

Trabajo Fin de Grado

EMPLEO DE MUNICIONES LOITERING COMO MEDIO CONTRABATERÍA: ANÁLISIS DE BENEFICIOS E INTEGRACIÓN EN EL EJÉRCITO DE TIERRA

Autor

Juan Carlos Tapia Megías

Director/es

Director académico: María Pérez Zabalza
Director militar: Juan Manuel Jurado Palacios

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar
Año 2021



Agradecimientos

Este Trabajo de Fin de Grado se ha desarrollado durante la realización de las prácticas externas en el Regimiento de Artillería de Campaña 93 (RACA 93), situado en Tenerife. Me gustaría agradecer a todo el personal destinado en dicho Regimiento, tanto por el trato recibido durante las prácticas como por los conocimientos y enseñanzas que han compartido, así como su colaboración para el desarrollo de este trabajo. Especialmente agradecer a todos los cuadros de mando del Regimiento y especialmente sobre todo a mi tutor militar, el Capitán D. Juan Manuel Jurado Palacios, jefe de la Batería de la Plana Mayor del Grupo de Artillería de Campaña I/93, por su total disposición a la hora de realizar este trabajo, sus ideas y consejos tanto en el ámbito académico como profesional. Quisiera también expresar mi especial gratitud a mi tutora académica Dra. María Pérez Zabalza, cuyos consejos y orientaciones, así como su constante implicación, han sido imprescindibles para el desarrollo y realización de este trabajo. Finalmente me gustaría agradecer a mi familia por su apoyo constante y sus sacrificios que me ha otorgado la ayuda y el tiempo necesarios para realizar este trabajo.





RESUMEN

La evolución constante de los conflictos bélicos, junto con los avances tecnológicos, obligan constantemente de forma permanente al Ejército de Tierra (ET) español a adaptarse a los nuevos escenarios para permanecer siempre en condiciones de cumplir las misiones que se le encomienden. La Artillería española está orientada actualmente a batir, con un gran poder de destrucción y una precisión limitada, enemigos situados en terrenos no urbanos. Sin embargo, en los escenarios futuros previstos en la Fuerza 2035, los frentes serán mayores, la profundidad de los despliegues alcanzará cientos de kilómetros y todo ello en zonas con población, donde cualquier error de precisión puede causar grandes daños colaterales. Los fuegos contrabatería se realizan tradicionalmente con los sistemas de armas de mayor alcance que posee la artillería, los obuses de 155 mm de calibre. Sin embargo, existen nuevos sistemas de armas que ofrecen mejores características para operar en los escenarios futuros y suplen las carencias de los sistemas tradicionales. Especialmente, el auge de los Vehículos aéreos no tripulados ha traído nuevos sistemas híbridos entre los misiles y los UAVs tradicionales. El objetivo principal de este trabajo fue determinar la posibilidad de emplear uno de estos sistemas, concretamente las municiones Loitering o merodeadoras, como medios para realizar fuego contrabatería. Para tal propósito, basándonos en una minuciosa revisión bibliográfica y un conjunto de encuestas, definimos las características que se deben cumplir por estas municiones para su empleo contrabatería. Posteriormente, se realizó un estudio de mercado para finalmente seleccionar mediante el análisis AHP (Proceso de análisis jerárquico) el modelo más idóneo.

Los resultados obtenidos confirman la viabilidad de emplear las municiones Loitering como medio contrabatería. Encontramos en el mercado internacional diferentes modelos que cumplen los requisitos establecidos y que suplen las carencias que presenta nuestra Artillería. La adquisición por parte de España de alguno de estos modelos debe tener en cuenta su coste y mantenimiento, su empleo y sus riesgos. La integración de estas municiones en el ET tiene que realizarse mediante pequeños grupos especializados de tal manera que aprovechen sus capacidades y su gran movilidad. Estas municiones deben ser operadas desde tierra por dicho personal y contar con la posibilidad de abortar la misión cuando la situación lo requiera. Las municiones Loitering ofrecen una serie de capacidades (alcance, movilidad, versatilidad, precisión y seguridad) que las hacen idóneas para ciertos escenarios futuros y para emplearlas en las situaciones donde fallen el resto de sistemas, por lo que son una opción viable y de gran interés para su posible futura adquisición.

Palabras clave

Artillería, Fuerza 35, UAV, Contrabatería.



ABSTRACT

The constant evolution of military conflicts, along with technological advances, constantly forces the Spanish Army (ET) to adapt to new scenarios in order to always remain in a position to fulfil the missions assigned to it. Spanish artillery is currently geared towards engaging, with great destructive power and limited precision, enemies located in non-urban terrain. However, in the future scenarios envisaged in Force 2035, the fronts will be larger, the depth of deployments will reach hundreds of kilometres and all of this in populated areas, where any precision error can cause great collateral damage. Counter-battery fires are traditionally conducted with the longest-range weapon systems the artillery possesses, the 155mm calibre howitzer. However, there are new weapon systems that offer better characteristics to operate in future scenarios and make up for the shortcomings of traditional systems. Especially, the rise of Unmanned Aerial Vehicles has brought new hybrid systems between missiles and traditional UAVs. The main objective of this work was to determine the possibility of employing one of these systems, namely Loitering munitions, as a means to conduct counter-battery fire. For this purpose, based on a thorough literature review and a set of surveys, we defined the characteristics that must be met by these munitions for their use in counter-battery. Subsequently, a market study was carried out to finally select the most suitable model by means of AHP (Hierarchical Analysis Process) analysis.

The results obtained confirm the feasibility of using Loitering ammunition as a means of counter-battery. There are different models on the international market that meet the established requirements and make up for the shortcomings of our artillery. Spain's acquisition of any of these models must take into account their cost and maintenance, their use and their risks. The integration of these munitions into the ET must be carried out by small specialised groups in such a way as to take advantage of their capabilities and their great mobility. These munitions must be operated from the ground by such personnel and have the possibility to abort the mission when the situation requires it. Loitering munitions offer a series of capabilities (range, mobility, versatility, accuracy and safety) that make them ideal for certain future scenarios and for use in situations where other systems fail, making them a viable option and of great interest for possible future acquisition.

KEYWORDS

Artillery, Force 35, UAV, Counterbattery.





ÍNDICE DE CONTENIDO

<i>Agradecimientos</i>	<i>I</i>
<i>RESUMEN</i>	<i>III</i>
<i>Palabras clave</i>	<i>III</i>
<i>ABSTRACT</i>	<i>IV</i>
<i>KEYWORDS</i>	<i>IV</i>
<i>INDICE DE FIGURAS</i>	<i>IX</i>
<i>INDICE DE TABLAS</i>	<i>XI</i>
<i>ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS</i>	<i>XII</i>
<i>1. INTRODUCCIÓN</i>	<i>1</i>
<i>1.1. ESTRUCTURA DE LA MEMORIA</i>	<i>1</i>
<i>2. OBJETIVOS</i>	<i>2</i>
<i>3. MARCO TEÓRICO</i>	<i>3</i>
<i>3.1. VEHÍCULOS AÉREOS NO TRIPULADOS (“Drones”)</i>	<i>3</i>
<i>3.1.1. Clases de “drones”</i>	<i>3</i>
<i>3.1.2. Empleo de RPAS</i>	<i>4</i>
<i>3.1.3. Drones en conflictos armados</i>	<i>6</i>
<i>3.2. BATERÍA DE ARTILLERÍA DE CAMPAÑA</i>	<i>8</i>
<i>3.2.1. Organización</i>	<i>8</i>
<i>3.2.2. Despliegue</i>	<i>9</i>



3.2.3. Defensa inmediata	10
3.2.4. Fuegos contrabatería.....	11
4. METODOLOGÍA	12
5. ANÁLISIS Y RESULTADOS.....	13
5.1. ANÁLISIS DE LAS CAPACIDADES C/B ACTUALES.....	13
5.1.1. Características y Carencias de los Sistemas de Armas utilizados por el ET.....	15
5.2. MUNICIONES MERODEADORAS COMO MEDIO C/B	17
5.2.1. Análisis DAFO	19
5.2.2. Estudio de mercado.....	22
5.3. PROPUESTA DE INTEGRACIÓN	25
5.3.1. Método AHP.....	25
6. CONCLUSIONES.....	29
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31
ANEXOS.....	33
ANEXO I: Radar ARTHUR	34
ANEXO II: Municiones Merodeadoras	35
ANEXO III: Encuestas a personal destinado en el RACA 93 .	36
ANEXO IV: Resultados de las encuestas	40





INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Primer bombardeo aéreo de la historia: Austria bombardea Venecia en 1849. . .	6
Figura 2. IAI Harop.....	7
Figura 3. Organigrama básico de una Batería de Armas.....	9
Figura 4. Despliegue tipo estrella.	10
Figura 5. Error Circular probable del obús de 155 mm..	16
Figura 6. Ciclo de funcionamiento de las municiones merodeadoras.....	19
Figura 7. Warmate 2 Sobre vehículo.	22
Figura 8. Modelo Alpagu.....	23
Figura 9. Familia de municiones HERO.	24
Figura 10. Sistemas de armas Cutlass.....	25
Figura 11. Radar ARTHUR sobre vehículo IVECO 7226 en un ejercicio.....	34
Figura 12. Resultados cuestionario pregunta (A).	40
Figura 13. Resultados cuestionario pregunta (B).	40
Figura 14. Resultados cuestionario pregunta (C).	40
Figura 15. Resultados cuestionario pregunta (D).	41
Figura 16. Resultados cuestionario pregunta (E).	41
Figura 17. Resultados cuestionario pregunta (F).	41
Figura 18. Resultados cuestionario pregunta (G).....	42
Figura 19. Resultados cuestionario pregunta (H).	42
Figura 20. Resultados cuestionario pregunta (I).	42
Figura 21. Resultados cuestionario pregunta (J).....	43
Figura 22. Resultados cuestionario pregunta (K).	43
Figura 23. Resultados cuestionario pregunta (L).	43
Figura 24. Resultados cuestionario pregunta (M).	44
Figura 25. Resultados cuestionario pregunta (N).	44
Figura 26. Resultados cuestionario pregunta (Ñ).	44
Figura 27. Resultados cuestionario pregunta (O).....	45



Figura 28. Resultados cuestionario pregunta (P)	45
Figura 29. Resultados cuestionario pregunta (Q).....	45
Figura 30. Resultados cuestionario pregunta (R).....	46
Figura 31. Resultados cuestionario pregunta (S).....	46



INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación RPAS OTAN	4
Tabla 2. Sistemas de armas en dotación en el Ejército de Tierra.	15
Tabla 3. Análisis DAFO.	20
Tabla 4. Matriz de comparación por pares-criterios.	26
Tabla 5. Municiones merodeadoras, método AHP.	27
Tabla 6. Matriz de comparación criterios: PESO.	28
Tabla 7. Matriz de comparación criterios: AUTONOMIA Y TIEMPO DE VUELO.	28
Tabla 8. Matriz de comparación criterios: CARGA EXPLOSIVA.	28
Tabla 9. Matriz de Resultados.	29
Tabla 10. Características del Radar ARTHUR.	34
Tabla 11. Comparativa de las principales características municiones merodeadoras	35



ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS

A2/AD	Anti-Access/Area Denial. Negación de área o acceso.
ACA	Artillería de Campaña.
AHP	Proceso De Análisis Jerárquico.
ARTHUR	(Artillery Hunting Radar).
BAO	Batería de Adquisición de Objetivos.
C2	Mando y Control.
CAS	Apoyo Aéreo Cercano.
C/B	Contrabatería.
CE	Cuerpo de Ejército.
CEP	Error Circular Probable.
DAFO	Debilidades, Amenazas, Fortalezas, Oportunidades.
Dpm	Disparos por minutos.
ET	Ejército de Tierra.
EW	Guerra Electrónica.
GACA	Grupo de Artillería de Campaña.
ISTAR	Inteligencia, Reconocimiento, Vigilancia y Adquisición de Objetivos.
IED	Artefacto explosivo improvisado.
MACA	Mando de Artillería de Campaña.
MTOW	Peso máximo al despegue (Maximun Take Off Weight).
OTAN	Organización del Tratado Atlántico Norte.
PGK	Kit de Guiado de Precisión.
RACA 93	Regimiento de Artillería de Campaña 93.
RPAS	Remotely Piloted Aircraft System.
SEAD	Supresión de defensas aéreas enemigas.
UAV	Unmanned Aerial Vehicle.
UAS	Unmanned Aerial System.
UCAV	unmanned combat air vehicle.





