Caballería son las principales unidades encargadas de realizar los reconocimientos de itinerario y zona en misiones internacionales en las cuales despliega el Ejército de Tierra español. Por ello, se considera necesario disponer de medios que hagan estos reconocimientos más rápidos, de mayor calidad y con la máxima seguridad para el personal que los realiza, ya que la información que se obtiene de ellos será la que condicione las decisiones operacionales y estratégicas del mando posteriormente [4]. Además, la calidad de estas misiones de reconocimiento repercute directamente en la seguridad y correcto desarrollo de las misiones que realizan otro tipo de unidades, como la Infantería, dentro del teatro de operaciones.

Como se puede ver en el *capítulo 2 (Integración de drones en las SLAC de Caballería), apartado 1 (Reconocimientos y sus tácticas, técnicas y procedimientos)*, donde la información se encuentra desarrollada y es más detallada, en la actualidad, se contempla que las unidades de reconocimiento de Caballería puedan ser apoyadas y reforzadas por medios aéreos de obtención de información para determinadas situaciones. Pero este apoyo, a día de hoy, sólo es posible obtenerlo con la colaboración de otras unidades ajenas a los procedimientos de las citadas unidades de reconocimiento, con medios que no son óptimos para la misión que se les requiere y en muchas ocasiones sin la posibilidad de recibir tal colaboración, por tratarse de un recurso crítico y muy demandado (véase Anexo D).

Por ello, en el presente trabajo se propone la integración de drones específicos para satisfacer las necesidades de información que se desprenden de las misiones que se le puedan encomendar a las SLAC de Caballería, siendo un medio orgánico de estas y siendo operado y explotado por la misma tripulación de la citada SLAC y con unas TTPs adaptadas a la tenencia de estos medios.

1.4 Marco legal y normativa aplicable

Para las prácticas y experimentación empírica de campo que se ha realizado durante el transcurso de la elaboración del presente trabajo, ha sido necesario el cumplimiento de un elenco normativo y legal específico. Este marco legal ha servido de referencia a la hora de marcar los hitos y fases del proceso de estudio, siguiendo los procesos delimitados en tal normativa y realizando las averiguaciones oportunas en relación a la responsabilidad/es. A continuación, se relaciona la legislación anteriormente mencionada:

- Real Decreto 1036/2017, de 15 de diciembre, por el que se regula la utilización civil de las aeronaves pilotadas por control remoto [5].
- Real Decreto 601/2016, de 2 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de la Circulación Aérea Operativa [6].

Con la legislación vigente a 30 de septiembre de 2018, para poder hacer uso de drones en la investigación existen dos posibilidades, declararlo como uso recreativo (sin necesidad de piloto con posesión del carnet pertinente) o como uso profesional (se necesita un piloto con carnet en vigor). La diferencia entre ambos estriba en el uso posterior que se haga de la información obtenida y las siguientes diferencias en cuanto a restricciones de vuelo, (véase Anexo A). Por

ello, la totalidad de los vuelos realizados en fase de experimentación del presente trabajo han sido de categoría recreativa y no se difundirán los videos obtenidos en ellos.

Así mismo, es necesario aclarar que debido a que los documentos internos de las unidades relativos a TTPs se encuentran bajo la clasificación de seguridad “Confidencial”¹ no se han podido incluir en la memoria del trabajo, aunque han sido tenidos en cuenta en la investigación y desarrollo del mismo.

Los documentos y publicaciones internas aplicables en este ámbito, así como para la definición de los medios orgánicos de que disponen las unidades, además de toda aquella normativa militar nacional que sea de obligada aplicación y cumplimiento en todo lo concerniente al desarrollo del trabajo, se citan a continuación:

- ORD-007. Seguridad, reconocimiento y exploración [7].
- PD4-202. Grupo de reconocimiento [3].
- PD4-204. Unidades de reconocimiento: Reconocimiento de itinerario [8].
- PD3-309. Seguridad en los movimientos: Convoyes [9].
- PD4-018 (Vol. I). Acciones militares tácticas de apoyo: Reconocimiento [1].
- PD0-000. Glosario de términos militares [10].
- PD1-001. Empleo de las fuerzas terrestres [11].
- PD4-7XX. Inteligencia, vigilancia, adquisición de objetivos y reconocimiento (ISTAR) [4].
- NG 03/16. Capacitación de los operadores de sistemas de aeronaves pilotadas remotamente [12].

1.5 Estructura de la memoria

El presente trabajo de investigación se estructura en cuatro capítulos, incluyendo el presente a modo de introducción, el *capítulo 3 (Resultados y discusión)* y el *capítulo 4 (Conclusiones y recomendaciones)*, como sumario de los resultados obtenidos, discusión de los mismos, enunciado de conclusiones del trabajo y apunte de futuras líneas de investigación. Así mismo, el *capítulo 2 (Integración de drones en las SLAC de Caballería)*, donde se encuentra todo el grueso del proyecto y que se centra en el análisis, estudio e investigaciones realizadas durante el desarrollo del trabajo, se divide en cinco apartados, cuyos principales contenidos se describen a continuación.

En el *apartado 1 (Reconocimientos y sus tácticas, técnicas y procedimientos)*, se pretende analizar las tácticas, técnicas y procedimientos más vanguardistas en relación a los reconocimientos, basándose en un estudio de la documentación existente al efecto, las lecciones aprendidas en zona de operaciones por unidades operativas de Caballería y los conocimientos compartidos por las citadas unidades del ET en diversas jornadas de convivencia en territorio

¹ Máximo nivel de clasificación de documentos militares que prohíbe su uso y difusión fuera del ámbito estrictamente autorizado.

nacional. Además, se definirán y acotarán los tipos de reconocimiento en los cuales se va a trabajar y en los cuales se pretende integrar los medios tecnológicos aéreos de obtención de información por medio del uso de drones

El *apartado 2 (Análisis comparativo de drones)*, se realiza un análisis comparativo de los drones que están en servicio actualmente en el ET y los que han sido probados en fase experimental por ciertas unidades del ET y expertos en la materia, como medio aéreo de obtención de información para apoyar y capacitar las misiones de reconocimiento.

En el *apartado 3 (Análisis de costes)*, se ha realizado un análisis de las partidas de costes previstas para dotar de los medios y cursos necesarios para operarlos, para una SLAC. Con el objetivo de hacerse una idea del impacto económico que supondría la integración de drones en estas unidades de Caballería.

En el *apartado 4 (Análisis DAFO de la integración de drones)*, se analiza la incorporación del novedoso dispositivo a las actuales TTPs vigentes en las principales unidades de reconocimiento del ET, obteniendo las oportunas debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades de tal cambio, así como las diferentes estrategias futuras a seguir para su integración orgánica en las SLAC.

En el texto correspondiente al *apartado 5 (Estudio de casos)*, con el apoyo del personal y medios del GCLAC SANTIAGO I/12, se han llevado a cabo varios experimentos (véase Figura 4) y testado las acciones que el dron podría desempeñar capacitando y apoyando las misiones de reconocimiento. Obteniendo unas conclusiones reales y factibles que arrojan como resultado la definición y caracterización de las diferentes capacidades, limitaciones y servidumbres observadas en la experimentación empírica llevada a cabo.



Figura 4. VEC visto desde un dron. Fuente: Imagen tomada por el autor.

2 Integración de drones en las SLAC de Caballería

2.1 Reconocimientos y sus tácticas, técnicas y procedimientos

2.1.1 Definición del alcance y clasificación de los reconocimientos

Para el correcto desarrollo del presente trabajo, es necesario definir y acotar el alcance y tipología de los reconocimientos de ámbito militar, en los que se pretende incorporar e implementar el uso de drones para capacitar y aumentar las acciones de las unidades que los suelen realizar, debido a que el concepto militar de reconocimiento abarca una multitud y variado número de dimensiones, así como muy diversos tipos de unidades los que los pueden llegar a realizar, (véase Tabla 1).

| CLASIFICACIONES DEL RECONOCIMIENTO | | |
|--|--|---|
| CASIFICACIÓN | CRITERIO | DENOMINACIÓN |
| Por su modalidad | Según este orientada a un objetivo en contacto o situado en la profundidad del despliegue enemigo. | - <i>De combate.</i> - <i>En profundidad o especial.</i> |
| Por la técnica utilizada | Método básico del empleo del material, personal y equipo disponible. | - <i>A pie.</i> - <i>Sobre vehículos.</i> - <i>Aeromóvil.</i> - <i>Por el fuego.</i> |
| Por el procedimiento operativo utilizado en conducción | Importancia o no de que se descubre la presencia de las fuerzas propias. | - <i>Sigiloso.</i> - <i>Agresivo.</i> |
| Por el tipo de objetivo a reconocer | Naturaleza del objetivo. | - <i>Itinerario.</i> - <i>Objetivo o puntual.</i> - <i>Zona.</i> |

Tabla 1. Cuadro resumen de los tipos de reconocimiento.

Una de las clasificaciones sobre los tipos de reconocimiento, que se pueden encontrar en las publicaciones doctrinales del ET [1], es la que se hace teniendo en cuenta la técnica utilizada como medio de obtención de la información. Según esta clasificación, existen tres tipos de reconocimiento: *el reconocimiento a pie (o desmontado, según algunas unidades), sobre vehículos, aeromóvil o por el fuego*. Por lo tanto, en el desarrollo del presente trabajo se realiza una propuesta de una serie de TTPs que combinan el reconocimiento a pie, sobre vehículos y aeromóvil, pero sobre todo la combinación y sinergia de estos dos últimos.

Otra clasificación, según los manuales existentes [1], se ajusta al procedimiento operativo empleado para su conducción, la cual diferencia entre *reconocimiento sigiloso y agresivo*. En el caso que ocupa, será exclusivamente el reconocimiento sigiloso el que sea empleado en la conducción de las operaciones señaladas.

Finalmente, la clasificación que discrimina el tipo de reconocimiento por el tipo de objetivo a reconocer, es donde se ha focalizado el esfuerzo principal del presente proyecto, y según la doctrina vigente [1], se diferencian tres tipos de reconocimiento, que a continuación serán definidos y acotados: *el reconocimiento de itinerario, el reconocimiento de objetivo o puntual y el reconocimiento de zona*, (quedando este último fuera del análisis por ser un concepto similar al reconocimiento de objetivo o puntual, pero en una extensión más amplia del terreno).

- **Reconocimiento de itinerario:**

El reconocimiento de itinerario tiene por objeto obtener información detallada o actualizada sobre un itinerario concreto y el terreno adyacente a dicha vía, desde el cual el enemigo puede actuar sobre las fuerzas propias. Está especialmente indicado cuando el mando quiera conocer las condiciones para su empleo, así como para detectar la presencia o ausencia de enemigo, localizar e identificar obstáculos u obtener información relativa a la situación con la población civil en la zona.

Son numerosos y muy variados los cometidos que pueden ser asignados a una fuerza que realiza este tipo de reconocimiento, entre ellos se puede destacar:

- Reconocer y determinar la vialidad y viabilidad del itinerario.
- Reconocer el terreno adyacente desde el que el enemigo puede dominar visualmente el movimiento a lo largo del itinerario o hacer fuego directo sobre él.
- Localizar las áreas urbanas, áreas en construcción, infraestructuras, etc., que puedan afectar al movimiento.
- Localizar y, en su caso, limpiar las obstrucciones del itinerario.
- Localizar posibles itinerarios alternativos que permitan el desbordamiento de áreas urbanas, obstrucciones y áreas contaminadas.

Para su ejecución y conducción la fuerza se articula en dos escalones: *el escalón de reconocimiento y el de reserva*. Corresponde al escalón de reconocimiento el desempeño de las principales acciones de reconocimiento. A su vez, este escalón de reconocimiento se compone de dos núcleos: *el núcleo de reconocimiento y el de apoyo*. Este último será el encargado de proporcionar seguridad al núcleo de reconocimiento, para que este, realice las acciones de reconocimiento propiamente dichas, por lo tanto, es este último núcleo el que dispondría de los medios aeromóviles (drones), con que contase la SLAC.

- **Reconocimiento de objetivo o puntual:**

El reconocimiento de objetivo o puntual es un caso particular del reconocimiento de zona, en el que el esfuerzo va dirigido a obtener información detallada de un área específica y reducida o del enemigo en esa área concreta. Como la cantidad de reconocimientos de objetivo son tan variados como lo son estos últimos, se ha acotado el alcance de este tipo de reconocimientos, para la elaboración del presente trabajo, a los siguientes casos particulares: *el reconocimiento de un puente y el reconocimiento de una zona boscosa*.

- **Reconocimiento de un puente:** El núcleo de reconocimiento ocupará posiciones a cubierto en las inmediaciones del puente, mientras el núcleo de apoyo cubre las avenidas de aproximación más alejadas y se despliega el dron para obtener toda la información necesaria sobre el puente.
- **Reconocimiento de una zona boscosa:** La fuerza de reconocimiento ocupará posiciones a cubierto en las proximidades de la linde, para observar la posible presencia de enemigo que vigile los accesos y desplegarán el dron para reconocer el interior del bosque desde las alturas.

2.1.2 Selección de las tácticas, técnicas y procedimientos de vanguardia

Tras analizar y evaluar las distintas TTPs utilizadas por las unidades de reconocimiento de Caballería más operativas del ET y con mayor experiencia acumulada en zona de operaciones, se ha realizado una selección con las tácticas, técnicas y procedimientos que actualmente rigen la actuación de las SLAC pertenecientes al RC FARNESIO nº12 a la hora de realizar reconocimientos de itinerario o reconocimientos de objetivo, en los casos particulares de puentes y de bosques.

A continuación, se exponen de forma sintetizada, las particularidades y especificaciones correspondientes a la ejecución de cada uno de los reconocimientos objeto de estudio.

- **Tácticas, técnicas y procedimientos para reconocimientos de itinerario:**

Una unidad de entidad sección (SLAC), reconocerá un único itinerario, el detalle del reconocimiento, así como la profundidad del mismo irá en función de la situación táctica.

- **Organización Operativa:** La unidad de reconocimiento se articulará en:
 - ***Núcleo de Reconocimiento:*** Pelotón (Pn.) de la Unidad de Reconocimiento y Pn. de Zapadores (según amenaza).
 - ***Mando:*** Jefe de la Unidad de Reconocimiento, EOD², NBQ³ y TACP/FSE⁴.
 - ***Núcleo de Apoyo:*** Pelotón de la Unidad de Reconocimiento y RPAS (si se dispone de este medio).
- **Esquema de la maniobra:** Los cometidos de cada núcleo, se muestran en la Tabla 2:

² Equipo de desactivación de explosivos (del inglés *Explosive Ordnance Disposal*).

³ Equipo de descontaminación y control de riesgo Nuclear, Biológico y Químico.

⁴ Oficial de control de apoyo de fuegos.

| | FASE INICIAL | RECONOCIMIENTO | FASE FINAL |
|---------------------------------|---|---|------------------------------------|
| Núcleo de reconocimiento | Alcanzar itinerario a reconocer. | Realizar reconocimiento. | Aportar la información recopilada. |
| Mando | Coordinar movimiento y despliegue de sus núcleos. | Coordinar movimiento y despliegue de sus núcleos. | Generar informe. |
| Núcleo de Apoyo | Alcanzar punto de dislocación, y posiciones de apoyo, si existen. | Mantener seguridad. | Aportar la información recopilada. |

Tabla 2. Cometidos de cada núcleo en las diferentes fases de la maniobra para reconocimiento de itinerario.