1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo constante de la tecnología y los sistemas de armas hace que los ejércitos se tengan que enfrentar a enemigos cada vez más preparados y en terrenos más extensos en los que los daños colaterales y sus consecuencias mediáticas pueden hacer fracasar una misión. Ante esta situación, las Fuerzas Armadas españolas y en concreto la artillería, presentan una serie de carencias para operar en escenarios futuros. De hecho, las necesidades en el marco operacional han ido cambiando, siendo necesaria la capacidad de operar en frentes dispersos de la manera más efectiva posible. Es por ello por lo que la Artillería de Campaña (ACA) española necesita incorporar a sus unidades sistemas de armas que permitan ejecutar acciones de fuego sobre objetivos que se encuentren a grandes distancias. Aunque el Ejército de Tierra prioriza en el futuro entorno operativo la adquisición de sistemas cohete para lograr estos alcances, es importante y necesario estudiar otras posibles alternativas.

En las últimas décadas, el auge de la industria de drones ha originado un incremento exponencial tanto de los modelos como de las aplicaciones de los mismos. Fue durante la década de los 80 cuando surgieron una clase de drones o UAVs que incorporaban carga explosiva y que, tras detectar el objetivo, volaban hasta él para impactar a continuación. Este tipo de drones, también conocidos como municiones merodeadoras o Loitering ha cobrado gran importancia durante los últimos años. El empleo de este tipo de municiones se suele centrar en objetivos de gran valor, tanto personal como material.

El objetivo principal de este trabajo es estudiar la viabilidad del empleo de municiones merodeadoras como medio contrabatería y crear una propuesta de integración de las mismas en el Ejército de Tierra español. Para tal propósito se han definido una serie de objetivos secundarios los cuales son descritos en el Capítulo 2 de esta memoria.

1.1. ESTRUCTURA DE LA MEMORIA

La primera parte de esta memoria, tras la Introducción y los Objetivos, hace referencia al estado del arte de las municiones merodeadoras y de la batería de artillería de campaña (Capítulo 3). Primero se describe el marco teórico de las municiones Loitering; qué son, tipos existentes e historia de su uso en conflictos bélicos. En la segunda parte del Capítulo 3, se habla sobre el objetivo que se pretende batir con las nuevas municiones; la batería de artillería de campaña, definiéndose el concepto clave de batería, qué es, cómo se organiza, cómo se sitúa en el terreno y o cómo se protege.

Tras describir en el Capítulo 4 las metodologías empleadas en este trabajo, en el Capítulo 5 se presentan los análisis y resultados obtenidos. Primero, se analiza la situación actual de la artillería española para de esta forma poder determinar qué carencias presenta y establecer qué características se buscan en las municiones merodeadoras para que cumplan el doble objetivo



de poder destruir una batería enemiga y suplir las carencias que muestra el resto de la artillería española. Posteriormente, se realiza un análisis de las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades (DAFO) sobre el empleo de estas municiones como medio contrabatería. A continuación, se expone la propuesta de integración, la cual consiste en elegir aquella munición merodeadora disponible en el mercado que mejor se adapte a los requisitos establecidos y proponer un modelo de empleo e integración de la misma por parte de las unidades del ejército. Para elegir el sistema más adecuado se efectúa un estudio de mercado de municiones Loitering producidas por naciones aliadas que ofrezcan las mejores prestaciones. Finalmente, tras el estudio de mercado se realiza un Proceso de Análisis Jerárquico que nos permite ordenar los modelos estudiados atendiendo a una serie de criterios. La ponderación de dichos criterios está basada en las encuestas realizadas al personal del RACA 93. Finalmente, en el Capítulo 6 se exponen las conclusiones de este trabajo.

2. OBJETIVOS

El objetivo principal de este trabajo es el estudio y análisis de la viabilidad del uso de municiones Loitering (o merodeadoras) como medio contrabatería y la realización de una propuesta de integración de estas municiones en el ET. El uso de este tipo de munición está ampliamente extendido en los ejércitos de algunos países, pero con fines diferentes al que se plantea en este trabajo. Con el objetivo de explorar el uso como medio contrabatería de este tipo de munición hemos definido los siguientes objetivos secundarios:

- Analizar la doctrina¹ (*MADOC, 2014*) y las capacidades contrabatería actuales para determinar las carencias que presenta la artillería española.
- Determinar las características necesarias en las municiones merodeadoras para su empleo Contrabatería (C/B).
- Determinar los riesgos, beneficios, oportunidades y amenazas de su incorporación.
- Estudiar el mercado actual, comparar los modelos existentes y elegir los más idóneos para el empleo C/B.
- Estudiar la posible integración en la estructura del ejército tanto orgánica como operativa.

¹ Conjunto de principios de aplicación en las operaciones militares que constituye el marco para conseguir el necesario acuerdo intelectual que facilite la actuación coherente de las unidades, incluso en ausencia de órdenes.



3. MARCO TEÓRICO

3.1. VEHÍCULOS AÉREOS NO TRIPULADOS (“Drones”)

El término coloquial “dron” hace referencia a una serie de vehículos aéreos pilotados de forma remota, o directamente de vuelo autónomo a partir de planes de vuelo pre programados. Actualmente, existen diferentes tipos de drones en función de su uso civil o militar, forma, método de control y medio por el que se mueven.

3.1.1. Clases de “drones”

La definición general de dron es demasiado amplia por lo que han surgido nuevos términos para referirnos a ciertos grupos de aeronaves o sistemas que comparten características dentro del conjunto de los drones:

- **UCAV:** Los vehículos no tripulados de combate aéreo son UAVs de uso militar que incorporan cualquier tipo de armamento. Principalmente suelen estar armados con bombas o misiles guiados, cañones ligeros y medios o directamente incluyen una carga explosiva que se activa al impactar contra el objetivo. Este último sería el caso de las municiones Loitering.
- **UAS:** Hace referencia al conjunto de aparatos, aplicaciones, procedimientos y personal que acompañan a un UAV, éste incluido, y que permiten el vuelo no tripulado.
- **RPAS:** Hace referencia dentro del conjunto de UAS a aquellos pilotados exclusivamente por un operador desde tierra, excluyendo a aquellos de vuelo autónomo. Los sistemas RPAS están compuestos generalmente por tres elementos:
 - i. Segmento aéreo: Comprende la aeronave y su carga.
 - ii. Segmento de superficie: Todos los elementos de tierra o embarcados.
 - iii. Enlace de datos: Conecta la aeronave con los elementos de control.

El término RPAS engloba a la gran mayoría de sistemas que existen en la actualidad. Estos se pueden clasificar según diferentes criterios. Para este trabajo utilizaremos la clasificación establecida por la OTAN (Tabla 1) basada en la altura normal de operación y el peso máximo al despegue.



Tabla 1. Clasificación RPAS OTAN (OTAN, septiembre 2011).

CLASIFICACIÓN UAV OTAN				
Clase (MTOW)	Categoría	Empleo	Altitud de operación AGL	Radio de Misión
CLASE I ≤ 150 Kg	MICRO < 2 Kg	Táctico, (Sección)	Hasta 200 pies	5 Km (LOS)
	MINI 2-20 Kg	Táctico (Compañía)	Hasta 1.000 pies	25 Km (LOS)
	LIGEROS > 20 Kg	Táctico (Batallón)	Hasta 1.200 pies	50 Km (LOS)
CLASE II ≤ 600 Kg	TÁCTICO	Táctico (Brigada)	Hasta 10.000 pies	200 Km (LOS)
CLASE III > 600 Kg	MALE (Medium Altitude Long Endurance)	Operacional	Hasta 45.000 pies	Sin Límite (BLOS)
	HALE (High Altitude Long Endurance)	Estratégico	Hasta 65.000 pies	Sin Límite (BLOS)
	Combate	Estratégico	Hasta 65.000 pies	Sin límite (BLOS)

Las municiones merodeadoras comparten todas las características de los RPAS, y además están equipadas con una carga explosiva. Su finalidad es la de impactar y destruirse en el impacto sobre los objetivos marcados por lo que también tienen similitudes con los misiles. Por sus dimensiones y altura de vuelo, la mayoría de municiones merodeadoras pertenecen a la CLASE I. Sin embargo, los alcances “Radio de Misión” suelen situarse más cerca de los RPAS CLASE II.

3.1.2. Empleo de RPAS

La industria de los RPAS tiene un enorme potencial y cada vez son más las aplicaciones que se encuentran para estos dispositivos. Las Fuerzas Armadas han constatado que los UAS contribuyen a reforzar la seguridad en operaciones que requieran despliegue, alta movilidad y transportabilidad, elevada persistencia operacional y a limitar el riesgo de los operadores. En relación a las aplicaciones civiles, en la actualidad existen algunas que se cubren de forma satisfactoria, si bien, otras muchas aplicaciones potenciales aún no se están utilizando plenamente a falta de un marco regulatorio y normativo adecuado.

Según la Asociación Española de Tecnologías de Defensa, Seguridad, Aeronáutica y Espacio las principales misiones que pueden realizar los RPAS en el ámbito militar son:



- **Obtención de información sobre el campo de batalla:**

- Apoyo en misiones de mando y control, comunicaciones, inteligencia, guerra electrónica, protección de bases y vigilancia y reconocimiento.

- **Misiones de combate:**

- Apoyo aéreo cercano (CAS): acción de ataque aéreo desde UAS armado contra objetivos hostiles en proximidad de fuerzas amigas, sea en entorno urbano o en espacios abiertos.
- Ataque de precisión: acción planificada de ataque aéreo contra un objetivo estratégico, normalmente en zonas enemigas que cuentan con defensas antiaéreas.
- Blanco de oportunidad: acción no planificada de ataque aéreo desde un UAS que encuentra un blanco de interés mientras realiza otro tipo de misión.

- **Misiones de mando y control:**

- Participación en redes militares “Blue Force Tracking²” (Wikipedia, 2021). proporcionando capacidades de información GPS sobre la localización de fuerzas aliadas y hostiles.
- Ampliación de redes de comunicaciones, actuando el UAS como relé de comunicaciones entre redes.
- Battle Damage Assessment³ (US Joint Staff, 2019). y corrección de tiro de artillería.

- **Protección de la fuerza:**

- Participación en pruebas de sistemas de defensa como un ‘blanco aéreo’ que permita la ejecución de pruebas operativas sin riesgo para el operador humano.
- Soporte logístico: normalmente desde UAS de ala rotatoria, para dar soporte logístico a unidades propias en áreas remotas y de difícil acceso.
- Detección de artefactos explosivos improvisados (IED): UAS con sensores específicos para detectar IEDs en entornos terrestres y marítimos.

El empleo de las municiones merodeadoras se centra en misiones de combate; especialmente en ataques de precisión sobre objetivos de gran valor, como centros de comunicación o baterías enemigas. No obstante, estas municiones se pueden emplear también

² Capacidad habilitada para GPS que proporciona a los comandantes y fuerzas militares información de ubicación sobre las fuerzas militares amigas.

³ Evaluación de los efectos ocasionados por el empleo de armas.

en acciones no planificadas y en operaciones CAS. Los medios electroópticos que portan les permiten además contribuir al control y vigilancia del espacio de batalla siendo un elemento más de las misiones de inteligencia, vigilancia, adquisición de objetivos y reconocimiento (ISTAR).

3.1.3. Drones en conflictos armados

El uso de drones en conflictos armados como sistemas aéreos no tripulados se remonta al siglo XIX. En el 1849, los austriacos lanzaron más de 200 globos aerostáticos cargados con explosivos desde uno de sus barcos para atacar la ciudad de Venecia. Estos globos contaban con un rudimentario mecanismo de activación basado en una pila galvánica que debía hacer estallar el globo cuando este pasara por encima de la ciudad. Desgraciadamente estos globos dependían enormemente del viento, y resultaron ser un arma muy poco precisa. Esta batalla pasaría a los anales de la historia como el primer bombardeo aéreo de la humanidad. Aunque se aleja del concepto moderno de UAV, se trató del primer vehículo aéreo no tripulado capaz de llevar una carga útil.

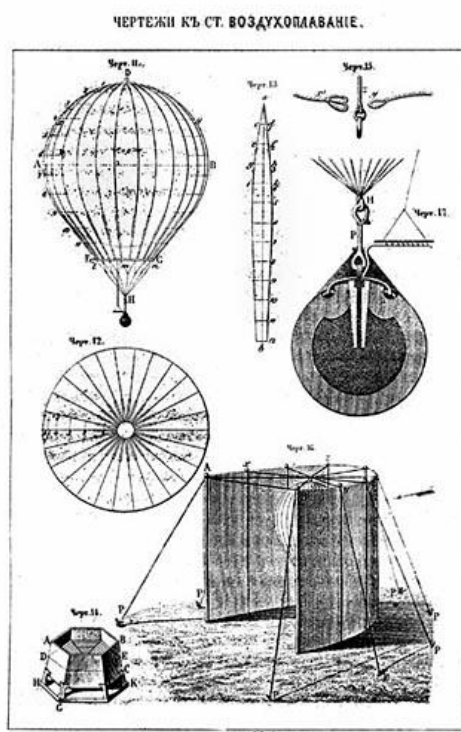


Figura 1. Primer bombardeo aéreo de la historia: Austria bombardea Venecia en 1849 (McLaren, E., 2019).

El concepto moderno de dron surgió en la guerra de Vietnam cuando se le dio un impulso al desarrollo de este tipo de aeronaves para operaciones de reconocimiento. La munición merodeadora también conocida popularmente como “Dron Suicida o Kamikaze”, fue utilizada por primera vez durante la guerra de Yom Kipur, armando UAS con cargas explosivas. Fue



durante este conflicto cuando aparecieron las primeras baterías móviles de artillería antiaérea que usaban sus radares de manera intermitente, limitando la radiación emitida.

Los primeros prototipos desarrollados procedían de misiles de crucero con la capacidad de merodear zonas hasta detectar las fuentes de emisión radar y luego atacarlas, este fue el caso del misil israelí “Delilah”, y del americano “AGM-136 Tacit Rainbow”. Es a finales de la década de los 80 cuando aparece por primera vez el término merodear (entendido como “loiter” en inglés) en un artículo de James Canan titulado “Unmanned aerial vehicles” y se crea la primera munición merodeadora tal y como la conocemos hoy en día, El IAI Harpy de la empresa “Israel Aerospace Industries”.

El IAI Harpy fue diseñado principalmente para destruir radares enemigos dentro de operaciones de supresión de las defensas aérea enemigas SEAD. Posteriormente a este sistema, se desarrollaron nuevos RPAS con fines de vigilancia en Estados Unidos, pero no será hasta principios del siglo XXI cuando estas municiones empiecen a concebirse para su empleo táctico en el campo de batalla contra objetivos a menores distancias, en operaciones diferentes a las SEAD. Estos nuevos empleos han requerido desarrollar equipos de menor tamaño e introducir la intervención humana (man in the loop)⁴ pudiendo el operador seleccionar aspectos como el objetivo que se debe atacar, el ángulo de ataque, el momento de la explosión (anterior, posterior o en el momento del impacto), abortar la misión e incluso recuperar la munición o autodestruirla en caso de no ser empleada. Estos nuevos sistemas están cobrando un papel cada vez mayor en los conflictos actuales, pudiendo ser utilizados en cualquier zona del espectro del conflicto gracias a que son difíciles de detectar y asociar al bando al que pertenecen. El último escenario en el que se han utilizado este tipo de municiones ha sido la Guerra en el Cáucaso sur, en la que las Repúblicas de Armenia y Azerbaiyán se han disputado el dominio del enclave estratégico del Nagorno Karabaj. (Marín, J. A., 2021). El empleo generalizado por parte de Azerbaiyán de una gran variedad de sistemas aéreos no tripulados, tanto en misiones de reconocimiento como de ataque, ha sido clave en la victoria final de esta República.



Figura 2. IAI Harop (IAI, 2020).

⁴ Aquellos sistemas en los que el operador decide qué blanco atacar y, posteriormente, el sistema ejecuta el ataque de forma autónoma. *Debate internacional en torno a los sistemas de armas autónomos letales.*



3.2. BATERÍA DE ARTILLERÍA DE CAMPAÑA

La artillería es el conjunto de armas de guerra pensadas para disparar proyectiles de gran tamaño a largas distancias empleando una carga explosiva como elemento impulsor. Por extensión se denomina así a la unidad militar que las maneja. La Artillería de campaña es utilizada para apoyar ejércitos en el campo de batalla, por lo tanto, ha de ser capaz de acompañarlos durante su avance. Estas armas están especializadas en el combate de objetivos situados a grandes distancias, aunque también pueden atacar a objetivos cercanos. Destacan también por su movilidad y su capacidad para influir en la táctica del combate. Las unidades de artillería se organizan de forma elemental en baterías:

El Mando de Adiestramiento y Doctrina define en el Glosario de Términos Militares las baterías como las pequeñas unidades⁵ orgánicas de la Artillería cuya composición es variable en cuanto a armamento, tamaño, forma del despliegue, medios de ocultación, protección y movilidad (MADOC, 2014).

Según la publicación doctrinal PD4-304, Empleo de la Artillería de Campaña (MADOC, 2018):

La Batería de ACA consta del personal y de los medios necesarios para realizar las funciones de mando y ejecución propias de una unidad de esta clase. Está concebida para batir objetivos terrestres mediante la ejecución de acciones de fuego, siendo la menor unidad de empleo táctico de ACA. Normalmente actuará encuadrada dentro de un Grupo ⁶de Artillería de Campaña (GACA), aunque también podría hacerlo de forma independiente. En otras ocasiones, aun estando encuadrada en un GACA, podrá emplear sus fuegos en beneficio exclusivo de un agrupamiento táctico determinado.

Existe una gran variedad de tipos de baterías, estableciéndose una serie de criterios comunes a todas ellas. Estos criterios se pueden agrupar según la organización, el despliegue y la forma de protegerse que utilizan.

3.2.1. Organización

La organización de las baterías es diferente según el sistema de armas que se emplee; sin embargo, todas ellas necesitan una serie de elementos comunes para funcionar correctamente. Agrupamos estos elementos en tres núcleos con cometidos diferentes:

- Núcleo de mando: Responsable de todos los aspectos operativos de la batería.

⁵ Estructura orgánica dotada de unas determinadas capacidades de combate, de apoyo al combate o de apoyo logístico al combate, para el desarrollo de una necesidad operativa.

⁶ Pequeña unidad orgánica, compuesta por un número variable de baterías, cuyo mando corresponde a un Teniente Coronel.



- Sección de plana mayor y servicios: Responsable de la dirección de los fuegos, realización de los cálculos de tiro, adquisición de objetivos, enlace de transmisiones y topografía de la batería.
- Escalón o Sección de fuego: Responsable de realizar las acciones de fuego.

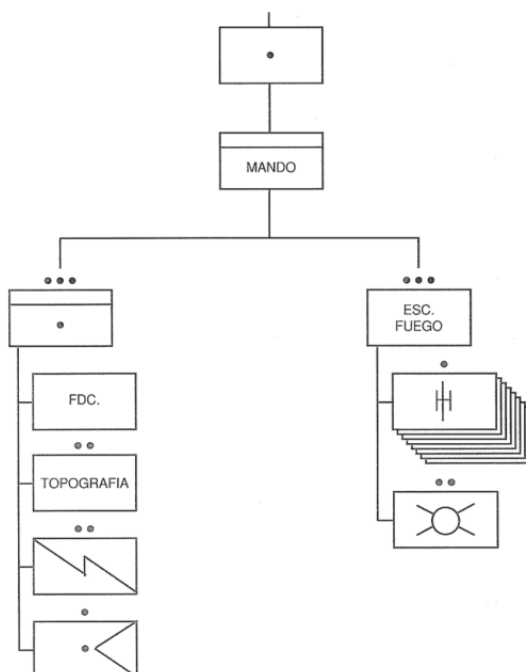


Figura 3. Organigrama básico de una Batería de Armas. (Estado Mayor del Ejército,1996).

3.2.2. Despliegue

La estructura orgánica⁷ sirve como plantilla desde la cual se genera la estructura operativa, que es en la práctica la organización durante las misiones y ejercicios. El despliegue de las baterías dependerá del número de bocas de fuego, material y personal disponibles, así como del terreno y de la misión que esté desempeñando la batería. La superficie que puede tener el despliegue de una batería puede llegar a ser muy extensa. Debido a ello, cuando se pretende atacar a una batería enemiga con fuegos indirectos, se utilizan principalmente dos líneas de acción⁸:

⁷ Articulación general tanto del ejército de tierra como de cada una de sus unidades, centros u organismos y relación de mando existente entre las mismas.