• **Tácticas, técnicas y procedimientos para reconocimientos de objetivo (puentes):**

Para la ejecución de reconocimientos de objetivo normalmente la entidad será de Sección con los apoyos que se agreguen según la misión. En caso de poca probabilidad de contacto con enemigo, la entidad puede ser de entidad Pelotón prescindiendo de núcleo de seguridad.

- Organización Operativa: La unidad de reconocimiento se articulará en:
 - *Núcleo de Reconocimiento:* Pelotón (Pn.) de la Unidad de Reconocimiento y Pn. de Zapadores (EOR⁵), según amenaza.
 - *Mando:* Jefe de la Unidad de Reconocimiento, EOD, NBQ, TACP/FSE y RPAS (si se dispone de este medio).
 - *Núcleo de Apoyo:* Pelotón de la Unidad de Reconocimiento.
- Esquema de la maniobra: Los cometidos de cada núcleo, se muestran en la Tabla 3:

| | FASE INICIAL | RECONOCIMIENTO | FASE FINAL |
|---------------------------------|---|---|--|
| Núcleo de reconocimiento | Alcanzar zona a cubierto próxima a puente. | Realizar reconocimiento de puente y/o vados. | Aportar la información recopilada. |
| Mando | Coordinar movimiento y despliegue de sus núcleos. | Coordinar movimiento y despliegue de sus núcleos. | Generar informe. |
| Núcleo de Apoyo | Alcanzar punto de dislocación, y posiciones de apoyo, si existen. | Mantener seguridad. | Cruzar puente o vado y ocupar posiciones dominantes. |

Tabla 3. Cometidos de cada núcleo en las diferentes fases de la maniobra para reconocimiento de puentes.

⁵ Equipo de reconocimiento de explosivos (del inglés *Explosive Ordnance Reconnaissance*).

- **Tácticas, técnicas y procedimientos para reconocimientos de objetivo (bosques):**

El reconocimiento de un área boscosa seguirá las mismas directrices que el resto de acciones de reconocimiento, pero se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Cuando la fuerza de reconocimiento se encuentre en las proximidades de una zona boscosa los agrupamientos del núcleo de reconocimiento ocuparán posiciones a cubierto en las proximidades de la linde, para observar la posible presencia de enemigo que vigile los accesos.

- El jefe de esta podrá ordenar que se destaque personal a pie para reconocer y asegurar los accesos a la zona boscosa. Se prestará especial atención a la posible presencia de enemigo, minas, indicios de IED, obstáculos, etc.

- Una vez dentro de la zona boscosa, el núcleo de reconocimiento podrá dividir el terreno en sectores, reducirá distancias entre plataformas de combate, progresará por saltos, a ser posible alternativos, recorrerá rápidamente la distancia entre distintas posiciones de observación en cada salto y evitará, en lo posible, moverse por los caminos, carreteras y claros por ser puntos sobre los que el enemigo centrará su observación, vigilancia y tiro.

- La salida de la zona boscosa constituye una acción crítica para la fuerza de reconocimiento debido a la posibilidad de que el enemigo haya organizado una acción hostil contra la unidad cuando esta se encuentre al descubierto. Para evitarlo, se establecerá en posiciones que le permitan la completa observación y tiro, antes de abandonar la cobertura de la zona boscosa.

2.1.3 Integración de medios aeromóviles no tripulados al reconocimiento

La integración de medios aeromóviles no tripulados al reconocimiento proporcionaría una serie de ventajas y se encontraría con ciertas servidumbres y limitaciones (véase Anexo D). Una de las limitaciones que se encuentran actualmente en los reconocimientos, es la del reconocimiento de áreas extensas y/o de difícil acceso, el reconocimiento en profundidad y la realización de sondeos⁶ en las rutas principales, así como la obtención y gestión de esta información en tiempo real. Además, resultaría tácticamente ventajoso poder contar con esta información con la mayor rapidez y seguridad posibles, para reducir el ciclo de toma de decisión del mando.

Estos equipos aéreos resultan muy apropiados para prolongar y ampliar las acciones de reconocimiento ya que permiten su utilización rápida a mayor profundidad y con más flexibilidad, cuando sea necesario sobre varios objetivos. Además, incrementa la seguridad de la unidad al evitar que esta pueda ser sorprendida por el enemigo, dada la rapidez con que la información puede ser recibida.

Los posibles cometidos que este tipo de capacitadores podrían desempeñar son variados y múltiples, además de las sinergias que podrían aportar a los cometidos tradicionalmente desempeñados por las unidades de reconocimiento. Como ejemplo se puede nombrar las siguientes acciones o cometidos:

⁶ Reconocimiento de itinerarios de acceso a la ruta principal objeto del reconocimiento de itinerario.

- Detectar la presencia de enemigo, localizarle y realizar su seguimiento cuando se considere necesario.
- Localizar armas, indicios de IED⁷, orígenes de fuego, etc., a más distancia que otros dispositivos de la fuerza de reconocimiento.
- Disuadir al enemigo, en ocasiones, de emprender acciones hostiles contra la fuerza de reconocimiento.
- Obtener información relativa a puntos concretos o zonas, especialmente aquellas de difícil acceso.
- Obtener información sobre rutas de aproximación y escape que podrían ser empleadas por el enemigo; Adquirir objetivos, especialmente para morteros y facilitar la dirección y corrección de fuegos, si es el caso.
- Valorar los daños, tanto los propios, en caso de recibir un ataque en las fuerzas propias o aliadas, como los ocasionados al enemigo, ya que es muy importante hacer la valoración de daños después de un ataque propio, lo que se denomina como BDA (del inglés, *Battle Damage Assessment*).
- Localizar y valorar el estado de accesos a núcleos o áreas urbanas, proporcionar una vista aérea de instalaciones e infraestructuras y facilitar el movimiento de la fuerza de reconocimiento en su interior.
- Aportar información acerca de incidentes, celebraciones, reuniones, estado de agitación, etc. o cualquier otro dato de la población que pudiera ser de interés.

Se ha de tener en cuenta, que este tipo de equipos aportan una serie de servidumbres y limitaciones a las unidades que los operan, debido a las particulares que los caracterizan y las vulnerabilidades que poseen, se puede destacar las siguientes como significativas:

- En el caso de ser detectado, puede llegar a delatar la presencia de la fuerza de reconocimiento y resulta muy vulnerable ante el fuego enemigo.
- Su empleo, cuando precise ser manejado desde posición estática, podrá obligar a la fuerza de reconocimiento a detenerse.
- Algunos modelos necesitan ubicar el puesto de control en zonas elevadas, lo que supone una mayor exposición a la observación del enemigo.
- Para evitar su pérdida o que caiga en manos del enemigo, algunos modelos requieren disponer de un lugar adecuado para el aterrizaje.

Ejércitos como el norteamericano, ya disponen de esta integración en sus unidades de maniobra, incluso el Ejército de Tierra ha recibido en ocasiones puntuales el apoyo de estos medios en zona de operaciones, con excelentes resultados [2]. Por ello se considera necesaria la integración orgánica y definitiva de drones en las SLAC, sin la necesidad de solicitar este apoyo a otras unidades que actúan como capacitadores, cuando las posibilidades de la gran unidad superior lo aconsejan o permiten (véase Anexo D).

⁷ Artefacto explosivo improvisado, del inglés, *Improvised Explosive Device*.

2.2 Análisis comparativo de drones

Un dron es un vehículo aéreo reutilizable, capaz de mantener de manera autónoma un nivel de vuelo controlado y sostenido, y propulsado por un motor, normalmente eléctrico, aunque puede ser de combustión o incluso de reacción. El diseño de los drones tiene una amplia variedad de tamaños, configuraciones y características. Además, existen dos variantes: los controlados desde una ubicación remota y aquellos de vuelo autónomo, a partir de planes de vuelo pre-programados.

Actualmente el Ejército de Tierra (ET) no dispone en dotación de un medio con el tamaño y características necesarias para integrarse en las unidades tipo SLAC (véase Anexo D), por ello, la Dirección General de Armamento y Material (DGAM), mantiene activo un proceso de adquisición denominado, "Proyecto Rapaz", con el que se pretende dotar de estos medios a las distintas unidades según requerimientos y necesidades de los diferentes tipos de misiones llevadas a cabo por ellas [2].

Por todo lo anteriormente mencionado, se ha estimado conveniente limitar el tipo y modelo de dron para realizar el trabajo con el máximo rigor posible, atendiendo a los siguientes criterios:

- Que la unidad que ha prestado apoyo al desarrollo del presente trabajo disponía de personal con amplios conocimientos en la materia, que han colaborado en la elección de un dispositivo con unas características idóneas para el desarrollo de los cometidos planteados en el presente proyecto (véanse Anexo D y Anexo B).
- Que se ha puesto a disposición del investigador para la realización del presente trabajo, por parte de un particular, un modelo de dron, el *Mavic Pro*, (mostrado en la Figura 5), que cumple con las especificaciones y características señaladas como idóneas por los expertos en la materia entrevistados (véase Anexo D).
- Que las características, especificaciones y capacidades del aparato utilizado como modelo, poseen gran similitud con las que aportan los programas de adquisición de drones que actualmente tiene en marcha la DGAM y los modelos que han sido facilitados por las empresas interesadas a ciertas unidades del ET (véase Anexo B).

Tras el análisis comparativo realizado (véase Anexo B) y las entrevistas realizadas al personal experto en la materia del GCLAC SANTIAGO (véase Anexo D), se ha concluido que el modelo de dron, *Mavic Pro* (mostrado en la Figura 5), es idóneo para desempeñar las labores que se pretenden encomendar, arrojando las siguientes características ventajosas para apoyar y mejorar las labores de reconocimiento en el ámbito militar:

- Fácil e intuitivo manejo, gracias a su pantalla integrada en el dispositivo de control.
- Reducido espacio en modo de transporte, perfectamente integrable en el interior de cualquiera de los vehículos orgánicos de la SLAC.
- Velocidad, alcance y autonomía compatibles con las propias de la unidad capacitada.
- Software de reconocimiento y seguimiento autónomo de objetivos integrado.
- Ultra alta definición de video e imagen.



Figura 5- Dron Mavic Pro y consola de navegación y control. Fuente: [en línea] <http://www.dji.com>.

2.3 Análisis de costes

Se ha estimado el coste de los recursos necesarios para completar las actividades y la adquisición de medios necesarios para dotar de estos medios aéreos a una SLAC. Para esto, se ha elaborado un plan de gestión de costes adecuado a las dimensiones del proyecto en el ámbito citado.

La integración del modelo de dron Mavic Pro en la unidad SLAC, requiere de la obtención del curso de piloto de drones civil homologado por la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA). Si bien para operar drones militares se debe contar con el curso de piloto de drones militar y la adquisición de estos medios debería ser programada por la DGAM, este requisito no es necesario en la adquisición de medios del presente proyecto.

Para el análisis de costes de adquisición e integración de un dron en una SLAC se han tenido en cuenta las siguientes partidas de costes y/o gastos:

- Adquisición de un dron modelo *Mavic Pro* del fabricante *DJI* desde una plataforma de venta online⁸ junto con el kit de accesorios (dos baterías extra y maleta de transporte) para poder transportarlo en el interior de los vehículos cómodamente.
- Coste del curso de piloto de drones homologado por AESA para un operador, realizado en dos fases, una online con una duración de quince días y otra presencial durante cuatro días en Madrid, impartido por la empresa *Aerocámaras*⁹.
- Gastos de indemnización por residencia eventual del operador durante la realización de la fase presencial del curso, con una duración de cuatro días en Madrid, relativos al alojamiento para personal de la Escala de Tropa (Grupo 3)¹⁰.
- Gastos de indemnización por residencia eventual del operador durante la realización de la fase presencial del curso durante cuatro días en Madrid, relativos a la manutención para personal de la Escala de Tropa (Grupo 3)¹¹.

⁸ Datos obtenidos online de: <https://www.amazon.es> [Enlace revisado el 20 de octubre de 2018]

⁹ Datos obtenidos online de: <https://cursodedrones.es> [Enlace revisado el 20 de octubre de 2018]

¹⁰ Datos obtenidos del Boletín Oficial del Estado núm. 3, de 3 de enero de 2008, páginas 146 a 182.

La siguiente tabla muestra el coste del proyecto con el desglose de las partidas previstas (véase Tabla 4).

| Coste/Gasto | Valor unitario (día) | Nº de unidades (días) | Total |
|-----------------------------|----------------------|-----------------------|-------------------|
| Dron Mavic Pro + Accesorios | 1.168,00 € | 1 | 1.168,00 € |
| Curso piloto de drones | 510,00 € | 1 | 510,00 € |
| Dieta por alojamiento | 48,92 € | 4 | 195,68 € |
| Dieta por manutención | 28,21 € | 4 | 112,84 € |
| | | Coste total: | 1.986,52 € |

Tabla 4. Tabla de costes y gastos de integración de un dron en la SLAC.

2.4 Análisis DAFO de la integración de drones en las SLAC

El análisis DAFO (iniciales de debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades) es una herramienta que permite analizar la realidad de una empresa, producto o procedimiento para poder tomar decisiones y elaborar estrategias para seguir en el futuro. Un análisis DAFO puede ser un buen comienzo cuando se plantea un nuevo proyecto, un cambio sustancial en los procedimientos o la adquisición/integración de nuevo material a los existentes, ya que ayuda a establecer estrategias para que éste sea viable.

En el presente proyecto, se va a aplicar este análisis a la integración orgánica de drones aéreos en el seno de las SLAC de Caballería para apoyar las tareas y misiones de reconocimiento que le sean asignadas. Entendiendo como ámbito interno el relativo a las fuerzas propias o aliadas y como ámbito externo las fuerzas enemigas, de este modo se puede adaptar esta provechosa herramienta empresarial al mundo militar. El análisis DAFO se ha realizado utilizando la nueva herramienta web¹² (véase Anexo C), que ofrece el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo en el sitio web destinado al efecto [13].

El análisis DAFO se divide en dos partes: Análisis interno (fortalezas y debilidades) y el análisis externo (amenazas y oportunidades). Toda esta información se plasma, para su mejor visualización, en la matriz DAFO (mostrada en la Figura 6).

¹¹ Datos obtenidos del Boletín Oficial del Estado núm. 3, de 3 de enero de 2008, páginas 146 a 182.

¹² Tanto la matriz de factores DAFO como la definición de las diferentes estrategias (véanse Figura 6 y Anexo C) han sido generadas por la citada herramienta.

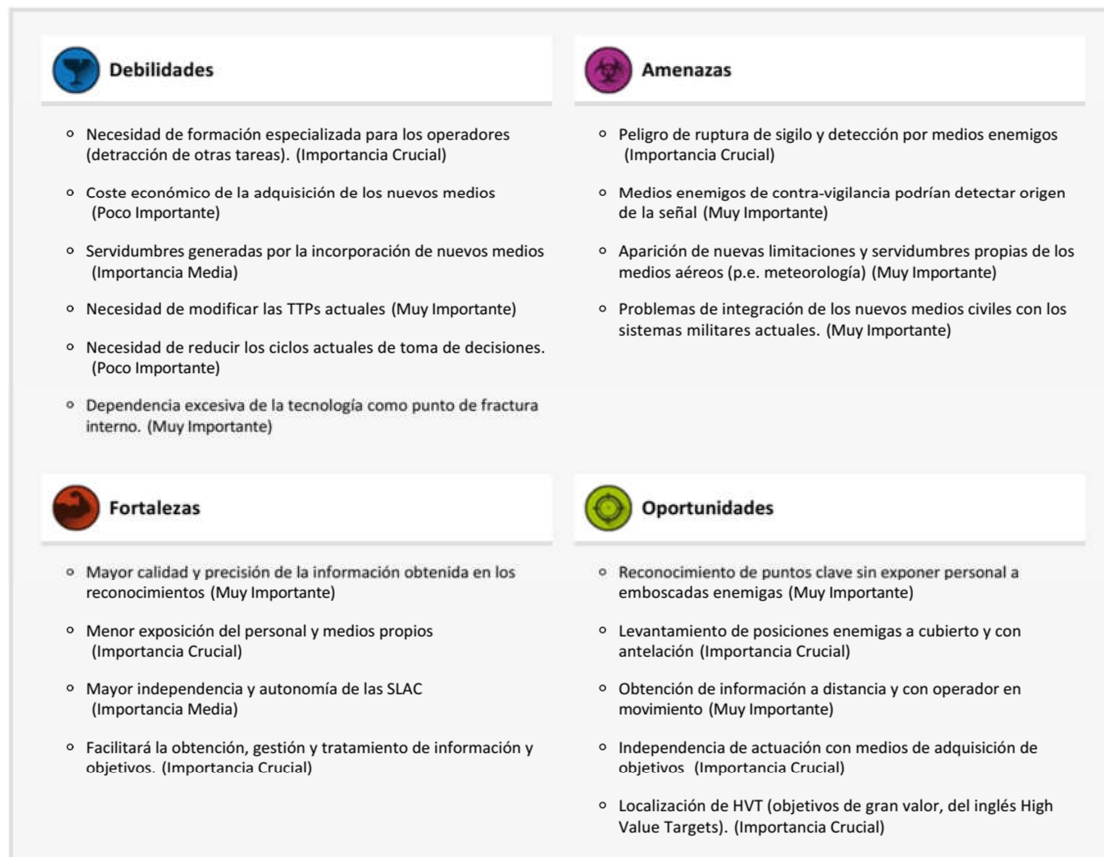


Figura 6. Matriz de factores DAFO. Fuente: Imagen tomada por el autor.

Una vez realizado el análisis, se procederá a definir una serie de estrategias que lleven a potenciar las fortalezas, superar las debilidades, controlar las amenazas y beneficiarse de las oportunidades, que se hayan identificado en el proceso de análisis de los factores. Estas estrategias servirán de guía para el diseño y desarrollo de los estudios de caso que se realizarán posteriormente, sirviendo de base y focalizando el esfuerzo de la investigación en las líneas marcadas por ellas.

A continuación se muestran las diferentes estrategias ordenadas por prioridad y con los factores de la matriz DAFO asociados a cada estrategia, teniendo en cuenta la importancia que se le ha dado previamente a cada factor, por parte del investigador:

- **Estrategia defensiva: Flexibilidad y adaptabilidad de la vigilancia.**
 - **Fortaleza:** Menor exposición de personal y medios propios.
 - **Amenaza:** Peligro de ruptura de sigilo y detección por medios enemigos.

Será necesario adaptar la vigilancia al entorno táctico y a los medios con que cuente el enemigo, proporcionando en todo momento la seguridad técnica y táctica que la operación requiera.

- **Estrategia adaptativa: Aprovechar sinergias de la integración de medios.**
 - **Debilidades:** Necesidad de formación especializada para los operadores. Necesidad de modificar las TTPs actuales.
 - **Oportunidades:** Obtención de información a distancia y con el operador en movimiento. Independencia de actuación con medios de adquisición de objetivos del vehículo.

Adiestrar a los operadores y tripulaciones con TTPs que les permitan operar los medios aéreos mientras el resto de la tripulación opera y actúa sobre los medios de adquisición y fuego del vehículo.

- **Estrategia supervivencia: *Gestión óptima de los medios.***
 - **Debilidades:** Necesidad de formación especializada para los operadores (detracción de otras tareas). Necesidad de modificar las TTPs actuales.
 - **Amenazas:** Peligro de ruptura de sigilo y detección por medios enemigos. Medios enemigos de contra-vigilancia podrían detectar origen de la señal.

Optimizar los medios actuales con los nuevos medios aéreos de obtención de información para generar sinergias que protejan de las amenazas del enemigo y cubran nuestras debilidades. Por ejemplo, instruir a los operadores y elaborar nuevas TTPs para evitar la detección por medios enemigos.

- **Estrategia ofensiva: *Proporcionar ventaja táctica a la unidad superior.***
 - **Fortaleza:** Mayor independencia y autonomía de las SLAC.
 - **Oportunidades:** Levantamiento de posiciones enemigas a cubierto y con antelación. Obtención de información a distancia y con operador en movimiento.

El empleo de las SLAC con medios aéreos de vigilancia propios agilizaría la circulación de información de calidad y en tiempo real al mando, proporcionando ventaja táctica y temporal para la actuación de la unidad superior frente al movimiento enemigo.

2.5 Estudio de casos

En el desarrollo del presente trabajo se han realizado una serie de estudios de casos prácticos, con la finalidad de observar las capacidades o ventajas, limitaciones y servidumbres que aporta el uso de drones a la realización de los reconocimientos objeto de estudio.

El diseño de estos estudios se ha enfocado en torno a la tipología de caso único, dado que se han definido las condiciones y el universo de estudio previamente para cada caso concreto. Tanto para el diseño, como para la ejecución de los experimentos, se ha contado con el apoyo de personal y medios del 1º Escuadrón del GCLAC SANTIAGO, los cuales han orientado y aconsejado al investigador en todo momento.

2.5.1 Contexto de los casos prácticos

La realización de todos los experimentos y prácticas del estudio de casos se han llevado a cabo durante la semana del 8 al 12 de octubre de 2018. Utilizando el día 8 para el caso de reconocimiento de itinerario en horario de 08:00 a 13:00, el día 9 para el reconocimiento de puente y el día 10 para el reconocimiento de zona boscosa, estos últimos en el mismo horario de ejecución que el primero. Los días 11 y 12 han sido utilizados para la recopilación y gestión de la información fruto del estudio e investigación. Todos ellos han sido realizados en las inmediaciones del Campo de Maniobras y Tiro (CMT) de Renedo-Cabezón (Valladolid).

La metodología utilizada para la realización de los experimentos ha sido la siguiente:

- Planeamiento y diseño de una FRAGO¹³, por parte del investigador, que contenga las especificaciones para cada uno de los tres casos prácticos objeto de estudio y las misiones a realizar por la SLAC (véanse Anexos E, F y G).

- Tanto la FRAGO, como la información geográfica de los puntos e itinerarios, esta degradada y cartografiada digitalmente con el objetivo del empleo de los medios de navegación en “Carta Digital” para *tablet*.

- Explicación previa a la realización (*briefing* pre-misión a pie de los vehículos) de cada uno de los experimentos a las tripulaciones ejecutantes.

- Los jefes de los pelotones y de la SLAC serán los designados en el *briefing* anterior a la ejecución, con el fin que todo el personal tenga clara su misión o tarea en la práctica.

- Ejecución de los ejercicios por patrullas (SLAC), de cada uno de los tres casos y en cada una de sus dos versiones (primero sin dron y seguidamente con su apoyo), con correcciones y observación del investigador.

- Realización de un juicio crítico posterior a la ejecución de cada una de las misiones, con el fin de captar los resultados e impresiones observadas, tanto por los jefes, como por las tripulaciones, además del investigador. Recogiendo las impresiones y comentarios percibidas durante la realización del experimento.

- Recopilación de datos e información por parte del investigador, para su posterior gestión y análisis, con el objeto de obtener los resultados del experimento.

Se ha diseñado un experimento para cada uno de los tres tipos de reconocimiento que son objeto de estudio en el presente trabajo. Con el objetivo de estudiar cada caso en dos versiones de ejecución. La primera ejecución se ha realizado siguiendo las tácticas, técnicas y procedimientos actuales, así como utilizando los medios orgánicos de una SLAC actual (véase *capítulo 1, Introducción*), a modo de grupo de control. La realización del experimento de la muestra objeto de estudio se ha llevado a cabo por una SLAC de Caballería, que cuenta, además de con los medios orgánicos actuales, con un dron integrado (véase *capítulo 1, Introducción*), en uno de los vehículos tipo VEC y operado por uno de sus exploradores.

Para el diseño del modelo cartográfico y la navegación topográfica necesaria para la realización de los experimentos, se ha utilizado el *software*¹⁴ “Carta Digital”, tanto en su versión para ordenador, en el diseño de las rutas, trazas y *waypoints*¹⁵, como la versión para *tablets*, utilizadas para la navegación vehicular y seguimiento de rutas previamente marcadas¹⁶.

¹³ Del inglés, *Fragmentary Order*; corresponde a una orden de operaciones de tipo misión encuadrada en el desarrollo de una orden de operaciones anterior proveniente del escalón superior, pero con unas tareas o misiones específicas para una unidad en concreto y durante un espacio de tiempo determinado.

¹⁴ Programa informático para ordenador, teléfono o dispositivo electrónico con sistema operativo.

¹⁵ Puntos característicos o importantes en el itinerario o sus inmediaciones.

¹⁶ El manejo de dicho *software* informático ha sido objeto de estudio y evaluación durante el transcurso de la asignatura “Información Geográfica Digital y Teledetección”, correspondiente al plan de estudios de 4º curso en Ingeniería de la Organización Industrial.

2.5.2 Descripción del estudio de casos

• Reconocimiento de itinerario

El experimento diseñado para observar las capacidades o ventajas, así como las limitaciones y servidumbres que aportaría la integración del uso de drones en las SLAC para la realización de un reconocimiento de itinerario, se define por medio de una orden de operaciones de tipo misión (FRAGO), (véase Anexo E) y de ella se desprenden las siguientes tareas:

- Reconocer el itinerario “ROJO”, observando la ausencia de IED, trampas, obstáculos, obstrucciones, limitaciones al movimiento y viabilidad del itinerario, considerando que se prevé utilizar para el movimiento de un convoy logístico (véase Figura 7).
- Reconocer la posible existencia de un riesgo TIM¹⁷ en el punto del itinerario marcado (véase Figura 7).
- Reconocer un puesto de observación (PO) en las inmediaciones del “Pico del águila” (véase Figura 7).

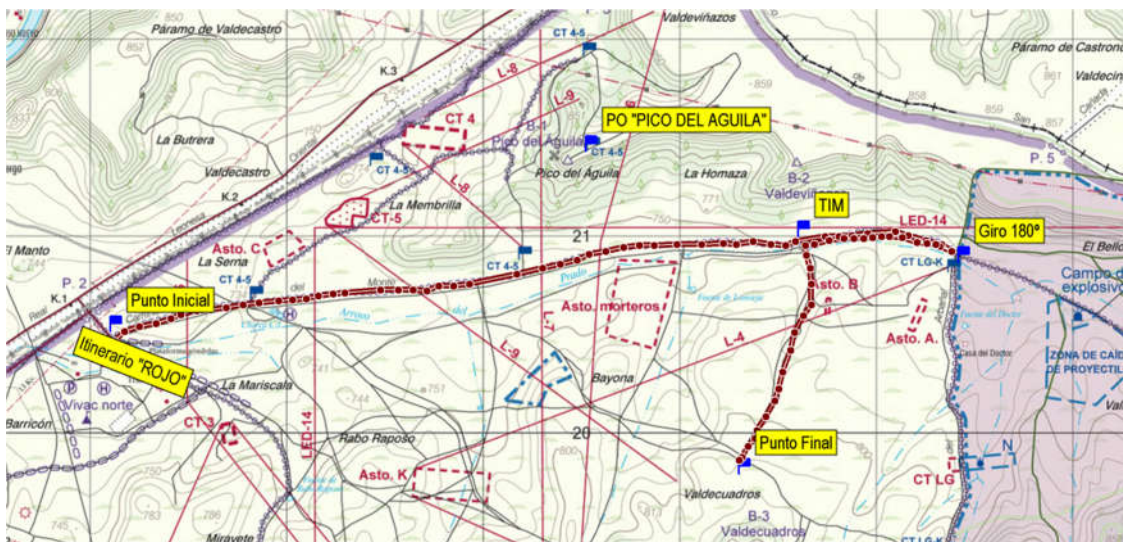


Figura 7. Esquema de la maniobra para el reconocimiento de itinerario. Fuente: Imagen tomada por el autor.

• Reconocimiento de puente

El experimento diseñado para observar las capacidades o ventajas, así como las limitaciones y servidumbres que aportaría la integración del uso de drones en las SLAC para la realización de un reconocimiento de puente, se define por medio de una orden de operaciones de tipo misión (FRAGO) (véase Anexo F) y de ella se desprenden las siguientes tareas:

- Reconocer el puente “P01”, situado en la ruta “R01”, para asegurar la viabilidad para el paso de un convoy logístico, asegurando la zona próxima también (véase Figura 8).
- Reconocer, del mismo modo, los accesos a dicho punto de paso obligado, marcados como “S01”, “S02” y “S03” (véase Figura 8).
- Reconocer un puesto de observación (PO) en las inmediaciones del “Valdeviñazos” (véase Figura 8).

¹⁷ Material tóxico industrial, (del inglés, *Toxic Industrial Material*).

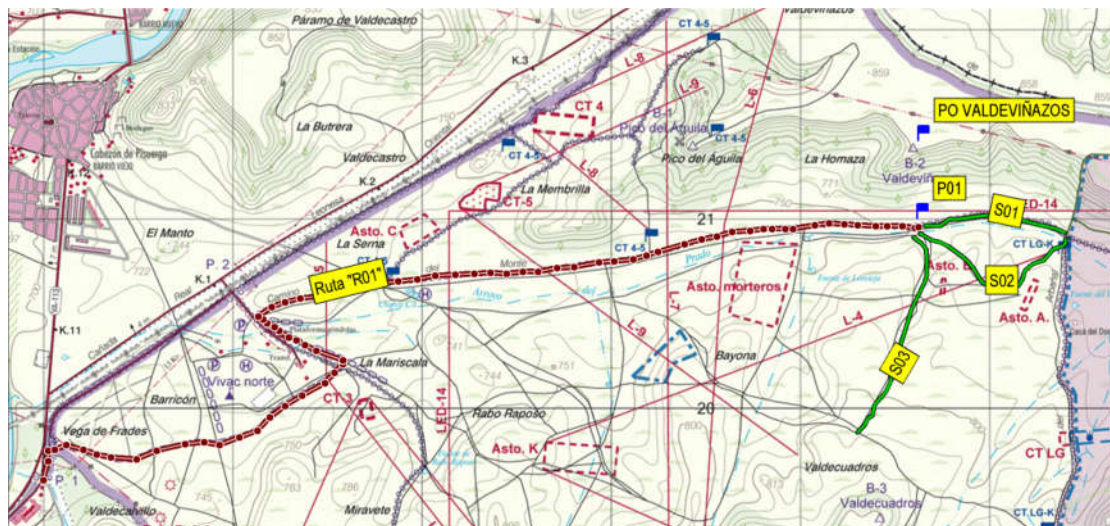


Figura 8. Esquema de la maniobra para el reconocimiento de puente. Fuente: Imagen tomada por el autor.