⁸ Esquema de un plan posible para cumplir la misión encomendada.



i. La primera se basa en realizar una gran cantidad de acciones de fuego⁹ (MADOC,2014). La dispersión implícita en los fuegos indirectos deberá permitir batir toda la zona objetivo y causar los efectos deseados. Esta es la manera de atacar en la que se basa la artillería de campaña tradicional. Actualmente, la precisión de las municiones no permite atacar directamente a los objetivos; de modo que se prioriza tener más cantidad de carga explosiva que genere una zona de destrucción de mayor tamaño.

ii. La segunda línea de acción se basa en la precisión de las municiones. El empleo de municiones de alta precisión que permiten atacar de forma efectiva cada elemento de una batería por separado, reduce la carga interna necesaria en las mismas y permite mejorar otras características como el alcance o la movilidad. En esta línea de acción se encuentran las municiones merodeadoras, que debido a su alta precisión no requieren grandes cargas explosivas para lograr los efectos deseados.

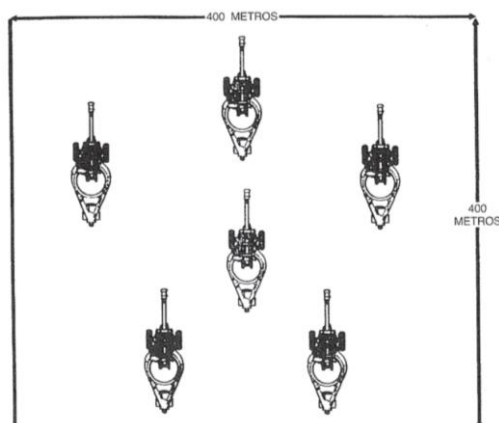


Figura 4. Despliegue tipo estrella. (Estado Mayor del Ejército,1996).

3.2.3. Defensa inmediata.

Se entiende por defensa inmediata de una batería al conjunto de medidas que adopta la unidad para protegerse de las acciones de fuego enemigas, evitar ser descubierta y rechazar los ataques enemigos. Para realizar su defensa inmediata, las baterías cuentan con medidas activas, pasivas y de alarma y de vigilancia. Las medidas pasivas son las que afectan directamente a los fuegos indirectos, el resto se centra en la protección frente a ataques terrestres.

La finalidad de las medidas pasivas es evitar que la batería sea descubierta por el enemigo. Dentro de estas medidas encontramos:

i. Prevención de la localización. La detección de la batería puede ser por interceptación de las telecomunicaciones o directamente visual. Para evitar la primera, se utilizan una serie de

⁹ Materialización del fuego de acuerdo con los propósitos del mando.



procedimientos de seguridad y cifrado. Para evitar la detección visual, se enmascaran los vehículos y se eligen asentamientos en desfilada que protejan visual y físicamente a la batería.

ii. Dispersión. La dispersión dentro del asentamiento es la medida más rentable en términos de esfuerzo y tiempo. Esta consiste en espaciar el despliegue el máximo posible y presentar formas aleatorias para minimizar la probabilidad de impacto.

iii. Fortificación. Consiste en crear defensas físicas mediante excavaciones o sacos terreros.

iv. Cambios de asentamiento. Esta medida se basa en realizar constantemente movimientos entre los asentamientos principal y alternativos, de tal modo que la velocidad en la ejecución del fuego sea la clave. La doctrina actual prioriza este tipo de medida. Los cambios de asentamiento variarán según marque el modelo de acción. Las baterías actuales son capaces de entrar en la posición, realizar las acciones de fuego y salir de posición en menos de 10 minutos.

3.2.4. *Fuegos contrabatería*

Entendemos por fuego de contrabatería a un tipo de misión de fuego de artillería que tiene el propósito de destruir o neutralizar los sistemas de apoyo de fuegos enemigos. Esto incluye todas las capacidades integradas de apoyo de fuego enemigas junto con sus medios de adquisición de objetivos. Pueden distinguirse dos tipos de contrabatería atendiendo a su velocidad de respuesta y naturaleza (Torcal Ortega, 2020).

i. Contrabatería reactiva es aquella que proporciona una respuesta inmediata para destruir, neutralizar o suprimir los sistemas de fuego indirecto enemigos tan rápido como son adquiridos.

ii. Contrabatería proactiva trata de anticiparse a las acciones de fuego de los sistemas de armas de fuego indirecto enemigos sobre fuerzas propias. Para ello, se apoya en el proceso de targeting¹⁰ (MADOC, 2018) y el proceso de planeamiento de apoyo de fuegos conjuntos. Cuanto más efectiva y productiva sea la contrabatería proactiva, más reduciremos la necesidad de empleo de la contrabatería reactiva.

Las acciones de contrabatería son la mayor amenaza para la artillería. La dispersión en el despliegue, junto con la fortificación, el enmascaramiento y el movimiento de la batería disminuye la eficacia de tales acciones y mejoran la seguridad de la unidad.

¹⁰ El proceso de targeting terrestre enlaza los medios de inteligencia, vigilancia, reconocimiento y adquisición de objetivos (ISTAR) con los medios productores de efectos, de carácter letal o no, asegurando su coordinación y la aplicación del medio más apropiado de los disponibles para conseguir el efecto deseado sobre cada objetivo, y valorando si este ha sido alcanzado.



La destrucción de las capacidades de fuego enemigas de largo alcance y precisión facilita las operaciones y garantiza la libertad de acción de las fuerzas propias y amigas. Mediante la C/B se pueden neutralizar o destruir las capacidades de fuego enemigas, considerando como tales sus plataformas de fuego, sistemas de mando y control (C2), nodos de comunicaciones, sistemas de apoyo y áreas logísticas. Los procedimientos empleados para realizar fuego en las acciones contrabatería son idénticos a efectos prácticos de las acciones de apoyo de fuegos normales; la particularidad se da en la obtención de objetivos. La ACA española centra sus capacidades de detección y localización de objetivos en los equipos de observación los cuales se consideran los ojos de la ACA. Su misión es la detección y designación de objetivos con los que mantienen una línea de visión directa, mediante el empleo de equipos ópticos y optrónicos. Sin embargo, los sistemas de localización activa son los medios más eficaces para la adquisición de objetivos de C/B. La Batería de adquisición de objetivos (BAO) es la unidad fundamental especializada en la detección, localización e identificación de objetivos de C/B. Cuenta con los siguientes medios:

- i. Radares localizadores de orígenes de fuego.
- ii. Sistemas de localización por el sonido.
- iii. Equipos de localización por medios ópticos y optrónicos.

Los equipos radar son los medios más eficaces para la adquisición de objetivos de C/B. No obstante, al ser medios radiantes, sus emisiones pueden ser fácilmente interceptadas por los equipos de guerra electrónica (EW) enemigos lo que los hace extremadamente vulnerables.

El ejército de tierra dispone del Sistema ARTHUR. El radar ARTHUR es un sistema de adquisición basado en la detección de las trayectorias de proyectiles de artillería, morteros y cohetes balísticos mediante la emisión de haces de ondas electromagnéticas que, al ser atravesados por los proyectiles en su vuelo, permiten detectarlos y establecer su punto de partida, así como predecir el punto de caída. El radar tiene la capacidad de trabajar en dos modos distintos: localizando los orígenes de fuego enemigos en tiempo real o corrigiendo el fuego de la artillería propia y proporcionando las coordenadas de donde estima que van a caer los proyectiles. El resto de datos técnicos del radar ARTHUR se encuentran en el Anexo I.

4. METODOLOGÍA

En este trabajo se han combinado diferentes métodos de investigación cualitativos y cuantitativos para alcanzar los objetivos marcados al comienzo del mismo:

- a) Revisión bibliográfica y hemerográfica.

Para la realización este trabajo se ha obtenido información a través de publicaciones militares destacando el *Memorial de Artillería* o la revista *Ejércitos*. Asimismo, las publicaciones doctrinales



nacionales y aliadas y los documentos de la OTAN han sido una gran fuente de información para otorgar al trabajo el rigor necesario.

b) Encuestas a personal destinado en el RACA 93.

Las encuestas se han realizado con el propósito de conocer la opinión sobre la situación actual de la ACA, conocer la visión general del personal sobre el desempeño las municiones merodeadoras y definir el grado de importancia de las capacidades de las mismas.

c) Análisis DAFO sobre el empleo de municiones merodeadoras como medio contrabatería: El análisis DAFO ha permitido realizar una síntesis de los beneficios, riesgos y desventajas del empleo de las municiones merodeadoras como medio contrabatería, así como su incorporación en el Ejército de Tierra español.

d) Estudio de mercado de las municiones merodeadoras.

Este estudio ha permitido identificar los diferentes modelos de municiones merodeadoras que venden los países aliados de España. Para realizar este estudio se definieron una serie de criterios que debían de cumplir las municiones merodeadoras para poder emplearse en acciones contrabatería.

e) Análisis AHP sobre los modelos de municiones presentes en el mercado internacional.

El análisis AHP ha permitido realizar una clasificación de los modelos seleccionados en el estudio de mercado en base a unos criterios definidos, resultando en una clasificación según la idoneidad de los sistemas para su empleo como medio contrabatería.

5. ANÁLISIS Y RESULTADOS

5.1. ANÁLISIS DE LAS CAPACIDADES C/B ACTUALES

Para entender la situación actual de la artillería española conviene conocer cuáles serán los escenarios donde se desarrollarán las operaciones en un futuro cercano y así poder contextualizar dichas capacidades.

Todos los expertos coinciden en que el paradigma de los conflictos militares está cambiando muy deprisa. Salimos de una época centrada en operaciones de contrainsurgencia, con organizaciones y tácticas adaptadas a ellas y nos adentramos rápidamente en otra época en la que se ha renovado la posibilidad de que haya conflictos de alta intensidad contra enemigos tecnológicamente avanzados (Memorial de Artillería, 2020). No obstante, seguirán presentes las



operaciones de mantenimiento de paz. En el futuro, la separación entre conflicto armado y paz será cada vez más difusa, lo que se denomina «conflicto híbrido¹¹».

La PD4-304 Empleo de la Artillería de Campaña; guía para los responsables de la ACA en su misión de “apoyar y proteger a las organizaciones operativas terrestres de forma oportuna, decisiva y ajustada a la situación, y auxiliar al mando integrando los fuegos en la maniobra” (MADOC, 2018), considera que el entorno operativo donde está previsto que se lleven a cabo las operaciones estará caracterizado por la amplitud de los despliegues, la baja densidad de ocupación, la importancia del combate urbano y subterráneo, el empleo de las tecnologías emergentes y de sistemas de armas de alta precisión, y la necesidad de no producir daños colaterales. En este ambiente, el enemigo probablemente base su estrategia en tres pilares:

- i. Lograr capacidades similares a las nuestras en cuanto a capacidad aérea, precisión y alcance en los fuegos y guerra electrónica.
- ii. Priorizar su poder aéreo estratégico centrando su poder en la destrucción de los sistemas de mando y control al más alto nivel y las infraestructuras e industrias críticas.
- iii. Potenciar su capacidad A2/AD creando burbujas móviles dentro de las cuales será muy difícil actuar. Estas estarán compuestas de sistemas complementarios de artillería de campaña, defensa antiaérea, misiles balísticos, antibuque, contrabatería y antisatélite, junto a medios de EW.