- **Reconocimiento de zona boscosa**

El experimento diseñado para observar las capacidades o ventajas, así como las limitaciones y servidumbres que aportaría la integración del uso de drones en las SLAC para la realización de un reconocimiento de zona boscosa, se define por medio de una orden de operaciones de tipo misión (FRAGO), (véase Anexo G) y de ella se desprenden las siguientes tareas:

- Reconocer la zona boscosa “GREEN” observando la ausencia de IED, trampas, obstáculos, obstrucciones, limitaciones al movimiento y enemigo en la zona (véase Figura 9).
- Reconocer, del mismo modo, los accesos a dicho punto de paso obligado, marcados como “S01” y “S02” (véase Figura 9).
- Reconocer un puesto de observación (PO) en las inmediaciones de “Miravete” (véase Figura 9).

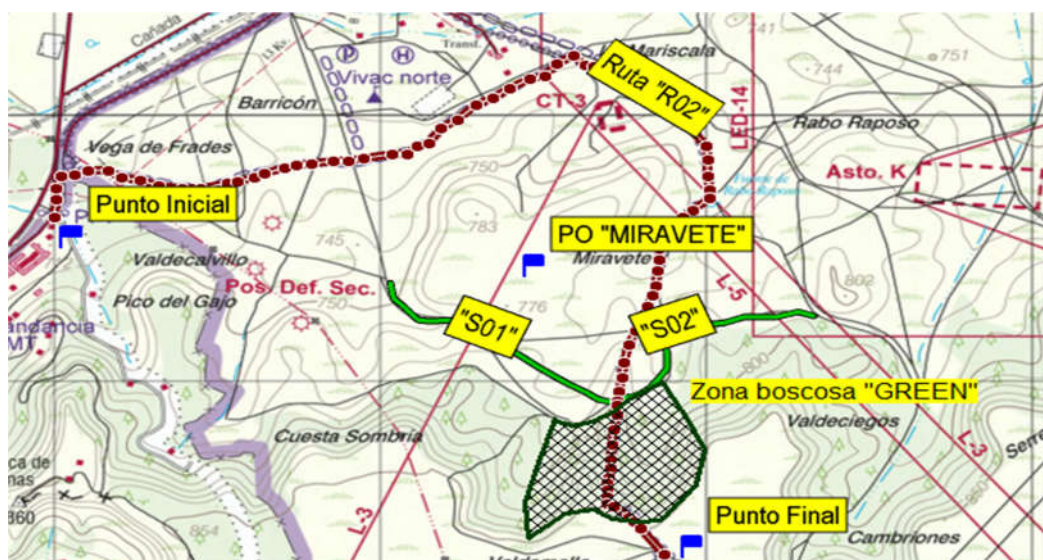


Figura 9. Esquema de la maniobra para el reconocimiento de zona boscosa. Fuente: Imagen tomada por el autor.

2.5.3 Resultados observados

Los resultados observados por el investigador tras el estudio de casos realizado muestran las ventajas o capacidades, limitaciones y servidumbres que aportaría la integración del uso de drones a la realización de los reconocimientos de itinerario, puente y zona boscosa. No obstante, los resultados obtenidos se podrán extrapolar para otros tipos de reconocimiento realizados por el mismo tipo de unidad y darán una visión global para la integración de drones en las SLAC, debido a las grandes similitudes que existen entre los diferentes tipos de reconocimiento militares existentes.

- **Reconocimiento de itinerario**

A continuación se muestran los resultados observados durante los experimentos realizados para evaluar el uso de drones en el reconocimiento de itinerario, clasificados en ventajas o capacidades, limitaciones y servidumbres (véase Tabla 5).

| Resultados observados del uso de drones al reconocimiento de itinerario | |
|--|---|
| Capacidades | <ul style="list-style-type: none"> - Posibilita el reconocimiento de vanguardia a una distancia de seguridad amplia y en constante movimiento. - Aumenta la velocidad de la realización de los reconocimientos y la calidad de los mismos. - Permite realizar los sondeos sin involucrar ni exponer medios y personal. - Permite el enlace con otras unidades sin necesidad de desplazarse al lugar indicado. - Proporciona toda la información necesaria y con gran detalle de la viabilidad y vialidad del itinerario y accesos reconocidos, para su posterior tratamiento, gestión o transmisión al escalón superior. - Posibilita la constitución de PO "virtuales" para dar vigilancia a 360°, si así se requiere, economizando medios y personal. |
| Limitaciones | <ul style="list-style-type: none"> - El reconocimiento de los sondeos y del itinerario principal se puede ver limitado por el alcance del dron. - No ofrece respuesta de combate ante ataque enemigo. - La pérdida de señal con el dispositivo de mando y control hace regresar al dron a la última ubicación conocida. |
| Servidumbres | <ul style="list-style-type: none"> - La duración de las baterías condiciona el tiempo de vuelo y por tanto, la duración continua del reconocimiento. - Las condiciones meteorológicas afectan considerablemente al manejo del dispositivo. - El operador no puede realizar otras tareas mientras maneja el aparato. - Los momentos del despegue y aterrizaje condicionan el movimiento del vehículo que lo transporta/opera. |

Tabla 5. Resultados uso de drones en reconocimiento de itinerario.

- **Reconocimiento de puente**

A continuación se muestran los resultados observados durante los experimentos realizados para evaluar el uso de drones en el reconocimiento de puente, clasificados en ventajas o capacidades, limitaciones y servidumbres (véase Tabla 6).

| Resultados observados del uso de drones al reconocimiento de puente | |
|--|--|
| Capacidades | <ul style="list-style-type: none"> - Posibilita el reconocimiento de vanguardia a una distancia de seguridad del objetivo, pudiendo detectar trampas y obstrucciones con antelación. - Aumenta la velocidad de la realización de los reconocimientos y la calidad de los mismos. - Permite realizar el reconocimiento sin involucrar ni exponer medios y personal. - Permite el enlace con otras unidades sin necesidad de desplazarse al lugar indicado. - Proporciona toda la información necesaria y con gran detalle de la viabilidad y vialidad del itinerario e infraestructuras reconocidas, para su posterior tratamiento, gestión o transmisión al escalón superior. - Posibilita la constitución de PO “virtuales” para dar vigilancia a 360°, si así se requiere, economizando medios y personal. - Permite usar toda la potencia de combate para dar seguridad. |
| Limitaciones | <ul style="list-style-type: none"> - El reconocimiento del puente se puede ver limitado por el alcance del dron. - No ofrece respuesta de combate ante ataque enemigo. - La minuciosidad del reconocimiento de la estructura del puente depende de la pericia del operador de vuelo. |
| Servidumbres | <ul style="list-style-type: none"> - La duración de las baterías condiciona el tiempo de vuelo y por tanto, la duración continua del reconocimiento. - Las condiciones meteorológicas afectan considerablemente al manejo del dispositivo. - El operador no puede realizar otras tareas mientras maneja el aparato. - Los momentos del despegue y aterrizaje condicionan el movimiento del vehículo que lo transporta/opera. |

Tabla 6. Resultados uso de drones en reconocimiento de puente.

- **Reconocimiento de zona boscosa**

A continuación se muestran los resultados observados durante los experimentos realizados para evaluar el uso de drones en el reconocimiento de zona boscosa, clasificados en ventajas o capacidades, limitaciones y servidumbres (véase Tabla 7).

| Resultados observados del uso de drones al reconocimiento de zona boscosa | |
|--|--|
| Capacidades | <ul style="list-style-type: none"> - Posibilita el reconocimiento de vanguardia a una distancia de seguridad amplia, utilizando la potencia de combate para dar seguridad mientras. - Permite realizar el reconocimiento sin involucrar ni exponer medios y personal. - Aumenta la velocidad de la realización de los reconocimientos y la calidad de los mismos. - Permite el enlace con otras unidades sin necesidad de desplazarse al lugar indicado. - Proporciona toda la información necesaria y con gran detalle de la viabilidad y viabilidad de los itinerarios y accesos reconocidos, para su posterior tratamiento, gestión o transmisión al escalón superior. - Posibilita la constitución de PO "virtuales" para dar vigilancia a 360°, si así se requiere, economizando medios y personal. |
| Limitaciones | <ul style="list-style-type: none"> - El reconocimiento de la zona boscosa desde el aire se ve limitado por las características de la vegetación, en cuanto a visibilidad y alcance efectivo del dron. - No ofrece respuesta de combate ante ataque enemigo. |
| Servidumbres | <ul style="list-style-type: none"> - La duración de las baterías condiciona el tiempo de vuelo y por tanto, la duración continua del reconocimiento. - Las condiciones meteorológicas y la vegetación existente en la zona afectan considerablemente al manejo del dispositivo. - El operador no puede realizar otras tareas mientras maneja el aparato. - Los momentos del despegue y aterrizaje condicionan el movimiento del vehículo que lo transporta/opera. |

Tabla 7. Resultados uso de drones en reconocimiento de zona boscosa.

3 Resultados y discusión

3.1 Resultados

Tras el estudio y análisis en este trabajo realizado, se han obtenido y observado los siguientes resultados, mostrados a continuación sintetizados en una tabla (véase Tabla 8) y clasificados en ventajas o capacidades, limitaciones y servidumbres que aportaría la integración de drones a las misiones de reconocimiento de las SLAC de Caballería.

| Resultados del estudio | |
|-------------------------------|--|
| Capacidades | <ul style="list-style-type: none"> - Posibilita el reconocimiento de vanguardia a una distancia de seguridad amplia, utilizando la potencia de combate para dar seguridad mientras. - Permite realizar el reconocimiento sin involucrar ni exponer medios y personal. - Aumenta la velocidad de la realización de los reconocimientos y la calidad de los mismos. - Permite el enlace con otras unidades sin necesidad de desplazarse al lugar indicado. - Disminuye el consumo de combustible de los vehículos y el desgaste de los mismos. - Permite el análisis de terrenos inaccesibles por personal y proporciona información topográfica de extensiones amplias de terreno. - Proporciona información exacta en tiempo real y facilita la identificación de medios y la corrección de fuegos. - Proporciona toda la información necesaria y con gran detalle de la viabilidad y viabilidad de los itinerarios y accesos reconocidos, para su posterior tratamiento, gestión o transmisión al escalón superior. - Posibilita la constitución de PO "virtuales" para dar vigilancia a 360°, si así se requiere, economizando medios y personal. |
| Limitaciones | <ul style="list-style-type: none"> - El reconocimiento de objetivo o puntual desde el aire se ve limitado por las características del mismo, en cuanto a visibilidad y alcance efectivo del dron. - No ofrece respuesta de combate ante ataque enemigo. |
| Servidumbres | <ul style="list-style-type: none"> - La duración de las baterías condiciona el tiempo de vuelo y por tanto, la duración continua del reconocimiento. - Las condiciones meteorológicas y la vegetación existente en la zona afectan considerablemente al manejo del dispositivo. - El operador no puede realizar otras tareas mientras maneja el aparato. - Los momentos del despegue y aterrizaje condicionan el movimiento del vehículo que lo transporta/opera. - La pérdida de señal con el dispositivo de mando y control hace regresar al dron a la última ubicación conocida. |

Tabla 8. Resultados del estudio.

3.2 Discusión de los resultados

A la luz de los resultados obtenidos, se puede observar que son cuantiosas y de importante calado las capacidades que aportaría el uso de drones a los reconocimientos de las SLAC (véase Figura 10). Lo cual apunta a una visión optimista para la integración de estos dispositivos. La utilización de estos medios en los reconocimientos aumenta la calidad de los mismos, reduciendo el tiempo del ciclo de toma de decisiones del mando, aumentando la seguridad en la realización de los mismos y reduciendo los riesgos asumidos en estas misiones por las unidades que los realizan.

Al mismo tiempo, se constatan una serie de limitaciones y servidumbres, propias de estos novedosos medios aéreos, que deberían ser subsanadas o paliadas, en la medida de lo posible, para garantizar la completa operatividad del uso de estos medios en las misiones encomendadas. La instrucción y adiestramiento de las unidades debe enfocarse en esta línea para ser capaces de minimizar el impacto negativo del uso de estos medios.

Para constatar el impacto de los resultados de la integración del uso de drones en los reconocimientos estudiados, se valorará cualitativamente el modo en que afectan las capacidades, limitaciones y servidumbres observadas, a cada uno de los factores definidos como clave en dichos reconocimientos (*potencia de combate, calidad, velocidad, sigilo y seguridad*).

- Potencia de combate: Se mantiene intacta toda la potencia de combate de la SLAC.
- Calidad: Aumenta considerablemente la calidad de los reconocimientos realizados.
- Velocidad: Los reconocimientos se completan mucho más rápido que sin dron.
- Sigilo: Disminuye el sigilo debido al ruido ocasionado por el funcionamiento de los motores del dron, en las inmediaciones de la posición del dispositivo.
- Seguridad: Aumenta la seguridad de las tropas propias durante la realización de los reconocimientos.



Figura 10. Imagen del equipo de experimentación tomada desde el dron. Fuente: Imagen tomada por el autor.

4 Conclusiones y recomendaciones

En el presente proyecto se ha demostrado la viabilidad de la integración de drones en las Secciones Ligero-Acorazadas para la realización de tareas de reconocimiento, tanto en su vertiente presupuestaria, como en la técnica y táctica. Además, se han mostrado las posibilidades que aporta el uso de drones a los reconocimientos de itinerario y de objetivo o puntual, principalmente: (a) mayor rapidez de obtención de información en reconocimientos, (b) mejora en la seguridad de las fuerzas en la realización de reconocimientos, (c) aumento de la calidad de la información obtenida en los reconocimientos, (d) conservación de toda la potencia de combate para subsanar eventualidades durante la realización de los reconocimientos.

Finalmente, para realizar una evaluación cuantitativa del impacto de la integración del uso de drones en misiones de reconocimiento en las SLAC, se ha establecido una valoración numérica del 1 al 5 para cada uno de los factores analizados, a fin de definir el grado de mejora tras la integración de estos medios. Se ha establecido una valoración de 3 puntos para cada uno de los factores correspondientes al grupo de control (reconocimientos realizados con medios y procedimientos actuales) y valorando el impacto en los factores del grupo de estudio (reconocimiento realizados con el apoyo del dron).

Para proyectar gráficamente, a modo de conclusión, la viabilidad de la integración del uso de drones en misiones de reconocimiento de las SLAC, se ha realizado un diagrama radial (mostrado en Figura 11), donde se comparan los diferentes factores clave para cada uno de los grupos de estudio.