Para poder hacer frente a estas posibles amenazas, los expertos coinciden en que la Artillería española necesitará:

- Contar con estructuras modulares.
- Contrarrestar la amenaza de los helicópteros de ataque, misiles balísticos y RPAS.
- Lograr una mayor precisión y profundidad en los fuegos para poder contrarrestar la amenaza A2/AD3.
- Conseguir la interoperabilidad necesaria para trabajar de forma conjunta y combinada con nuestros aliados.
- Tener unos sistemas robustos ante entornos degradados y procedimientos específicos para asegurar el C2 de las unidades y sus fuegos.

Actualmente, la artillería española cuenta con una serie de sistemas de armas que permiten realizar fuegos contrabatería. En la siguiente tabla se muestran las principales características de estos sistemas.

¹¹ Modalidad que permite a un adversario tratar de provocar el mayor daño o influenciar la actuación del oponente sin causar un conflicto bélico generalizado.



Tabla 2. *Sistemas de armas en dotación en el Ejército de Tierra.*

Parámetros	SISTEMAS			
	<i>Obús remolcado 105/14 OTO Melara M-56</i>	<i>Obús Light Gun L118</i>	<i>Obús ATP M- 109 A5E</i>	<i>Obús 155/52 SIAC</i>
Calibre (MM)	105	105	155	155
Alcance (Km)	14	14.2/21*	22/30*	18/40*
Cadencia máxima de disparo (DPM)	6	6	6	8
Sirvientes	6	5	6	7
Peso total (T)	1.33	1.86	24.5	12.9
Movilidad	Remolcado	Remolcado	Autopropulsado	Remolcado

*Alcances con municiones mejoradas

5.1.1. Características y Carencias de los Sistemas de Armas utilizados por el ET

El estudio detallado de las principales características de los sistemas de armas del ET nos ha permitido detectar ciertas carencias que podrían limitar en el futuro la operatividad y empleo de la artillería.

Alcance: El alcance de los sistemas de armas del ET oscila entre los 14 y los 22 km. El alcance máximo posible, 40 km, se logra con el Obús 155/52 SIAC utilizando municiones especiales (Memorial de Artillería, 2020). Estas municiones están siendo probadas actualmente por el MACA y se planea integrarlas en los Grupos de artillería de campaña. Los alcances actuales de los obuses de artillería cumplen su función a la hora de dar apoyos de fuego a una brigada; sin embargo, si tenemos en cuenta que el futuro entorno operativo, como recoge *El entorno 2035* (Villanueva López, 2019), se centrará en despliegues muy amplios: brigada (hasta 150km), división (150-300 Km) y Cuerpo de Ejército (CE) (300-500 Km) y que los fuegos contrabatería se enfocarán en objetivos a gran profundidad en el despliegue, es evidente que las **capacidades actuales en cuanto alcance no son suficientes para ejecutar los fuegos contrabatería de manera eficaz**. Teoría reforzada por el 72% del personal encuestado en el

RACA 93, el cual consideró que el alcance de las municiones actuales no es suficiente para las necesidades futuras (Anexo IV, Figura 16).

Precisión: La precisión en la aplicación del fuego depende de numerosos factores: el sistema de armas, las condiciones meteorológicas, la situación topográfica de las plataformas de lanzamiento y objetivos, los cálculos balísticos, etc. **La precisión de nuestras municiones actuales contra objetivos a gran distancia (>12km) es muy inferior a los requerimientos del entorno operativo futuro.** El Error circular probable (CEP) ¹² de los proyectiles actuales va desde los 95 m de radio, disparando a una distancia de 15 km hasta los 260 m de radio, para alcances de 30 km (Figura 5). La necesidad de emplear municiones de precisión para evitar los daños colaterales es una realidad ya asumida. Las soluciones que propone el ejército involucran proyectiles aerodinámicos junto con las espoletas PGK¹³, que permiten precisiones inferiores a 50 m de CEP hasta una distancia de 30 km. El inconveniente que plantean estas municiones, guiadas por GPS, es que requieren de una gran precisión al adquirir los objetivos. El proyectil se dirigirá al punto cuyas coordenadas hayan sido programadas, por lo que la preparación del tiro requiere contar con las coordenadas del objetivo fijo con una precisión superior a los 4 m.

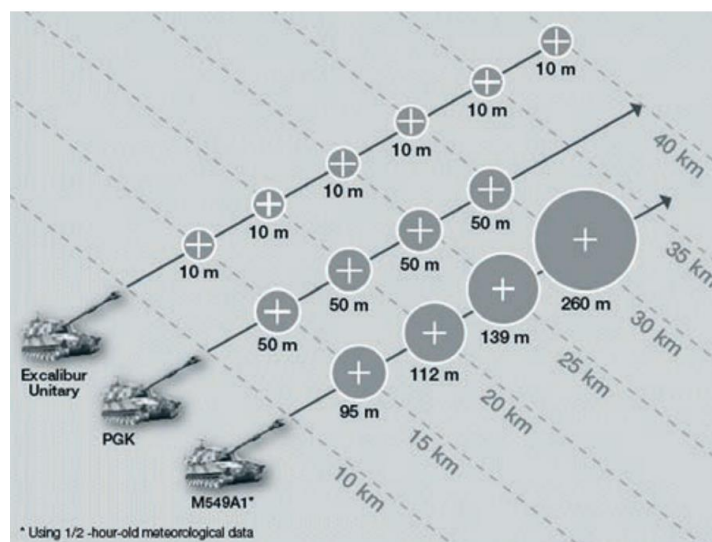


Figura 5. Error Circular probable del obús de 155 mm. (Memorial de artillería, noviembre 2020).

¹² En balística, el CEP es una medida de la precisión de un arma. Se define como el radio del círculo dentro del cual la probabilidad de que impacte una ojiva, un misil, una bomba o un proyectil es del 50%.

¹³ El PGK es un kit de actualización para proyectiles de artillería que combina la navegación mejorada basada en GPS, con una unidad de guía estabilizada por balanceo y un conjunto de antenas.



Movilidad: Actualmente el Ejército tiene en dotación una plataforma sobre cadenas, el veterano sistema autopropulsado M109A5. Los medios sobre cadenas permiten la movilidad en cualquier terreno, acciones veloces y un mayor nivel de protección. Sin embargo, estos medios sobre cadenas se encuentran ya en una etapa final de su ciclo de vida lo que compromete seriamente su posible empleo.

El resto de sistemas existentes son remolcados sobre ruedas. Los vehículos sobre ruedas no permiten tanta movilidad, además, su blindaje es menor. No obstante, son más veloces, requieren menor mantenimiento y permiten transportar una mayor carga por lo que son ideales en conflictos de baja intensidad.

En cuanto a la **movilidad estratégica**, todos nuestros sistemas cuentan con el mismo problema, su gran tamaño y peso hace muy costosa su proyección a las zonas de operación. La **movilidad táctica** también está **limitada**; la longitud articulada del SIAC es de unos 20 metros lo que hace imposible su helitransporte.

Servidumbre (Necesidades de personal): Los sistemas actuales necesitan entre 5 y 7 sirvientes por boca de fuego para su correcto funcionamiento; sin embargo, en un horizonte de reducción demográfica, todas las tendencias futuras nos llevan a ejércitos cada vez con menos personal donde el papel de las tecnologías reducirá cada vez más la intervención humana.

Poder de destrucción: El poder de destrucción de las municiones actuales se sitúa dentro de los estándares marcados por el resto de ejércitos (Brady and Goethals, 2019). La ACA cuenta con diferentes proyectiles como el M795 de alto poder explosivo o el HERA M927 para los obuses de 105 mm cuyo diseño aumenta la letalidad respecto al resto de municiones del mismo calibre. Estos proyectiles junto con el resto de municiones en dotación permiten causar los efectos necesarios sobre los objetivos. No obstante, existe un inconveniente, debido a estos grandes radios de destrucción, existe cierta probabilidad de causar daños colaterales.

5.2. MUNICIONES MERODEADORAS COMO MEDIO C/B

Como hemos descrito en el apartado anterior, la situación actual de la ACA presenta una serie de carencias que impiden la realización de fuegos C/B de manera efectiva. Sin embargo, dichas carencias podrían ser cubiertas por nuevos sistemas como las municiones merodeadoras.

Las municiones merodeadoras pertenecen a una categoría de sistemas a medio camino entre los UCAVs y los misiles. Por sus características de alcance, movilidad, poder de destrucción y operabilidad son una opción viable para realizar acciones de fuego contrabatería. No obstante, cuando se plantean las adquisiciones de material dentro del Ejército de Tierra se ha de ser conscientes de la importancia de las decisiones y del ciclo de vida del sistema. Es más que probable que los sistemas que se adquieran permanezcan en el inventario del ejército durante muchos años, condicionando por tanto sus capacidades futuras. También debemos tener en cuenta que no partimos de cero y que hemos de compaginar esas adquisiciones con los



materiales que ya poseemos, tratando de conseguir un conjunto coherente de sistemas complementarios.

Basándonos en los resultados de las encuestas realizadas al personal del RACA93 y en un conjunto de documentos elaborados por el ET, tales como; *Fuerza 35* y *Entorno Operativo 2035* definimos aquellos requisitos que deberían cumplir las municiones merodeadoras para cubrir las carencias que presenta actualmente nuestra ACA. El objetivo es que dichas municiones puedan operar correctamente en escenarios futuros y atacar las baterías enemigas.

- **Variedad de alcances:** Las municiones Loitering deberán poder emplearse desde unos pocos cientos de metros hasta bastantes km. El 78% de los encuestados coincidió con este requisito (Anexo IV, Figura 22), señalando que esta característica es preferible a la movilidad de la plataforma.

- **Amplio tiempo de vuelo de merodeo:** Para permitir localizar adecuadamente los objetivos.

- **Portabilidad e incorporación del factor humano:** Las municiones merodeadoras deberán ser compactas, fáciles de transportar, bien por personal a pie o acoplables a vehículos ligeros de alta movilidad táctica. Asimismo, deberán poderse controlar por un pequeño dispositivo, tipo tableta manejada por un operador humano de modo que sea quien tome la última decisión sobre el empleo o no de la munición. Los encuestados también destacaron la capacidad de poder ser operadas desde tierra por personal que acompañe a la unidad de maniobra. (Anexo IV, Figura 26).

- **Rapidez en el lanzamiento:** Tanto en el proceso como en la posibilidad de disparar las municiones al aire y luego dirigirlas a la zona objetivo.

- **Precisión:** Precisión sobre blancos fijos y en movimiento con CEP de centímetros.

- **Modo de empleo multipropósito:** Permitiendo modificar el momento de la explosión y el ángulo de ataque para modificar los efectos en función del objetivo a atacar.