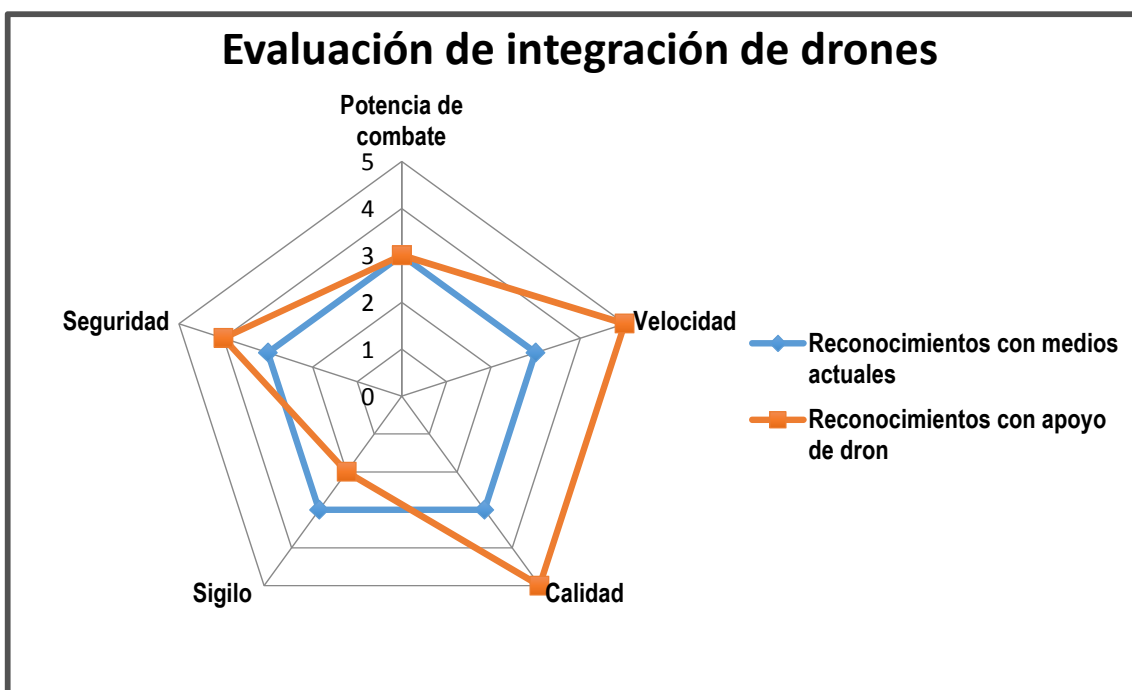


Figura 11. Diagrama radial de evaluación del impacto de la integración de drones. Fuente: Imagen tomada por el autor.

4.1 Futuras líneas de investigación

Como recomendación del investigador, tras el estudio realizado y las entrevistas y reuniones llevadas a cabo con altos mandos de las unidades de Caballería (véase Anexo D), se proponen las siguientes líneas futuras de investigación, que darían continuidad y complementarían el estudio realizado en el presente trabajo:

- La evaluación, por parte de la estructura militar competente, de la adquisición de drones para el empleo e integración orgánica en unidades de Caballería.
- La propuesta de estudio sobre el diseño de un dron híbrido filo-dirigido, con capacidad para ser controlado de forma remota, cuando las condiciones de la operación así lo requieran.
- El estudio de integración a mayores, es decir, la constitución de una red de drones operados por las SLAC, los ELAC y el GCLAC, que se integren conjuntamente para trabajar en beneficio de las necesidades de obtención de información y reconocimiento del escalón superior.
- El estudio de un sistema de contra-reconocimiento capaz de neutralizar, anular o suspender las capacidades aportadas por drones del enemigo.

5 Bibliografía ¹⁸

x

- [1] Mando de Adiestramiento y Doctrina, *PD4-018 (Vol. I). Acciones militares tácticas de apoyo: Reconocimiento*. Granada: Ministerio de Defensa. Centro Geográfico del Ejército, 2018.
- [2] Ministerio de Defensa, "Revista Tierra," no. 259, 2018.
- [3] Mando de Adiestramiento y Doctrina, *PD4-202. Grupo de reconocimiento*. Granada: Ministerio de Defensa. Centro Geográfico del Ejército, 2009.
- [4] Mando de Adiestramiento y Doctrina, *PD4-7XX. Inteligencia, vigilancia, adquisición de objetivos y reconocimiento (ISTAR)*. Granada: Ministerio de Defensa. Centro Geográfico del Ejército.
- [5] Ministerio de la Presidencia y para las Administraciones Territoriales, Real Decreto 1036/2017, 2017.
- [6] Ministerio de la Presidencia y para las Administraciones Territoriales, Real Decreto 601/2016, 2016.
- [7] Mando de Adiestramiento y Doctrina, *OR5-007. Seguridad, reconocimiento y exploración*. Granada: Ministerio de Defensa. Centro Geográfico del Ejército, 2003.
- [8] Mando de Adiestramiento y Doctrina, *PD4-204. Unidades de reconocimiento: reconocimiento de itinerario*. Granada: Ministerio de Defensa. Centro Geográfico del Ejército, 2013.
- [9] Mando de Adiestramiento y Doctrina, *PD3-309. Seguridad en los movimientos: convoyes*. Granada.: Ministerio de Defensa. Centro Geográfico del Ejército, 2011.
- [10] Mando de Adiestramiento y Doctrina, *PD0-000. Glorasio de términos militares*. Granada: Ministerio de Defensa. Centro Geográfico del Ejército, 2010.
- [11] Mando de Adiestramiento y Doctrina, *PD1-001. Empleo de las fuerzas terrestres*. Granada: Ministerio de Defensa. Centro Geográfico del Ejército, 2011.
- [12] Mando de Adiestramiento y Doctrina, *NG 03/16. Capacitación de los operadores de sistemas de aeronaves pilotadas remotamente*. Madrid: Ministerio de Defensa. Centro Geográfico del Ejército. , 2016.
- [13] Ministerio de Industria, Comercio y Turismo. (2018) Herramienta DAFO. [Online]. <https://dafo.ipyme.org/>

¹⁸ Las referencias bibliográficas se encuentran ordenadas por orden de aparición en el texto y para su definición se han seguido las reglas y formato IEEE. Todos los sitios web han sido revisados en fecha 20 de octubre de 2018.

-
- [14] Ministerio de Industria, Comercio y Turismo. Herramienta DAFO. [Online]. <https://dafo.ipyme.org/Home.aspx>
- [15] DJI. (2018, Octubre) Mavic Pro Especificaciones. [Online]. <https://www.dji.com/es/mavic/info#specs>
- [16] Blooteca. (2018) Nueva ley de drones ¿vuelos en ciudad? [Online]. <http://www.blooteca.com/2017/07/novedades-nueva-ley-de-drones-vuelos-en.html>
- [17] Aerial insights. (2018, Octubre) Normativa sobre drones en España [2018]. [Online]. <http://www.aerial-insights.co/blog/normativa-drones-espana/>
- [18] Guiadrone.com. (2018) Ley española de drones. [Online]. <https://guiadrone.com/donde-poder-volar-drones/espana/>
- [19] Todrone. (2018) El estado de la legislación sobre drones en España. [Online]. <https://www.todrone.com/nueva-legislacion-drones-2018/>
- [20] Eurodron. (2018) Black Hornet es un poderoso dron militar. [Online]. <https://www.eurodron.es/blog/73-Black-Hornet-es-un-poderoso-mini-dron-militar.html>
- [21] Wikipedia. (2018, Octubre) Black Hornet nano. [Online]. https://en.wikipedia.org/wiki/Black_Hornet_Nano
- [22] Wikipedia. (2018, Mayo) AerVironment RQ-11 Raven. [Online]. https://es.wikipedia.org/wiki/AeroVironment_RQ-11_Raven
- [23] Wikipedia. (2018, julio) Vehículo aéreo no tripulado. [Online]. https://es.wikipedia.org/wiki/Vehículo_aéreo_no_tripulado

x

[Página intencionalmente dejada en blanco]

Anexo A

Especificaciones para vuelo recreativo y profesional.

[3 páginas, DIN A4]

Anexo A. Especificaciones para vuelo recreativo y profesional (según Real Decreto 1037/2017)

Con la entrada en vigor de la nueva regulación, conocida como “la ley de drones”, desde el pasado 30 de Diciembre de 2017 se debe diferenciar entre dos tipos de vuelo, el recreativo y el profesional. Básicamente, la diferencia entre uno y otro radica en el uso que se haga posteriormente de la información obtenida mediante estos vuelos, es decir, la finalidad de los videos e imágenes (véase Figura 12), que hayan podido ser tomadas desde el aire.

No obstante, seguidamente se muestra la información contenida en la actual legislación vigente, en cuanto a las obligaciones y restricciones que caracterizan cada uno de los tipos de vuelos contemplados en la ley. Dicha información se muestra sintetizada en la siguiente tabla, (véase Tabla A 1) para su mejor comprensión visual.



Figura 12. Imagen de un VRCC CENTAURO tomada desde el aire. Fuente: Imagen tomada por el autor.

| Normativa para vuelo recreativo | | Normativa para vuelo profesional | |
|--|---|--|---|
| Obligaciones | Restricciones | Obligaciones | Restricciones |
| <ul style="list-style-type: none"> - Siempre tengo que tenerlo a la vista, no superar 500 metros en horizontal y 120 metros de altura. - No hay que ser piloto, pero sí que hay que volar con seguridad y bajo supervisión de un adulto (en caso de ser menor de edad). - De día y en buenas condiciones meteorológicas (sin niebla, sin lluvia y sin viento) y en zonas despejadas, adecuadas para realizar un vuelo seguro. - Sólo se puede volar de noche si tu dron pesa menos de 2 kg a una máxima altura de 50 metros. - Sólo se pueden volar los drones en zonas adecuadas para ello: zonas de vuelo de aeromodelismo, zonas despobladas etc. - Eres responsable de los daños que pueda causar tu dron. Es recomendable un seguro de responsabilidad civil. - Todas las aeronaves pilotadas por control remoto (RPA) deberán llevar fijada a su estructura una placa de identificación ignífuga. | <ul style="list-style-type: none"> - No se puede volar en zonas urbanas. - No volar sobre aglomeraciones de edificios, salvo que se trate de aeronaves que no superen el peso de 250 gramos y que operen a una altura máxima de 20 metros. - No difundir imágenes de personas o de espacios privados sin autorización de las mismas. Ley LOPD 15/1999. - Prohibido volar a un mínimo de 8 kilómetros de aeropuertos, aeródromos, etc. - No volar en espacio aéreo controlado ni donde se realicen otros vuelos a baja altura (zonas de parapente, paracaidismo, globos, ultraligeros, planeadores, etc...). - No poner en peligro o molestar a terceros (otras aeronaves, personas y bienes en tierra). | <ul style="list-style-type: none"> - Estar habilitado como operador en AESA. - Tener un seguro de responsabilidad civil. - Todas las aeronaves pilotadas por control remoto (RPA) deberán llevar fijada a su estructura una placa de identificación ignífuga. - Ser piloto de drones (básico o avanzado) y tener certificado médico en vigor (LAPL <25 kg Clase 2 >25 kg). - El operador es responsable del dron, de la operación y de cumplir la normativa. - Los vuelos se realizan en condiciones VLOS (Vuelo Visual) 500 metros máximos en distancia horizontal y 120 metros de altura máxima. Si realizas operaciones de vuelo BVLOS (más allá del alcance visual) necesitas autorización. - Necesitas autorización para volar a menor distancia de la que marca la ley en las proximidades de aeropuerto, aeródromos, etc. - Necesitas autorización para poder volar sobre edificios y personas. | <ul style="list-style-type: none"> - No difundir imágenes de personas o de espacios privados sin autorización de las mismas. Ley LOPD 15/1999. - No puedes volar de noche, sin autorización. - No puedes operar en espacio aéreo controlado, sin autorización. - No puedes poner en peligro o molestar a terceros (otras aeronaves, personas y bienes). |

Tabla A 1. Obligaciones y restricciones para vuelo recreativo y profesional de drones en España.

Por tanto, para adecuar la elaboración del presente proyecto académico a la legislación vigente, se ha concluido que todos y cada uno de los vuelos realizados por y para la investigación del presente trabajo deben ser de carácter recreativo, dado que las imágenes y videos obtenidos durante los mismos han sido eliminadas tras verificar la información y datos que habían motivado previamente la realización de dicho vuelo.

Además, los medios utilizados han sido cedidos por cortesía de un particular afín al investigador, el operador cuenta con el curso y licencias necesarias para el vuelo de dichos dispositivos y el terreno elegido para desarrollar la experimentación está libre de restricciones aéreas para el vuelo recreativo de drones.

Anexo B

Análisis comparativo entre diferentes drones

[2 páginas, DIN A4]

Anexo B. Análisis comparativo entre diferentes drones en servicio o testados por unidades del Ejército de Tierra

En la actualidad, el Ejército de Tierra (ET) español ya posee un dron del tipo Mini RPAS, el *RAVEN RQ-11B*, fabricado por la empresa estadounidense *AeroVironment*, pero como se verá a continuación, sus características y limitaciones no le hacen óptimo para el desarrollo de las misiones que se propone encomendarle, ni tampoco para ser integrado en las unidades al que iría destinado su uso. Tanto es así, que la Dirección General de Armamento y Material (DGAM) mantiene activo un programa de adquisición de drones similares a los que se proponen en este trabajo, el *Proyecto Rapaz*, para suplir las carencias de los medios actuales y dotar en un futuro próximo a las unidades con estos valiosos capacitadores.

Por ello, se ha realizado un estudio, análisis y comparativa del citado modelo, que a día de hoy está en servicio en el ET, frente a otros dos modelos que están siendo testados por diversas unidades del ET y están dando buenos resultados en la obtención de información y reconocimiento del terreno, sin exponer al personal.

El primero de ellos, el *Mavic Pro* de la empresa *DJI*, ha sido probado y testado durante la investigación llevada a cabo en el presente proyecto. Tras considerarse que este modelo contaba con las características y especificaciones señaladas como idóneas para ser utilizado en apoyo a los reconocimientos de Caballería, según sendas entrevistas realizadas a expertos en la materia, pertenecientes al GCLAC SANTIAGO (véase Anexo D). Finalmente se ha podido contar con la cesión de uno de estos dispositivos, por parte de un colaborador particular, para la realización de los pertinentes experimentos planificados.

El otro dron es el *Black Hornet*, fabricado por *PD* y actualmente en dotación de numerosas unidades del ejército norteamericano. En España, el encargado de testar este aparato ha sido el Mando de Operaciones Especiales (MOE) y sus conclusiones [2] afirman que este dron es apto para apoyar la labor de obtención de información en terreno próximo o muy próximo, debido a su alcance y autonomía, lo que lo hace factible para pequeñas unidades de tipo equipo de operaciones especiales, pero no para unidades de reconocimiento sobre vehículo, como son las que se tratan en el presente proyecto.

La siguiente tabla, (véase Tabla A 2), sintetiza la información, en modo comparativo, entre los citados drones, para de una manera más visible, observar las diferencias entre sus características y especificaciones. Por lo que finalmente se ha elegido la opción del dron *Mavic Pro*.



| | | |
|--|---|---|
|  RAVEN RQ-11B ¹⁹ (AeroVironment) |  MAVIC PRO ²⁰ (DJI) |  BLACK HORNET ²¹ (PD) |
| Carga útil: | Carga útil: | Carga útil: |
| 2 cámaras con visión frontal y lateral, con visión infrarroja, panorámica/picado/zoom y con estabilización electrónica. | Cámara <i>Gimbal</i> giratoria en los tres ejes. Ultra alta definición con calidad 4K de video y 16M de fotografía. | 3 cámaras diurnas fijas: una mirando hacia adelante, una mirando hacia abajo y una apuntando hacia abajo a 45°. |
| Autonomía: | Autonomía: | Autonomía: |
| 60-90 min. | 27 min. | 20-25 min. |
| Tamaño de transporte: | Tamaño de transporte: | Tamaño de transporte: |
| 100 cm. x 200 cm. | 10 cm. x 20 cm. | 5 cm. x 10 cm. |
| Seguimiento autónomo de objetivos: | Seguimiento autónomo de objetivos: | Seguimiento autónomo de objetivos: |
| No | Sí | No |
| Velocidad máxima: | Velocidad máxima: | Velocidad máxima: |
| 57 km/h. | 65 km/h. | 18 km/h. |
| Alcance: | Alcance: | Alcance: |
| 10 km. | 7 km. | 1.6 km. |
| Lanzamiento/recuperación: | Lanzamiento/recuperación: | Lanzamiento/recuperación: |
| Manual/automático | Automáticos y autónomos. | Automáticos. |

Tabla A 2. Comparativa de drones de mercado.