- **Cámaras térmicas y ópticas:** Que permitan localizar e identificar objetivos, así como los orígenes de fuego por las radiaciones térmicas de los tubos, todas estas imágenes deberán llegar al operador en tiempo real mediante un sistema de comunicación seguro. Esta información deberá transmitirse automáticamente al puesto de mando participando en el ciclo de inteligencia.

- **Posibilidad de cancelar la misión:** Ante la posibilidad de un daño colateral, o cuando transcurrido el tiempo de merodeo no se ha identificado ningún objetivo. En estas situaciones debería ser posible recuperar la munición o autodestruirla en una zona segura. El 77 % de los encuestados consideraron esta característica importante en los conflictos actuales (Anexo IV, Figura 21).

- **Disponibilidad de simuladores:** Imprescindible para un adecuado adiestramiento de los operadores. Dichos simuladores deberán reproducir diferentes situaciones, e incluso introducir escenarios reales para familiarizarse antes de cumplir misiones reales.

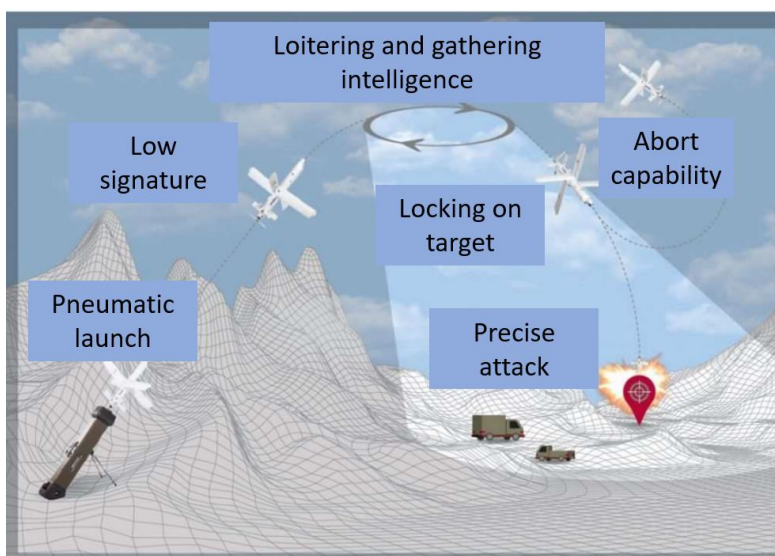


Figura 6. Ciclo de funcionamiento de las municiones merodeadoras. (defenceforumindia, 2020).

5.2.1. Análisis DAFO

El análisis DAFO es una herramienta empresarial para la gestión del riesgo que permite diseñar la estrategia de la empresa a corto medio y largo plazo. Consiste de una matriz en la que se representan las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades de una organización. Esta herramienta también funciona como apoyo en la toma de decisiones. En el siguiente análisis DAFO la “estrategia” estudiada fue el empleo de municiones merodeadoras como medios contrabatería. Esta herramienta nos ha permitido identificar los riesgos y beneficios de incorporar estas municiones al ET.



Tabla 3. Análisis DAFO.

FACTORES INTERNOS		FACTORES EXTERNOS	
Debilidades		Amenazas	
• Vulnerables frente a guerra electrónica. • Realizan un ruido muy característico. • Poder de destrucción limitado. • Vulnerable frente a condiciones meteorológicas.		• Desarrollo de nuevos medios que combatan estas municiones o que interfieran en su correcto funcionamiento, pudiendo llegar a tomar el control sobre la munición.	
Fortalezas		Oportunidades	
• Aumento del alcance. • Mayor precisión. • Interoperabilidad y modularidad. • Empleo multipropósito. • Movilidad y portabilidad. • Reducción de daños colaterales. • Empleo autónomo		• Desarrollo de nueva doctrina. • Realzar el papel de las FAS españolas a nivel internacional. • Aumento del poder disuasorio. • Beneficiar a la industria española.	

Fortalezas:

- Aumento de alcance, las municiones merodeadoras tienen alcance entre los 20 y los 150 km lo que aporta una gran ventaja frente a los alcances actuales de la ACA.

- Precisión, el CEP de estos sistemas es de 2 metros aproximadamente lo que permite reducir la cantidad necesaria de munición que se necesita para atacar un objetivo, así como la carga explosiva de las mismas.

- Interoperabilidad y modularidad de los sistemas, lo que permite adaptarlo a diferentes plataformas y que sea compatible con sistemas aliados.

- Multipropósito, las municiones merodeadoras poseen diferentes espoletas para modificar el tiempo de explosión, además pueden ser empleadas en diferentes misiones como las de vigilancia y reconocimiento o para la protección de la fuerza.



- Movilidad y portabilidad, estos sistemas suelen pesar menos de 30 kg lo que les permite ser transportados por un único individuo o por un vehículo ligero y acceder a cualquier terreno.

- Reducción de daños colaterales, gracias a los mecanismos que permiten cancelar las acciones y recuperar las municiones.

- Empleo autónomo por un operador terrestre en ausencia de ningún medio externo gracias a la capacidad de adquirir los objetivos durante el vuelo de merodeo de estas municiones.

Debilidades:

- Las municiones merodeadoras comparten muchas características con los RPAS y, como tal, son altamente vulnerables frente a los ataques de guerra electrónica y a ciertos sistemas de defensa antiaérea.

- Las municiones merodeadoras realizan un ruido muy particular que las hace fácilmente identificables.

- Poder de destrucción limitado debido a las reducidas cargas explosivas.

- Dependencia de los sistemas electrónicos.

- Vulnerable respecto a las condiciones meteorológicas.

Oportunidades:

- Desarrollo de nueva doctrina dadas las capacidades adicionales que añaden estas municiones.

- La incorporación de un sistema puntero como este podrá realzar el papel de España dentro de la OTAN, reforzar lazos con otras naciones y aumentar la cooperación y los ejercicios conjuntos, mejorando sus capacidades y el nivel de instrucción.

- Aumento del poder disuasorio.

- Potenciar el desarrollo de municiones merodeadoras dentro de España puede beneficiar al tejido industrial y empresarial, mejorando la competitividad a nivel internacional y fomentando la cultura de defensa.

Amenazas:

- Desarrollo de nuevos medios y sistemas que neutralicen estas municiones fácilmente o que interfieran en su correcto funcionamiento, pudiendo llevar a situaciones de secuestro o sabotaje del sistema.



5.2.2. Estudio de mercado

Para la elección del sistema que mejor se adapte a las necesidades actuales y futuras del ET se analizaron diferentes sistemas producidos por países miembros de la OTAN o aliados. El objetivo fue buscar medios que cumpliesen los requisitos definidos en los apartados anteriores y que cubriesen las carencias detectadas en la ACA, situándose a un nivel intermedio entre los sistemas cañón y los sistemas cohete. Se excluyeron aquellos sistemas que por dimensiones, carga explosiva o coste estaban muy por encima o muy por debajo de los necesarios para el uso que se pretende. Las características técnicas de los mismos están recogidas en el Anexo II, Tabla 11.

Polonia

La empresa polaca WB presentó en 2015 el modelo “Warmate TL”, una ingeniosa munición con un sistema de ala plegable que le permite ser transportada en un pequeño espacio, se lanza a través de un tubo de lanzamiento neumático que admite diferentes configuraciones. Esta munición cuenta con cámaras térmicas y ópticas que permiten la evaluación de objetivos previamente al ataque. Además, cuenta con un sistema de seguridad que permite abortar la misión y recuperar la munición en una zona establecida si el operador lo decidiera. Este modelo tiene un peso de 4kg y una carga explosiva con diferentes espoletas multipropósito de 300 g que permiten realizar diferentes tipos de misión (WB GROUP, 2020). Recientemente se ha lanzado la versión “Warmate 2”, que introduce mejoras en todas las características y está especialmente diseñada para integrarla en un vehículo sobre ruedas.



Figura 7. Warmate 2 Sobre vehículo. (WB group, 2020).

Turquía

La empresa turca “STM” presentó este año una familia de municiones merodeadoras diseñadas tanto para misiones de vigilancia y reconocimiento como para misiones de ataque. El modelo “Alpagu” cuenta con las características de portabilidad, precisión, capacidad de navegación y vuelo necesarias para realizar ataques de precisión reduciendo cualquier daño



colateral. Además, cuenta con un modo de vuelo autónomo, espoleta multipropósito y puede ser lanzada y operada por un único soldado a pie (Alpagu STM, 2021).



Figura 8. Modelo Alpagu. (Alpagu STM, 2021).

Israel

Israel es con diferencia la nación más avanzada en el desarrollo de municiones merodeadoras. Entre los sistemas más significativos por sus prestaciones y fiabilidad destacan los correspondientes a la familia de municiones “HERO” de la empresa “UVISION Smart Loitering Systems”. Esta empresa ofrece un abanico de municiones desde las ultraligeras de menos de 2 kg y uso puramente táctico hasta sistemas que operan en el nivel estratégico con cargas explosivas de 30 kg diseñadas para objetivos de gran valor. Los modelos intermedios son los más interesantes para su empleo C/B ya que cumplen con todos los requisitos definidos en el apartado 5.2. y además fueron presentados al Ejército de Tierra en enero de 2020. (Infodefensa, 2020)

- HERO-70

Se trata de un sistema con 7 kg de peso total y una carga explosiva de 1,2 kg. El HERO-70 tiene un alcance de hasta 40 km y una autonomía de 45 minutos. Cuenta con un sistema de lanzamiento neumático y una batería eléctrica para alimentar su funcionamiento. Está diseñado para realizar ataques con extrema precisión a objetivos poco protegidos por lo que su empleo se centraría en dañar elementos críticos de las baterías enemigas con el centro director de fuegos o el puesto de mando.

- HERO-120

El HERO-120 es el mayor de los sistemas tácticos de UVISION. Con un peso de 12,5 kg y una carga explosiva de 3,5 kg mantiene a la vez la portabilidad y ligereza y el poder de destrucción necesario para atacar objetivos con cierto nivel de blindaje. Se trata de un arma extremadamente precisa, con un alcance de merodeo de 40 km y diferentes velocidades de vuelo que le dan un extra de versatilidad y sigilo ante las defensas aéreas enemigas.

- HERO-250

Este modelo es el más pequeño dentro de la categoría de municiones diseñadas para operar en un nivel operacional. Sus características le permiten un tiempo de merodeo de hasta 3 horas y una autonomía de hasta a 150 km de distancia, incorpora una carga explosiva multipropósito de 5 kg que le permite destruir objetivos en profundidad y de gran valor.



Figura 9. Familia de municiones HERO. (Uvision,2021)

- ORBITER 1K

La empresa “Aeronautics Defense” desarrolló este sistema de munición merodeadora basándose en el modelo “Orbiter 2 UAS”, diseñado para la vigilancia y reconocimiento. Para ello adaptaron el fuselaje para el transporte de una carga explosiva de 2kg. Esta munición destaca por la autonomía de merodeo de hasta dos horas y media y por la capacidad de poder recuperar la munición en caso de abortar misión. Es compatible con el resto de sistemas OTAN, pero presenta el inconveniente de que su sistema de lanzamiento es mediante catapulta, lo que limita su portabilidad (Aeronautics Ltd., 2020)

Corea del Sur

La empresa coreana “Korea Aerospace Industries” presento en 2012 el “Devil Killer”, una munición merodeadora de 1.5 metros de longitud que incorpora una cabeza de guerra de 2kg, presenta una autonomía de merodeo de 40 km, transmite imágenes en directo al operador y puede ser empleada desde una plataforma marítima (KAI, 2014).

Estados Unidos

Dentro del ejército estadounidense recientemente ha surgido la preocupación relativa al empleo de grandes RPAS contra enemigos tecnológicamente avanzados y que tengan la capacidad de derribar este tipo de aeronaves de gran valor, por ese motivo, cada vez está adquiriendo más fuerza el desarrollo de municiones merodeadoras y UAS multipropósito. Dentro de los modelos más interesantes se encuentra el “CUTLASS”. L3 Technologies ha desarrollado una munición merodeadora de pequeñas dimensiones (80 cm de largo) pero con una importante carga explosiva de 1,4 kg. El conjunto del sistema, con lanzador de 120 mm, no llega a 7 kg y su alcance ronda los 56 km permitiéndole una hora de merodeo. Imagen diurna / nocturna, vídeo



digital y sistema de navegación GPS completan las principales características del sistema. Por el momento, la munición no es recuperable en caso de cancelar la misión.



Figura 10. *Sistemas de armas Cutlass (RUVSA, 2020).*

5.3. PROPUESTA DE INTEGRACIÓN

A partir de los datos obtenidos en los apartados anteriores, creamos una propuesta de integración de un modelo determinado de munición merodeadora dentro del ET. Primero, realizamos un análisis multicriterio sobre los modelos presentados en el estudio de mercado (Anexo II). Dicho análisis nos proporcionó el tipo de munición más adecuado para su empleo como C/B en el ET. En segundo lugar, basándonos en los resultados de las encuestas, propusimos una posible forma de integrar las municiones Loitering en la estructura orgánica y operativa del ET.

5.3.1. Método AHP

El Proceso de Análisis Jerárquico es un método basado en la evaluación de diferentes criterios que permite resolver problemas en los cuales existe la necesidad de priorizar distintas opciones y posteriormente decidir cuál es la opción más conveniente.

El proceso de análisis jerárquico propone ejecutar los siguientes pasos:

- Definir los criterios de decisión.
- Evaluar los diferentes criterios en función de su importancia obteniendo una ponderación.
- Analizar las diferentes opciones en función de una determinada característica/ criterio.
- Ordenar las opciones según la importancia ponderada de los criterios.

Para analizar las municiones merodeadoras descritas en el apartado 5.2.2., se establecieron, en base a su relevancia, tres criterios de comparación: **peso**, **autonomía o alcance** y **carga explosiva** y se generó la llamada matriz de comparación por pares (Tabla 4).



El método AHP se basa en una ponderación de los criterios seleccionados para posteriormente realizar una comparación de los diferentes modelos en función de dichos criterios. La cuantificación de cada uno de los criterios elegidos se fundamentó en los requerimientos determinados en el apartado 5.2. y en los resultados de las encuestas (Anexo IV, Figuras 22, 23 y 24). Esta cuantificación se expresa al comparar dos criterios entre sí y se introduce en el método AHP a través de las casillas verdes. Por ejemplo, en el caso de la autonomía su valor relativo respecto al peso es 5, lo que significa que dicho criterio es cinco veces más relevante que el peso o, al contrario, al comparar la carga explosiva con la autonomía el valor relativo es 0,4, lo que implica que la autonomía es 2,5 veces más importante que la carga explosiva.

Las 3 siguientes columnas de la Tabla 4, *Matriz Normalizada*, se obtuvieron al normalizar los valores de la primera matriz, para ello previamente se calculó la fila SUMA, esta fila es el sumatorio por columnas de la primera matriz. Posteriormente se dividió cada uno de los valores de la primera matriz entre el valor de la fila SUMA correspondiente a dicha columna. Por ejemplo, para la casilla verde a continuación de Autonomía sería ($5/9 = 0,56$) y de igual manera con el resto de casillas. Finalmente se calculó el vector promedio como el promedio por filas de la *Matriz Normalizada*. A partir de dicho vector podemos concluir que el **alcance es la característica más importante de las municiones merodeadoras** con una puntuación del (0,61) seguido de la carga explosiva (0,28) y el peso (0,11).

Tabla 4. Matriz de comparación por pares-criterios.

	Peso	Autonomía	Carga explosiva	MATRIZ NORMALIZADA			Vector promedio
Peso	1	0,20	0,33	0,11	0,13	0,09	0,11
Autonomía	5	1	2,5	0,56	0,63	0,65	0,61
Carga explosiva	3	0,40	1	0,33	0,25	0,26	0,28
SUMA	9	1,6	3,83				

Cada uno de los criterios seleccionados fue comparado en seis de los sistemas descritos en el apartado 5.2. Se escogieron aquellos sistemas cuyas cargas explosivas fuesen suficientes para causar los daños necesarios (1.3 Kg o menos) (Tabla 5)



Tabla 5. Municiones merodeadoras, método AHP.

SISTEMAS SELECCIONADOS						
	<i>Opción 1</i> <i>Warmate 2</i>	<i>Opción 2</i> <i>Hero-120</i>	<i>Opción 3</i> <i>Hero-250</i>	<i>Opción 4</i> <i>Orbiter 1k</i>	<i>Opción 5</i> <i>Devil killer</i>	<i>Opción 6</i> <i>Cutlass</i>
Parámetros						
Peso (kg)	30 (MTOW)	12,5	25	6,5	25	6,8
Autonomía (km)/ T. Merodeo (minutos)	20/ 30'	40/ 60'	150/ 180'	100/ 150'	40	56/ 60'
Carga explosiva (kg)	2	3,5	5	2	2	1,4

Las tablas 6, 7 y 8 muestran los resultados de las comparaciones para cada uno de los criterios comentados. En el caso del peso se consideró que cuanto menor fuese menor dificultad habría a la hora de transportar, operar y ser detectado. Para la autonomía y la carga explosiva en cambio, se consideró como positiva cuanto mayor eran. Mayor autonomía permitiría un alcance mayor y la posibilidad de atacar objetivos en profundidad y una carga explosiva mayor aseguraría la consecución de los efectos requeridos sobre el objetivo. Estas tablas son similares a la Tabla 4, en este caso en vez de comparar criterios lo que comparamos son las diferentes opciones según cada uno de los criterios seleccionados: Peso, Autonomía/T Merodeo y Carga explosiva. De la misma forma que en la Tabla 4, normalizamos el valor de cada opción por el valor del resto de opciones (columnas 2, 3 y 4). Por ejemplo, al comparar el peso de las diferentes opciones, vemos que la opción 4 pesa 6,5 kg y la opción 2 pesa 12,5 kg, por lo que la opción 4 es 2 veces mejor que la opción 2.

De igual modo que en la primera tabla, generamos la matriz normalizada y un vector promedio. El vector promedio en las tablas 6,7 y 8 expresa la “puntuación” (del 0 al 1) de cada opción según el criterio de cada tabla.



Tabla 6. Matriz de comparación criterios: PESO.

	Op 1	Op 2	Op 3	Op 4	Op 5	Op 6	MATRIZ NORMALIZADA						Vector promedio
Op 1	1	0,33	0,5	0,25	0,5	0,2	0,06	0,05	0,04	0,07	0,04	0,06	0,06
Op 2	3	1	2	0,5	2	0,5	0,18	0,16	0,17	0,15	0,17	0,16	0,16
Op 3	2	0,5	1	0,33	1	0,25	0,12	0,08	0,09	0,10	0,09	0,08	0,09
Op 4	4	2	3	1	3	1	0,24	0,32	0,26	0,29	0,26	0,31	0,28
Op 5	2	0,5	1	0,33	1	0,25	0,12	0,08	0,09	0,10	0,09	0,08	0,09
Op 6	5	2	4	1	4	1	0,29	0,32	0,35	0,29	0,35	0,31	0,32
SUMA	17	6,33	11,50	3,42	11,50	3,2							

Tabla 7. Matriz de comparación criterios: AUTONOMÍA Y TIEMPO DE VUELO.

	Op 1	Op 2	Op 3	Op 4	Op 5	Op 6	MATRIZ NORMALIZADA						Vector promedio
Op 1	1	0,5	0,14	0,2	0,5	0,33	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,05
Op 2	2	1	0,29	0,4	1	0,67	0,10	0,10	0,11	0,10	0,10	0,09	0,10
Op 3	7	3,5	1	1,5	3,5	3	0,35	0,35	0,37	0,38	0,35	0,39	0,36
Op 4	5	2,5	0,67	1	2,5	2	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,26	0,25
Op 5	2	1	0,29	0,4	1	0,67	0,10	0,10	0,11	0,10	0,10	0,09	0,10
Op 6	3	1,5	0,33	0,5	1,5	1	0,15	0,15	0,12	0,13	0,15	0,13	0,14
SUMA	20	10	2,71	4	10	7,67							

Tabla 8. Matriz de comparación criterios: CARGA EXPLOSIVA.

	Op 1	Op 2	Op 3	Op 4	Op 5	Op 6	MATRIZ NORMALIZADA						Vector promedio
Op 1	1	0,57	0,33	1	1	1,50	0,12	0,12	0,13	0,13	0,13	0,11	0,12
Op 2	1,75	1	0,29	1,75	1,75	2,25	0,21	0,20	0,11	0,22	0,22	0,17	0,19
Op 3	3	1,5	1	2,5	2,5	5,3	0,36	0,31	0,38	0,32	0,32	0,41	0,35
Op 4	1	0,57	0,40	1	1	1,5	0,12	0,12	0,15	0,13	0,13	0,11	0,13
Op 5	1	0,57	0,40	1	1	1,5	0,12	0,12	0,15	0,13	0,13	0,11	0,13
Op 6	0,67	0,67	0,19	0,67	0,67	1	0,08	0,14	0,07	0,08	0,08	0,08	0,09
SUMA	8,42	4,88	2,61	7,92	7,92	13,05							



Finalmente, generamos la matriz de resultados a partir del vector promedio obtenido en la comparación por pares (Tabla 4) y de los vectores promedios de cada una de las matrices anteriores (Tablas 6, 7 y 8). El resultado final (columna *TOTAL*) se obtuvo sumando el producto de cada fila por la fila correspondiente al vector promedio de la Tabla 4 (fila *PONDERACIÓN*). Por ejemplo, el primer valor de la columna *TOTAL*: $0,07 = (0,06 \times 0,11 + 0,05 \times 0,61 + 0,12 \times 0,28)$.

Tabla 9. Matriz de Resultados.