Se ha concluido que el modelo de dron, *Mavic Pro*, es idóneo para desempeñar las labores que se pretenden, arrojando las siguientes características ventajosas:

- Fácil e intuitivo manejo, gracias a su pantalla integrada en el dispositivo de control.
- Reducido espacio en modo de transporte, perfectamente integrable en el interior de cualquiera de los vehículos orgánicos de la SLAC.
- Velocidad, alcance y autonomía compatibles con las propias de la unidad capacitada.
- *Software* de reconocimiento y seguimiento autónomo de objetivos integrado.
- Ultra alta definición de video e imagen.

¹⁹ Imagen y datos obtenidos de: <http://www.avin.com>; Enlace revisado el 20 de octubre de 2018.

²⁰ Imagen y datos obtenidos de: <http://www.dji.com>; Enlace revisado el 20 de octubre de 2018.

²¹ Imagen y datos obtenidos de: <http://www.flir.com>; Enlace revisado el 20 de octubre de 2018.

[Página intencionalmente dejada en blanco]

Anexo C





Informe completo del análisis DAFO.

[3 páginas, DIN A4]

Anexo C. Informe completo del análisis DAFO (generado por la herramienta web del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo).



Matriz de Factores

| | |
|--|---|
|  Debilidades <ul style="list-style-type: none">◦ Necesidad de formación especializada para los operadores (detracción de otras tareas). (Importancia Crucial)◦ Coste económico de la adquisición de los nuevos medios (Poco Importante)◦ Servidumbres generadas por la incorporación de nuevos medios (Importancia Media)◦ Necesidad de modificar las TTPs actuales (Muy Importante)◦ Necesidad de reducir los ciclos actuales de toma de decisiones. (Poco Importante)◦ Dependencia excesiva de la tecnología como punto de fractura interno. (Muy Importante) |  Amenazas <ul style="list-style-type: none">◦ Peligro de ruptura de sigilo y detección por medios enemigos (Importancia Crucial)◦ Medios enemigos de contra-vigilancia podrían detectar origen de la señal (Muy Importante)◦ Aparición de nuevas limitaciones y servidumbres propias de los medios aéreos (p.e. meteorología) (Muy Importante)◦ Problemas de integración de los nuevos medios civiles con los sistemas militares actuales. (Muy Importante) |
|  Fortalezas <ul style="list-style-type: none">◦ Mayor calidad y precisión de la información obtenida en los reconocimientos (Muy Importante)◦ Menor exposición del personal y medios propios (Importancia Crucial)◦ Mayor independencia y autonomía de las SLAC (Importancia Media)◦ Facilitará la obtención, gestión y tratamiento de información y objetivos. (Importancia Crucial) |  Oportunidades <ul style="list-style-type: none">◦ Reconocimiento de puntos clave sin exponer personal a emboscadas enemigas (Muy Importante)◦ Levantamiento de posiciones enemigas a cubierto y con antelación (Importancia Crucial)◦ Obtención de información a distancia y con operador en movimiento (Muy Importante)◦ Independencia de actuación con medios de adquisición de objetivos (Importancia Crucial)◦ Localización de HVT (objetivos de gran valor, del inglés High Value Targets). (Importancia Crucial) |



Resultados

DAFO: Integración de drones en reconocimientos de las SLAC

Estas son las estrategias ordenadas por prioridad y la matriz de factores. El orden está relacionado con los factores DAFO asociados a cada estrategia. Cambiar los factores o el grado de importancia que se conceda a cada uno, puede modificar el orden.

1. Estrategia Defensiva. Flexibilidad y adaptabilidad de la vigilancia

Será necesario adaptar la vigilancia al entorno táctico y a los medios con que cuente el enemigo, proporcionando en todo momento la seguridad técnica y táctica que la operación requiera.

Fortalezas

- Menor exposición del personal y medios propios (Importancia Crucial)

Amenazas

- Peligro de ruptura de sigilo y detección por medios enemigos (Importancia Crucial)

2. Estrategia Adaptativa. Aprovechar sinergias de la integración de medios

Adiestrar a los operadores y tripulaciones con TTPs que les permitan operar los medios aéreos mientras el resto de la tripulación opera y actúa sobre los medios de adquisición y fuego del vehículo

Debilidades

- Necesidad de formación especializada para los operadores (detracción de otras tareas). (Importancia Crucial)
- Necesidad de modificar las TTPs actuales (Muy Importante)

Oportunidades

- Obtención de información a distancia y con operador en movimiento (Muy Importante)
- Independencia de actuación con medios de adquisición de objetivos (Importancia Crucial)

3. Estrategia Supervivencia. Gestión óptima de los medios

Optimizar los medios actuales con los nuevos medios aéreos de obtención de información para generar sinergias que nos protejan de las amenazas del enemigo y cubran nuestras debilidades. Por ejemplo, instruir a los operadores y elaborar nuevas TTPs para evitar la detección por medios enemigos.

Debilidades

- Necesidad de formación especializada para los operadores (detracción de otras tareas). (Importancia Crucial)
- Necesidad de modificar las TTPs actuales (Muy Importante)

Amenazas

- Peligro de ruptura de sigilo y detección por medios enemigos (Importancia Crucial)
- Medios enemigos de contra-vigilancia podrían detectar origen de la señal (Muy Importante)

4.  Estrategia Ofensiva. Proporcionar ventaja táctica a la unidad superior

El empleo de las SLAC con medios aéreos de vigilancia propios agilizaría la circulación de información de calidad en tiempo real al mando, proporcionando ventaja táctica y temporal para la actuación de la unidad superior frente al movimiento enemigo.

 Fortalezas

- Mayor independencia y autonomía de las SLAC (Importancia Media)

 Oportunidades

- Levantamiento de posiciones enemigas a cubierto y con antelación (Importancia Crucial)
- Obtención de información a distancia y con operador en movimiento (Muy Importante)

Anexo D

Entrevistas a expertos de la unidad de prácticas.

[10 páginas, DIN A4]

Anexo D. Entrevistas a expertos de la unidad de prácticas

Entrevista al Teniente Coronel D. Javier Fernández Guillén, jefe del GCAC VILLAVICIOSA²²

El Teniente Coronel Guillén actualmente ostenta el mando del GCAC VILLAVICIOSA y durante sus años de carrera militar ha estado al frente de diversas unidades de la Fuerza, particularmente mandando SLAC de Caballería. Ha participado en seis misiones internacionales, entre las que se destaca su participación como oficial de enlace de UAV en Afganistán, lo cual le hace ampliamente conocedor de las vicisitudes del uso estos medios aéreos.

- **Objetivos de la entrevista:**

- Conocer la opinión de los altos mandos de los GCLAC del ET en relación a la integración e incorporación de drones en las SLAC.
- Evaluar la viabilidad económica de tal integración, según las capacidades presupuestarias de los GCLAC del ET.
- Conocer las capacidades y apoyo que los jefes de los GCLAC esperarían de la integración de estos medios a las SLAC.
- Conocer las limitaciones y servidumbres que los jefes de los GCLAC suponen que aportaría la incorporación de estos novedosos medios a las SLAC.

- ¿Qué opina de la integración de drones aéreos en las actuales Secciones Ligero-Acorazadas de Caballería?

- Pienso que es el futuro inmediato, que ya está operando a todos los niveles en la vida civil y que deberíamos aprovechar militarmente, cuanto antes, las posibilidades que ofrecen estos medios.

- ¿Considera viable, desde el punto de vista económico, la adquisición de los medios necesarios?

- Por supuesto, el coste económico que supone la integración de estos medios es casi despreciable en comparación con cualquier otro medio o instrumento habitualmente utilizado en el ámbito militar.

- ¿En qué sentido espera que la incorporación de estos novedosos medios capaciten la labor de reconocimiento de dichas secciones?

- Yo particularmente soy más ambicioso, en cuanto al alcance de la integración que se propone en su investigación, yo plantearía la integración de otros tipos de drones, además del propuesto para las SLAC, que capaciten las misiones de obtención de información y reconocimiento de los GCLAC en beneficio del escalón superior.

²² La entrevista ha sido realizada el día 11 de septiembre de 2018 a las 11:00 de la mañana en el despacho del Teniente Coronel jefe del GCAC "VILLAVICIOSA", dentro de la Base "El Empeinado" de Santovenia de Pisuerga (Valladolid).

- ¿Qué necesidades de obtención de información serían satisfechas si se dispone de los citados medios?

- *Prácticamente todas, tanto a nivel SLAC como se propone en este trabajo, como a nivel gran unidad, con una red de drones de distintos tamaños, capacidades y especificaciones que cubran todo el espectro del teatro de operaciones, en lo que a obtención de información se refiere.*

- ¿En qué medida podría afectar la integración de drones al proceso de toma de decisiones del mando?

- *Obviamente, afectaría de manera muy importante, agilizaría el proceso mucho y esto daría una ventaja táctica a mayores, reduciendo el tiempo del ciclo de toma de decisiones y con un aumento considerable en la probabilidad de éxito de las misiones llevadas a cabo.*

- ¿Qué debilidades o amenazas tácticas y/o técnicas considera que aportarían estos medios a los reconocimientos de itinerario y de objetivo?

- *Lo primero que me viene a la cabeza, es el uso que pueda hacer de esta tecnología el enemigo, tanto eliminando nuestros medios, como utilizándolos ellos en su beneficio. Otro factor negativo, por mi experiencia personal, es la limitación que aportan las condiciones meteorológicas al uso de este tipo de aparatos. Y por último, un tema que también debe ser tenido en cuenta es el impacto acústico que estos drones generan, intentando en todo momento no perder el sigilo de los reconocimientos, ni permitir el levantamiento de posiciones propias por parte del enemigo.*

- En su opinión personal y tras su dilatada experiencia, ¿considera viable la incorporación e integración orgánica de drones en las Secciones Ligero-Acorazadas para apoyar las tareas de reconocimiento?

- *Por supuesto, como jefe de Grupo de Caballería, esta integración no es solo viable, sino necesaria. Tanto es así, que yo aumentaría las capacidades con otros tipos de drones, además del señalado para las SLAC, para cubrir las necesidades de los ELAC y los GCLAC, así como el estudio de la viabilidad de un "dron esclavo"²³ que pueda dar vigilancia a sectores desde posiciones fijas, sin las servidumbres propias de los drones de control remoto.*

²³ Tipo de dron filo-dirigido, el cual se alimenta, controla e intercambia información por medio de un cable que le aporta autonomía energética, así como de mando y control.

Entrevista al Teniente Coronel D. Ángel José Espiga Gómez, jefe del GCLAC SANTIAGO I/12²⁴

El Teniente Coronel Espiga actualmente ostenta el mando del GCLAC “SANTIAGO I/12” del Regimiento de Caballería “FARNESIO N12” y durante sus años de carrera militar ha estado al frente de diversas unidades de la Fuerza, particularmente mandando unidades de helicópteros y realizando reconocimientos aéreos en zona de operaciones como piloto de las Fuerzas Aeromóviles del Ejército de Tierra (FAMET), además de ejercer el mando en unidades de reconocimiento de Caballería. Ha participado en varias misiones internacionales, en las que ha estado al mando de diversas unidades, así como células de inteligencia. Posee una dilatada experiencia tanto en la obtención de información, como en el tratamiento y difusión de la misma. También ha participado, durante su destino en la División de Operaciones en el ámbito de las colaboraciones aéreas, trabajando en el desarrollo e implementación de la normativa relativa a medios aéreos no tripulados del ET [12].

Objetivos de la entrevista:

- Conocer la opinión de los altos mandos de los GCLAC del ET en relación a la integración e incorporación de drones en las SLAC.
- Tantear la viabilidad económica de tal integración, según las capacidades presupuestarias de los GCLAC del ET.
- Conocer las capacidades y apoyo que los jefes de los GCLAC esperarían de la integración de estos medios a las SLAC.
- Conocer las limitaciones y servidumbres que los jefes de los GCLAC suponen que aportaría la incorporación de estos novedosos medios a las SLAC.

- ¿Qué opina de la integración de drones aéreos en las actuales Secciones Ligero-Acorazadas de Caballería?

- Es una cuestión imprescindible, no es el futuro, es el presente que nos estamos perdiendo.

- ¿Considera viable, desde el punto de vista económico, la adquisición de los medios necesarios?

- Difiero en la aspiraciones que se plantean en el presente trabajo, ya que considero que debemos aspirar a conseguir adquirir unos medios más sofisticados que los drones comerciales, pero pienso que la integración es viable cien por cien, es más yo diría que imprescindible.

- ¿En qué sentido espera que la incorporación de estos novedosos medios capaciten la labor de reconocimiento de dichas secciones?

²⁴ La entrevista ha sido realizada el día 13 de septiembre de 2018 a las 12:00 de la mañana en el despacho del Teniente Coronel jefe del GCLAC “SANTIAGO I/12”, dentro de la Base “El Empecinado” de Santovenia de Pisuerga (Valladolid).

- *Facilitará su alcance, su capacidad de gestión de información y el tratamiento de objetivos, en beneficio del escalón superior, sin olvidar el aumento en la seguridad que aportaría a estas tareas de reconocimiento.*

- **¿En qué medida podría afectar la integración de drones al proceso de toma de decisiones del mando?**

- *Requiere una agilidad en la Planas Mayores de Mando en la reducción del tiempo de los ciclos de decisión.*

- **¿Qué debilidades o amenazas tácticas y/o técnicas considera que aportarían estos medios a los reconocimientos de itinerario y de objetivo?**

- *Hacerse dependiente de la tecnología siempre es un punto de fractura, ya que en el momento que esta falle se debe poder continuar la misión con los recursos que en ese momento se dispongan. Así mismo, tendríamos las limitaciones y servidumbres propias de estos medios aéreos, como pueden ser la meteorología, gestión del espacio aéreo, coordinación con otros actores del medio aéreo, pero eso es inevitable. Además, con un sistema formado por drones comerciales o civiles, tendríamos el problema de la integración de estos con los medios militares actuales. También es necesario tener en cuenta que en las unidades de Caballería se debe mantener la capacidad y potencia de combate intacta tras la integración de estos medios.*

- **En su opinión personal y tras su dilatada experiencia, ¿considera viable la incorporación e integración orgánica de drones en las Secciones Ligero-Acorazadas para apoyar las tareas de reconocimiento?**

- *Es viable cien por cien, es factible desde el punto de vista económico por supuesto. Lo único en que discrepo en la investigación, es que estamos obligados a cumplir la legislación militar y esta integración con medios civiles y cursos que capaciten operar esos medios obtenidos en la estructura civil no son válidos para el empeño en el desarrollo de operaciones militares. Aunque a día de hoy es más fácil disponer de operadores con titulación civil, y casi me atrevo a decir, que es más fácil operar un dron civil en el ámbito militar, que hacerlo con medios y cursos militares.*

- *Considero que a nivel grupo deberíamos tener, al menos dos tipos de dron, uno de medio alcance, con aproximadamente unos 10 kilómetros de alcance efectivo, para las necesidades de obtención de información del GCLAC y uno de corto alcance para el ámbito de los 2 ó 5 kilómetros que capacite los reconocimientos de las SLAC. Para este último, considero una opción a tener en cuenta el tipo de dron cautivo, es decir, un tipo de dron filo dirigido que estaría conectado al operador o al vehículo, pudiendo transmitir la información en tiempo real.*

Entrevista al Sargento 1º D. Miguel Ángel Corrales Corrales, jefe PN de la 1ª Sección del 1º Escuadrón del GCLAC SANTIAGO I/12²⁵

El Sargento 1º Corrales cuenta con 10 años de experiencia al mando de unidades de reconocimiento de Caballería. Actualmente ostenta el mando de uno de los Pelotones de la 1ª SLAC del 1º Escuadrón del GCLAC SANTIAGO I/12, realizando mayormente reconocimientos en numerosas maniobras y ejercicios tácticos. Además, el Sargento 1º Corrales posee el curso de operador de dron expedido por la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA) y que le capacita para realizar vuelos profesionales con todo tipo de drones en el espacio aéreo nacional.

- **Objetivos de la entrevista:**

- Conocer las características y especificaciones técnicas idóneas para un dron que apoye las misiones de reconocimiento de las SLAC.
- Obtener una propuesta de dron de mercado que se ajuste a estas características.

- Considerando que el dron que debería ir embarcado en uno de los vehículos orgánicos de las actuales Secciones Ligero-Acorazadas de Caballería, ¿Cuál debería ser su tamaño de transporte idóneo?

- El tamaño del dron debería tener unas dimensiones de unos 10 cm x 20 cm plegado y en su modalidad de transporte debería poder ir alojado en una maleta de transporte de unas dimensiones aproximadas de unos 20 cm x 40 cm.

- ¿Qué autonomía de vuelo sería suficiente para apoyar los reconocimientos de itinerario, de puentes y de zonas boscosas?

- Para las misiones de reconocimiento encomendadas a las SLAC y contando con que posea varias baterías intercambiables sería suficiente con unos 30 minutos de autonomía de vuelo.

- ¿Cuál sería el alcance necesario que debería tener el dron, para apoyar tales tipos de reconocimientos?

- Sería suficiente con un alcance de 1 kilómetro y medio, más o menos.

- ¿Qué velocidad máxima debería poder alcanzar el dron para acompañar el movimientos de los medios actuales?

- Teniendo en cuenta la velocidad de los vehículos a los que acompañaría en el reconocimiento, con una velocidad máxima de 30 km/h estaría cubierto el rango de velocidades máximas que se suelen alcanzar con los citados vehículos en este tipo de reconocimientos.

²⁵ La entrevista ha sido realizada el día 17 de septiembre de 2018 a las 11:00 de la mañana en la sala de juntas del 1 ELAC, dentro de la Base "El Empecinado" de Santovenia de Pisuegra (Valladolid).

- En cuanto a la carga útil del dispositivo, ¿Qué especificaciones serían necesarias para obtener imágenes de calidad suficiente para los reconocimientos?

- La calidad del reconocimiento irá directamente relacionada con la calidad de la imagen que pueda obtener la cámara del dron. Con la tecnología actual, una definición de imagen HD²⁶ es suficiente para realizar un reconocimiento de calidad, aunque cuanto mayor sea la resolución mejor para el reconocimiento, evidentemente.

- ¿Qué otras características consideraría interesantes a la hora de elegir un modelo de dron para capacitar la obtención de información en este tipo de reconocimientos?

- Aparte de las características que poseen este tipo de drones de manera genérica, sería interesante para el uso en reconocimientos, que el dron posea además una cámara térmica, aunque esa especificación iría en detrimento de otras características, ya que aumentaría notablemente su peso.

- Desde su punto de vista, ¿existe algún dron actualmente en el mercado que cubra todas las características y especificaciones anteriormente mencionadas?

- Para mí, el modelo Mavic Pro de la empresa DJI, posee todas las características mencionadas con anterioridad y se ajusta perfectamente a las necesidades de reconocimiento de las SLAC.

²⁶ Alta definición (del inglés, *High Definition*), es un sistema de imagen, vídeo o sonido con mayor resolución que la definición estándar.

Entrevista al Sargento D. Pablo Sinovas Larreta, jefe de uno de los Pelotones de la 1ª Sección Ligero-Acorazada del 2º Escuadrón del GCLAC SANTIAGO I/12²⁷

El Sargento Sinovas cuenta con 4 años de experiencia al mando de uno de los Pelotones de la 1ª SLAC del 2º Escuadrón del GCLAC SANTIAGO I/12, realizando mayormente reconocimientos en numerosas maniobras y ejercicios tácticos. Además, el Sargento Sinovas posee el curso de operador de dron expedido por la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA) y que le capacita para realizar vuelos profesionales con todo tipo de drones en el espacio aéreo nacional.

- **Objetivos de la entrevista:**

- Conocer las características y especificaciones técnicas idóneas para un dron que apoye las misiones de reconocimiento de las SLAC.
- Obtener una propuesta de dron de mercado que se ajuste a estas características.

- Considerando que el dron que debería ir embarcado en uno de los vehículos orgánicos de las actuales Secciones Ligero-Acorazadas de Caballería, ¿Cuál debería ser su tamaño de transporte idóneo?

- El tamaño del dron, en su modalidad de transporte debería poder ser transportado en ambos vehículos, tanto en el VRCC CENTAURO como en el VEC, debería ir en una maleta de transporte de unas dimensiones aproximadas de unos 20 cm x 40 cm.

- ¿Qué autonomía de vuelo sería suficiente para apoyar los reconocimientos de itinerario, de puentes y de zonas boscosas?

- Para las misiones de reconocimiento encomendadas a las SLAC sería suficiente con unos 20 ó 30 minutos de autonomía de vuelo.

- ¿Cuál sería el alcance necesario que debería tener el dron, para apoyar tales tipos de reconocimiento?

- Sería más que suficiente con un alcance de entre 1 y 2 kilómetros.

- ¿Qué velocidad máxima debería poder alcanzar el dron para acompañar el movimientos de los medios actuales?

- Teniendo en cuenta la velocidad de los vehículos a los que acompañaría en el reconocimiento, con una velocidad máxima de 50 km/h estaría cubierto el rango de velocidad máxima con que cuentan los medios de las SLAC actuales.

²⁷ La entrevista ha sido realizada el día 17 de septiembre de 2018 a las 12:00 de la mañana en la sala de juntas del 1 ELAC, dentro de la Base "El Empecinado" de Santovenia de Pisuerga (Valladolid).

- En cuanto a la carga útil del dispositivo, ¿Qué especificaciones serían necesarias para obtener imágenes de calidad suficiente para los reconocimientos?

- La carga útil es la característica más importante que debe poseer el dron, ya que la calidad del reconocimiento irá directamente relacionada con la calidad de la imagen que pueda obtener la cámara del dron. Con la tecnología actual, debería poder grabar en HD o 4K ²⁸ para garantizar un reconocimiento de calidad.

- ¿Qué otras características consideraría interesantes a la hora de elegir un modelo de dron para capacitar la obtención de información en este tipo de reconocimientos?

- Sería importante que el dron fuese de ala rotatoria, en lugar de ser de ala fija como el actual medio aéreo que dispone el Ejército, que es el RAVEN. Ya que es interesante que se pueda realizar vuelo estacionario con la máxima estabilización posible para realizar una vigilancia efectiva del objetivo. También resulta interesante la capacidad de poder realizar seguimiento de objetivos fijos o en movimiento y la navegación autónoma siguiendo una ruta o itinerario previamente designado en el dispositivo.

- Desde su punto de vista, ¿existe algún dron actualmente en el mercado que cubra todas las características y especificaciones anteriormente mencionadas?

- Por mi experiencia pilotando varios drones comerciales, me gusta mucho el funcionamiento y fiabilidad que otorga la empresa DJI a la fabricación de sus drones y para la integración en las SLAC de Caballería, optaría por el modelo Mavic Pro, de la citada marca.

²⁸ La tecnología 4K es una mejora de la resolución de la imagen, la cual es capaz de cuadruplicar la resolución que ofrece la Alta Definición (HD).

Entrevista al Soldado D. Alberto Polo Alonso, auxiliar de la Plana Mayor de Mando del RC FARNESIO N12²⁹

El Soldado Polo cuenta con 9 años de experiencia en un ELAC, de los cuales 3 han sido como tirador en una SLAC y el resto desempeñando puestos tácticos como conductor y explorador en todo tipo de reconocimientos. Con lo cual es ampliamente conocedor de las capacidades, limitaciones y servidumbres que se dan lugar durante el desempeño de tales misiones.

- **Objetivos de la entrevista:**

- Conocer las características y especificaciones técnicas idóneas para un dron que apoye las misiones de reconocimiento de las SLAC.
- Obtener una propuesta de dron de mercado que se ajuste a estas características.

- Considerando que el dron debería ir embarcado en uno de los vehículos orgánicos de las actuales Secciones Ligero-Acorazadas de Caballería, ¿Cuál debería ser su tamaño de transporte idóneo?

- Partiendo de la base que actualmente los drones del mercado cuentan con partes retráctiles que disminuyen su tamaño de transporte y que muchos de ellos incorporan una maleta para su transporte, junto con las baterías y los elementos de mando y control, podríamos hablar de unas dimensiones de 25 cm x 30 cm como idóneas para su transporte embarcado en los vehículos.

- ¿Qué autonomía de vuelo sería suficiente para apoyar los reconocimientos de itinerario, de puentes y de zonas boscosas?

- Como es posible disponer de varias baterías de repuesto para prolongar su tiempo de vuelo a mayores, con unos 20 ó 30 minutos sería suficiente con una sola batería, ya que las condiciones meteorológicas afectan notablemente al tiempo de vuelo efectivo.

- ¿Cuál sería el alcance necesario que debería tener el dron, para apoyar tales tipos de reconocimiento?

- Con un alcance de aproximadamente un kilómetro cubriríamos de sobra las necesidades de apoyo de la zona de acción de una SLAC.

- ¿Qué velocidad máxima debería poder alcanzar el dron para acompañar el movimientos de los medios actuales?

- Con una velocidad máxima de entre 50 y 60 km/h estaría cubierto el rango de velocidades máximas de los vehículos que dispone una SLAC para realizar los reconocimientos.

- En cuanto a la carga útil del dispositivo, ¿Qué especificaciones serían necesarias para obtener imágenes de calidad suficiente para los reconocimientos?

²⁹ La entrevista ha sido realizada el día 19 de septiembre de 2018 a las 11:00 de la mañana en la sala de juntas del 1 ELAC, dentro de la Base "El Empecinado" de Santovenia de Pisuerga (Valladolid).

- Con una resolución de 1080 puntos o HD sería suficiente para disponer de una calidad óptima de imagen para este tipo de reconocimientos.

- **¿Qué otras características consideraría interesantes a la hora de elegir un modelo de dron para capacitar la obtención de información en este tipo de reconocimientos?**

- Sería interesante que el dron aterrizase o despegase en una plataforma sin necesidad de que el operador tenga que recibir o liberar el dron, ya que daría mayor autonomía al medio y el operador podría despreocuparse en mayor medida del dron.

- **Desde su punto de vista, ¿existe algún dron actualmente en el mercado que cubra todas las características y especificaciones anteriormente mencionadas?**

- Sí, el Mavic Pro del fabricante DJI cumple con todas estas especificaciones y además lo hace con una calidad bastante buena y una fiabilidad también demostrada, que además no tiene un coste demasiado elevado.

[Página intencionalmente dejada en blanco]

Anexo E

Orden de operaciones (FRAGO) para reconocimiento de itinerario.

[2 páginas, DIN A4]

Anexo E. Orden de operaciones (FRAGO) para reconocimiento de itinerario

| | | | |
|---|---|--|------------------|
|  | GCLAC "SANTIAGO" | | JJAA RECO |
| FRAGO "IT ROJO" | | | |
| REFERENCIAS: OPORD ESCALON SUPERIOR CARTOGRAFÍA: CMT RENEDO-CABEZON | 1. SITUACION | | |
| ORGANIZATION OPERATIVA: TASK FORCE (TF) "RECO": - NUCLEO DE RECONOCIMIENTO (DRON) - NUCLEO DE APOYO | GENERAL: LA TF "RECO" SE ENCUENTRA EN UNA ZONA A VANGUARDIA DE LAS TROPAS PROPIAS. ENEMIGO: LAS POSICIONES ENEMIGAS SE ENCUENTRAN AL NORTE DE LA ZONA DE ACCION ASIGNADA A LA TF "RECO", PERO NO SE PUEDEN DESCARTAR PRESENCIA DE ELEMENTOS DE VIGILANCIA ENEMIGOS U OBSTACULOS. SIN ACTIVIDAD ENEMIGA. SIN OBSTACULOS O BARRENAMIENTOS EN PUNTO DE PASO OBLIGADO. ACCIONES DE CONTRARECONOCIMIENTO POR PARTE DE UNIDADES PROTEGIDAS. TROPAS PROPIAS: LAS FUERZAS PROPIAS SE ENCUENTRAN A RETAGUARDIA DE LA ZA ASIGNADA A LA TF. | | |
| | 2. MISION | | |
| | EL DIA D A AL HORA H, LA TF RECO RECONOCERA EL ITINERARIO "ROJO" PARA COMPROBAR SU VIABILIDAD PARA UN CONVOY LOGISTICO Y ESTABLECER DICHA RUTA COMO LA RUTA PRINCIPAL DE ABASTECIMIENTO DE LA AGRUPACIÓN. PARA ELLO DEBERÁ RECONOCER TAMBIÉN LOS ACCESOS A DICHA RUTA, ASI COMO LA POSIBILIDAD DE UN PUNTO CON POSIBLE RIESGO TIM EN LA MISMA Y UN PUESTO DE OBSERVACIÓN (PO) EN EL "PICO DEL AGUILA" PARA DAR SEGURIDAD A LA MISMA DESDE LA ZONA NORTE. | | |
| 3. EJECUCION | | | |
| ME PROPONGO ARTICULAR UNA COLUMNA DE MARCHA PARA RECONOCER EL ITINERARIO "ROJO". | | | |
| NÚCLEO DE RECONOCIMIENTO | NUCLEO DE APOYO | | |
| RECONOCER ITINERARIO "ROJO" UTILIZANDO EL DRON EN BENEFICIO DE LA MANIOBRA/MISIÓN. | INTEGRARSE EN LA TF "RECO" APOYANDO Y DANDO SEGURIDAD AL NUCLEO DE RECONOCIMIENTO. | | |
| INSTRUCCIONES DE COORDINACION: LLA ESTE: ORDENADA 70 LLA NORTE: ABSCISA 23 | HORARIO: PLANEAMIENTO: 0815 A 1000 EJECUCION DESDE 1100-1200 | PUNTOS CLAVE (ANEXO E1): PO "PICO DEL AGUILA": ETRS89 30T UTM 366509-4621438 (WGS 84) TIM: ETRS89 30T UTM 367615-4620947 (WGS 84) | |
| 4. LOGISTICA | | 5. MANDO Y TRANSMISIONES | |
| 1. NIL | | 1. SEGÚN IBCIS EN VIGOR. | |

[Página intencionalmente dejada en blanco]

Anexo F

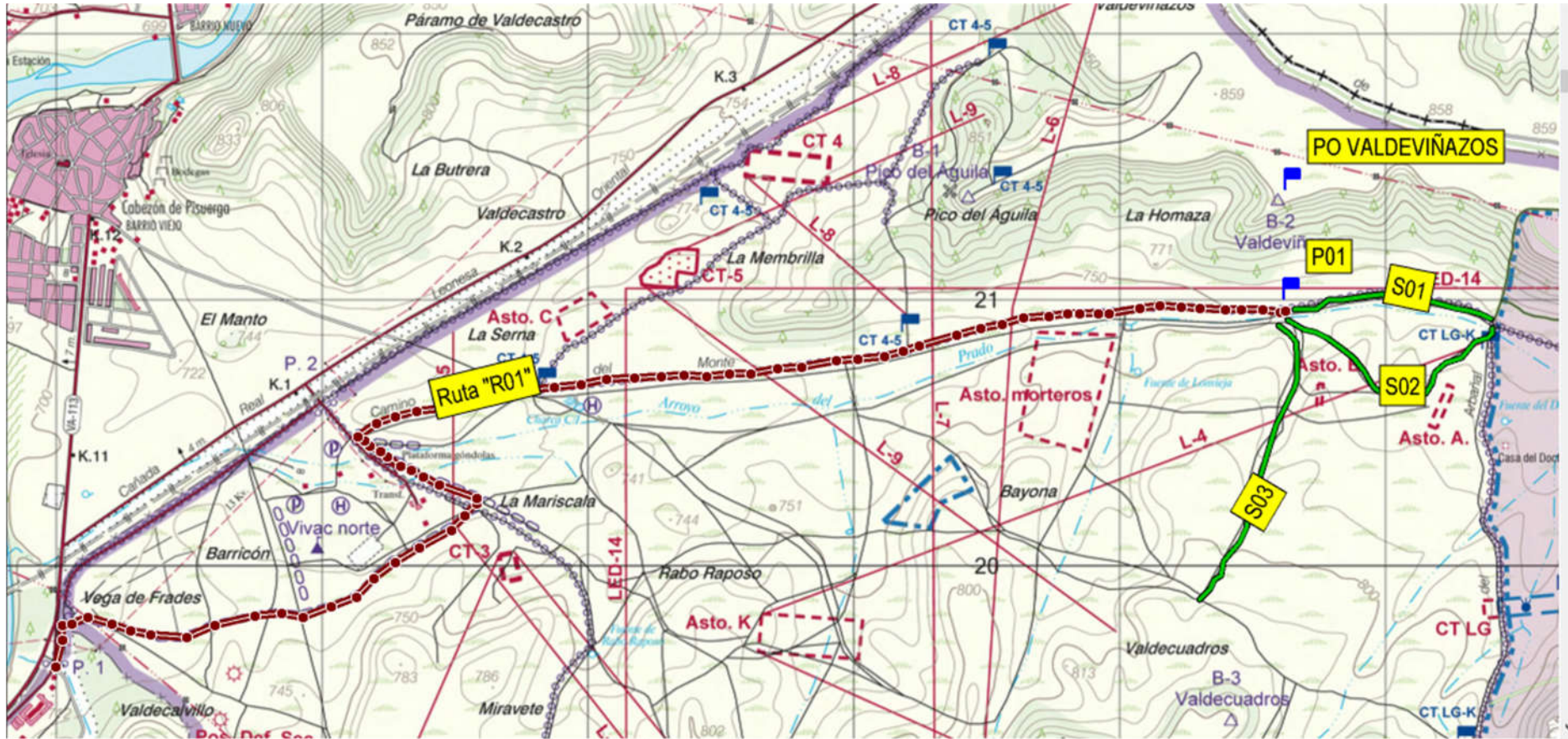
Orden de operaciones (FRAGO) para reconocimiento de puente.

[2 páginas, DIN A4]

Anexo F. Orden de operaciones (FRAGO) para reconocimiento de puente

| | | | |
|--|---|--|------------------|
|  | GCLAC "SANTIAGO" | | JJAA RECO |
| | FRAGO "BRIDGE" | | |
| REFERENCIAS: OPORD ESCALON SUPERIOR CARTOGRAFÍA: CMT RENEDO-CABEZON | 1. SITUACION | | |
| ORGANIZATION OPERATIVA: TASK FORCE (TF) "RECO": - NUCLEO DE RECONOCIMIENTO (DRON) - NUCLEO DE APOYO | GENERAL: LA TF "RECO" SE ENCUENTRA EN UNA ZONA A VANGUARDIA DE LAS TROPAS PROPIAS. ENEMIGO: LAS POSICIONES ENEMIGAS SE ENCUENTRAN AL NORTE DE LA ZONA DE ACCION ASIGNADA A LA TF "RECO", PERO NO SE PUEDEN DESCARTAR PRESENCIA DE ELEMENTOS DE VIGILANCIA ENEMIGOS U OBSTACULOS. SIN ACTIVIDAD ENEMIGA. ACCIONES DE CONTRARECONOCIMIENTO POR PARTE DE UNIDADES PROTEGIDAS. TROPAS PROPIAS: LAS FUERZAS PROPIAS SE ENCUENTRAN A RETAGUARDIA DE LA ZA ASIGNADA A LA TF. | | |
| | 2. MISION | | |
| EL DIA D A AL HORA H, LA TF RECO RECONOCERA EL PUENTE "P01" PARA COMPROBAR SU VIABILIDAD PARA UN CONVOY LOGÍSTICO Y ASEGURAR LA SEGURIDAD EN LA ZONA PROXIMA, PROGRESANDO POR LA RUTA "R01". PARA ELLO DEBERÁ RECONOCER TAMBIÉN LOS ACCESOS "S01", "S02" Y "S03" A DICHO PUNTO DE PASO OBLIGADO Y UN PUESTO DE OBSERVACIÓN (PO) EN "VALDEVIÑAZOS" PARA DAR SEGURIDAD AL MISMO DESDE LA ZONA NORTE. | | | |
| 3. EJECUCION | | | |
| ME PROPONGO ARTICULAR UNA COLUMNA DE MARCHA SOBRE LA RUTA "R01" (ANEXO F1) PARA RECONOCER EL PUENTE "P01" (ANEXO F1). | | | |
| NÚCLEO DE RECONOCIMIENTO | NUCLEO DE APOYO | | |
| RECONOCER EL PUENTE "P01", LOS ACCESOS "S01", "S02" Y "S03" Y EL PO "VALDEVIÑAZOS" (ANEXO F1), UTILIZANDO EL DRON EN BENEFICIO DE LA MANIOBRA/MISIÓN. | INTEGRARSE EN LA TF "RECO" APOYANDO Y DANDO SEGURIDAD AL NUCLEO DE RECONOCIMIENTO. | | |
| INSTRUCCIONES DE COORDINACION: LLA ESTE: ORDENADA 70 LLA NORTE: ABSCISA 23 | HORARIO: PLANEAMIENTO Y BRIEFING: 0815 A 1000 EJECUCION DESDE 1100-1200 | PUNTOS CLAVE (ANEXO F1): P01: ETRS89 30T UTM 367615-4620947 (WGS 84) PO "VALDEVIÑAZOS" ETRS89 30T UTM 367585-4621370 (WGS 84) | |
| 4. LOGISTICA | 5. MANDO Y TRANSMISIONES | | |
| 2. NIL | 2. SEGÚN IBCIS EN VIGOR. | | |

ANEXO F1 (ESQUEMA DE LA MANIOBRA)



[Página intencionalmente dejada en blanco]

Anexo G

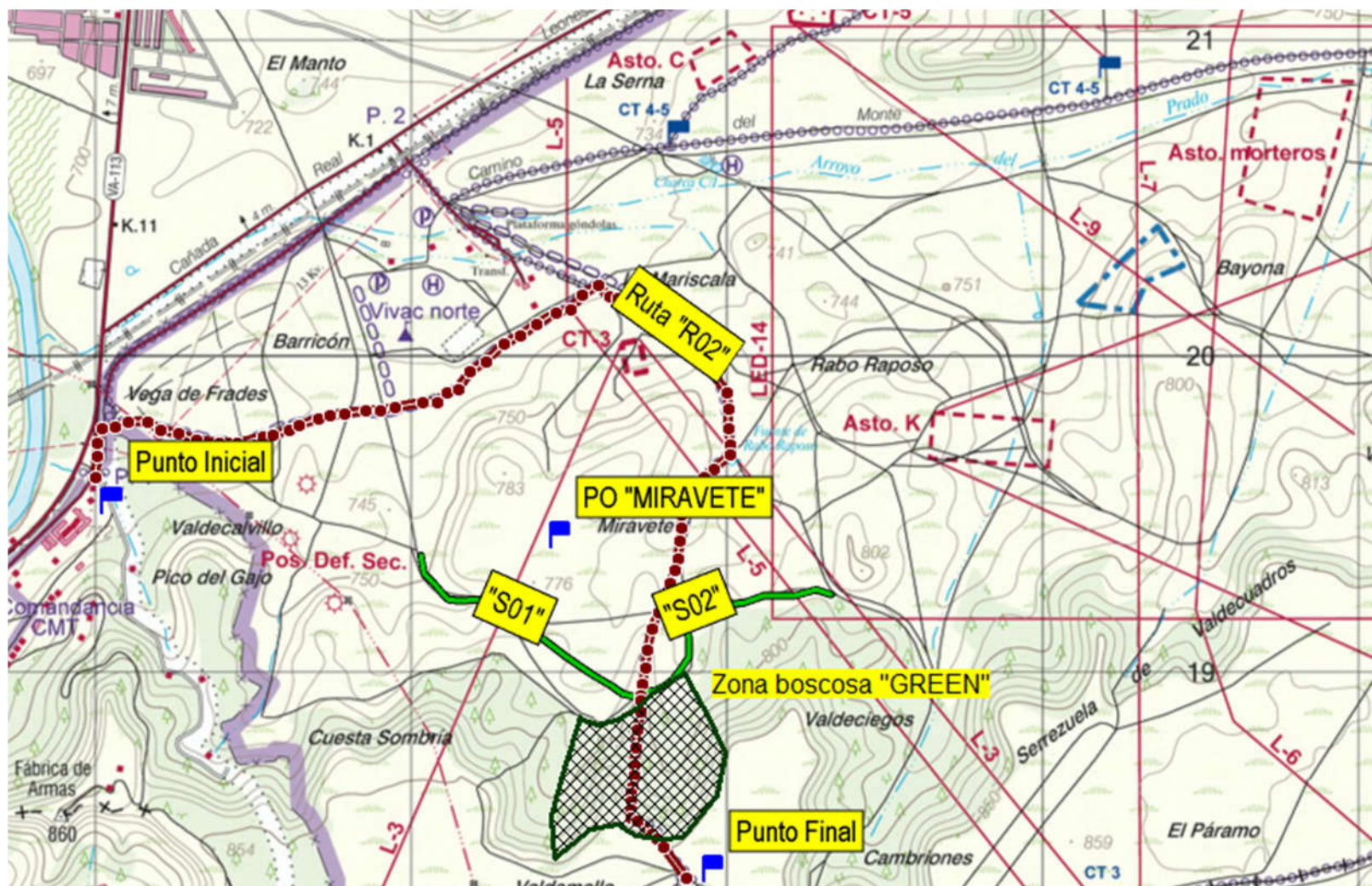
Orden de operaciones (FRAGO) para reconocimiento de zona boscosa.

[2 páginas, DIN A4]

Anexo G. Orden de operaciones (FRAGO) para reconocimiento de zona boscosa

| | | |
|--|---|---|
|  | GCLAC "SANTIAGO" | JJAA RECO |
| FRAGO "FOREST" | | |
| REFERENCIAS: OPORD ESCALON SUPERIOR CARTOGRAFÍA: CMT RENEDO-CABEZON | 1. SITUACION | |
| ORGANIZATION OPERATIVA: TASK FORCE (TF) "RECO": - NUCLEO DE RECONOCIMIENTO (DRON) - NUCLEO DE APOYO | GENERAL: LA TF "RECO" SE ENCUENTRA EN UNA ZONA A VANGUARDIA DE LAS TROPAS PROPIAS. ENEMIGO: LAS POSICIONES ENEMIGAS SE ENCUENTRAN AL NORTE DE LA ZONA DE ACCION ASIGNADA A LA TF "RECO", PERO NO SE PUEDEN DESCARTAR PRESENCIA DE ELEMENTOS DE VIGILANCIA ENEMIGOS U OBSTACULOS. SIN ACTIVIDAD ENEMIGA. SIN OBSTACULOS O BARRENAMIENTOS EN PUNTO DE PASO OBLIGADO. ACCIONES DE CONTRARECONOCIMIENTO POR PARTE DE UNIDADES PROTEGIDAS. TROPAS PROPIAS: LAS FUERZAS PROPIAS SE ENCUENTRAN A RETAGUARDIA DE LA ZA ASIGNADA A LA TF. | |
| | 2. MISION | |
| | EL DIA D A AL HORA H, LA TF RECO RECONOCERA LA ZONA BOScosa "GREEN" PARA ASEGURAR LA AUSENCIA DE ENEMIGO U OBSTACULOS EN LA ZONA. PARA ELLO DEBERÁ RECONOCER TAMBIÉN LOS ACCESOS "S01" Y "S02" A DICHA ZONA Y UN OBSERVATORIO EN "MIRAVETE" PARA DAR SEGURIDAD A LA MISMA DESDE LA ZONA NORTE. | |
| 3. EJECUCION | | |
| ME PROONGO ARTICULAR UNA COLUMNA DE MARCHA PARA RECONOCER LA ZONA BOScosa "VERDE". | | |
| NÚCLEO DE RECONOCIMIENTO RECONOCER LA ZONA BOScosa "VERDE", ASI COMO LOS ACCESOS "S01" Y "S02" Y UN PO EN "MIRAVETE", (ANEXO G1), UTILIZANDO EL DRON EN BENEFICIO DE LA MANIOBRA/MISIÓN. | NUCLEO DE APOYO INTEGRARSE EN LA TF "RECO" APOYANDO Y DANDO SEGURIDAD AL NUCLEO DE RECONOCIMIENTO. | |
| INSTRUCCIONES DE COORDINACION: LLA ESTE: ORDENADA 70 LLA NORTE: ABSCISA 23 | HORARIO: PLANEAMIENTO: 0815 A 1000 EJECUCION DESDE 1100-1200 | PUNTOS CLAVE (ANEXO G1): PO "MIRAVETE": ETRS89 30T UTM 364435-4619371 (WGS 84) |
| 4. LOGISTICA | 5. MANDO Y TRANSMISIONES | |
| 3. NIL | 3. SEGÚN IBCIS EN VIGOR. | |

ANEXO G1 (ESQUEMA DE LA MANIOBRA)



[Página intencionalmente dejada en blanco]