	CRITERIOS			<i>TOTAL</i>
	Peso	Autonomía	Carga explosiva	
Opción 1	0,06	0,05	0,12	0,07
Opción 2	0,16	0,10	0,19	0,13
Opción 3	0,09	0,36	0,35	0,33
Opción 4	0,28	0,25	0,13	0,22
Opción 5	0,09	0,10	0,13	0,11
Opción 6	0,32	0,14	0,09	0,14
<i>PONDERACIÓN</i>	0,11	0,61	0,28	

Ordenando los valores de la columna “TOTAL” obtuvimos la clasificación de los diferentes modelos investigados, extrayendo que la **opción 3, “HERO-250” sería el sistema idóneo para nuestros requerimientos**. Este sistema reúne las características deseadas de una manera equilibrada, destacando frente al resto en su alcance y carga explosiva.

6. CONCLUSIONES

El rápido avance de la tecnología militar y el actual panorama geopolítico de los conflictos suscitan la necesidad de una revisión continua de las capacidades del ET para detectar posibles carencias y proponer nuevas estrategias para solventarlas. En este trabajo nos centramos en aquellas carencias del ET que impiden la realización de fuegos C/B de manera efectiva, proponiendo como alternativa el uso de municiones Loitering como medio contrabatería y concluyendo la viabilidad de dichas municiones como medio contrabatería.

El análisis bibliográfico realizado coincide en que las municiones merodeadoras, debido a sus características de alcance, movilidad, autonomía, empleo multipropósito y simplicidad de manipulación, son sistemas de gran versatilidad que se pueden adaptar a los nuevos escenarios de actuación de los ejércitos en las próximas décadas.

El análisis de las capacidades actuales que ofrece la ACA demuestra que, pese a sus grandes fortalezas, la Artillería española necesita actualizar sus capacidades; el alcance y la



precisión de sus sistemas no son suficientes. Las municiones merodeadoras se presentan como una posible alternativa para complementar las capacidades actuales y como un sistema que conviva con el resto de obuses y se emplee solo en determinadas situaciones.

El estudio de mercado realizado presenta diferentes modelos de municiones merodeadoras vendidas por países aliados que cumplen los requisitos necesarios para emplearlas en acciones C/B. Entre todos los modelos estudiados determinamos mediante un análisis multicriterio que el modelo idóneo es el “HERO-250” fabricado por la empresa israelí Uvision. Este modelo no sólo destaca por su alcance y carga explosiva, sino que además se trata de un sistema de última tecnología, capaz de implementarse en los sistemas de mando y control OTAN y con un coste similar al de sus competidores. Adicionalmente, adquirir este producto abre la oportunidad de compra otras municiones de esta familia con otros fines, lo que reduciría los costes de adquisición y mantenimiento.

Los cuestionarios formulados al personal destinado en el RACA 93 permiten obtener una valiosa fuente de información que respalda los resultados obtenidos de los análisis previos. Tanto la revisión bibliográfica como el grupo de encuestados coinciden en que la mejor manera de integrar las municiones merodeadoras en el ET consistiría en crear grupos de pequeña entidad, dotados del material y el conocimiento necesarios para emplear dichas municiones. Estos grupos estarían compuestos por personal de Artillería y se encuadrarían dentro de los Grupos de Artillería de las brigadas. Los grupos acompañarían a las unidades de maniobra y serían responsables de coordinar sus acciones con los escalones de mando y control de fuego superiores.



7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aeronautics Ltd (2020). *Aeronautics Ltd. | Orbiter 1K*. Disponible en: <https://aeronautics-sys.com/home-page/page-systems/page-systems-orbiter-1k-muas/>. [Consultado 23-10-2021]

Alpagu STM (2021). *Engineering the Next*. Disponible en: <https://www.stm.com.tr/en/alpagu>. [Consultado 15-9-2021]

Blue force tracking. (2021). En: **Wikipedia, la enciclopedia libre**. Octubre 2021. Disponible en: https://en.wikipedia.org/wiki/Blue_force_tracking. [Consultado 25-10-2021]

Brady, M. R. y Goethals, P, (2019). A comparative analysis of contemporary 155 mm artillery projectiles. [Consultado 27-9-2021]

Estado Mayor del Ejército, (1996). **RE4-306 Batería de Artillería de Campaña**.

Defenceforumindia (2020). *Introduction to the Loitering Munition*. Disponible en: <https://defenceforumindia.com/threads/loitering-munition.82464/>

IAI (2020). HAROP, Loitering Munition System. Disponible en: <https://www.iai.co.il/p/harop>

Infodefensa (2020). *Uvision presenta al Ejército español su munición loitering Hero - Noticias Infodefensa España*. Disponible en: <https://www.Hefensa.com/es/2020/01/20/noticia-uvision-presenta-ejercito-espanol-municion-loitering.html>. [Consultado 28-11-2021]

Mando de Adiestramiento y Doctrina (2014). **Glosario de Términos militares. PD0-000**.

Mando de Adiestramiento y Doctrina (2018). **Empleo de la artillería de campaña PD4-304**, p. 348.

McLaren, E. (2019). *“El primer bombardeo aéreo de la historia: Austria bombardea Venecia en 1849” FDRA- Fuerza Aérea*. Disponible en: <http://fdra-aereo.blogspot.com/2019/06/el-primer-bombardeo-aereo-de-la.html>. [Consultado 19-10-2021]

KAI Group (2014). *KAI Devil Killer*. Disponible en: <https://aviationsmilitaires.net/v3/kb/aircraft/show/697/kai-devil-killer>. [Consultado 27-10-2021]

Memorial de Artillería (noviembre 2020). *La Artillería de Campaña y Costa*. Disponible en: <https://publicaciones.defensa.gob.es/memorial-de-artilleria-177-1-revistas-pdf.html>. [Consultado 3-11-2021]

Marín, J. A. (2021). *Guerra de drones en el Cáucaso Sur*. Disponible en: https://www.ieee.es/publicaciones-new/documentos-de-opinion/2021/DIEEE021_2021_JOSMAR_DronesCaucaso.html. [Consultado 17-12-2021]

OTAN (septiembre 2011). *JCGUAS “UAV Clasification Guide”. NNAG*.



RUVSA (2020). Cutlass - Unmanned Vehicle Systems Association. Disponible en: <https://en.ruvsa.com/catalog/cutlass/>.

Torcal Ortega (2020). “Análisis y reflexiones 2020”.’, *Memorial de Artillería*, (176/2), pp. 8–12.

US Joint Staff, (2019). **METHODOLOGY FOR COMBAT ASSESSMENT.**

Uvision, (2021). Disponible en <https://uvisionuav.com/es/>

Villanueva López, (2019). *BRIEX 2035 – Ejércitos*. Disponible en: <https://www.revistaejercitos.com/2019/03/17/briex-2035/>. [Consultado 12-11-2021]

WB GROUP (2020). *WARMATE 2 loitering munitions*. Disponible en: <https://www.wbgroup.pl/en/produkt/warmate-2-loitering-munitions-2/>. [Consultado 2-11-2021]

ANEXOS

ANEXO I

Radar ARTHUR

El radar ARTHUR es un sistema de adquisición basado en la detección de las trayectorias de proyectiles de artillería, morteros y cohetes balísticos mediante la emisión de haces de ondas electromagnéticas que, al ser atravesados por los proyectiles en su vuelo, permiten detectarlos y establecer su punto de partida, así como predecir el punto de caída.

Tabla 10. Características del Radar ARTHUR.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS RADAR ARTHUR	
Alcance máximo	40 km.
Rango de frecuencia	5,4-5,9 GHz
Sector de búsqueda	Acimut 1600 mil Elevación 148 mil
Capacidad	100 proyectiles/min
Seguimiento máximo	8 proyectiles simultáneamente
Velocidad de seguimiento	100-140 m/s

Además de esas características el radar ARTHUR destaca por otras funcionalidades:

- Integración dentro del sistema mando y control de la función de combate fuegos.
- Interacción con otros sistemas de adquisición de objetivos (sonidos/ RPAS).
- Mayor rendimiento de adquisición dentro de la estructura operativa.



Figura 11. Radar ARTHUR sobre vehículo IVECO 7226 en un ejercicio. (Memorial de Artillería, noviembre 2020).

ANEXO II

Municiones Merodeadoras

Tabla 11. Comparativa de las principales características municiones merodeadoras

Parámetros	SISTEMAS COMERCIALES ESTUDIADOS							
	Warmate 2 	Alpagu 	Hero-70 	Hero-120 	Hero-250 	Orbiter 1k 	Devil killer 	Cutlass 
Longitud (m)	1,1	<1				1	1,5	0,8
Peso (kg)	30		7	12,5	25	6,5	25	6,8
Autonomía (km)/ T. Merodeo (minutos)	20/ 30'	10/ 15'	40/ 45'	40/ 60'	150/ 180'	100/ 150'	40	56/ 60'
Carga explosiva (kg)	2	0,3	1,2	3,5	5	2	2	1,4
Cancelación de acción	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
Año salida	2020	2020	2015	2012	2015	2015	2012	2009

ANEXO III

Encuestas a personal destinado en el RACA 93.

Como parte de su plan de estudios el CAC Juan Carlos Tapia Megías se encuentra realizando el TFG. El siguiente cuestionario pretende aportar datos estadísticos sobre el empleo y las características exigibles de las municiones merodeadoras como medios contrabatería y cómo integrarlas dentro del ET.

NOTA: El cuestionario es totalmente anónimo. Toda la información de este cuestionario será utilizada única y exclusivamente para la elaboración del TFG.

INFORMACIÓN PREVIA

A. ¿A QUÉ ESCALA DEL ET PERTENECE?

OFICIALES

SUBOFICIALES

TROPA

B. ¿CUÁNTOS AÑOS DE SERVICIO TIENE?

MENOS DE 8

ENTRE 8 Y 15

MÁS DE 15

C. ¿TIENE EXPERIENCIA/CONOCIMIENTO SOBRE EL FUNCIONAMIENTO Y/O EMPLEO DE LAS MUNICIONES MERODEADORAS?

SÍ

NO

D. ¿TIENE EXPERIENCIA EN MISIONES INTERNACIONALES?

SÍ

NO

BLOQUE 1. EMPLEO DE MUNICIONES MERODEADORAS EN FUEGOS CONTRABATERÍA.

EN EL SIGUIENTE BLOQUE DE PREGUNTAS SE PRETENDE RECABAR DATOS SOBRE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA ACA EN EL EMPLEO C/B (CONTRABATERÍA), AVERIGUANDO LAS CARENCIAS ACTUALES Y SI LAS MUNICIONES MERODEADORAS PUEDEN CUBRIR DICHAS CARENCIAS.

E. ¿EL ALCANCE DE LAS MUNICIONES ACTUALES ES SUFICIENTE PARA SATISFACER LAS NECESIDADES FUTURAS?

SÍ

NO

F. LAS CAPACIDADES ACTUALES DE LA ACA NOS PERMITEN REALIZAR FUEGOS CONTRABATERÍA DE MANERA EFECTIVA.

SÍ

NO

G. LA PRECISIÓN Y ALCANCE DE LAS MUNICIONES MERODEADORAS PROPORCIONA UNA GRAN VENTAJA RESPECTO A LAS MUNICIONES CONVENCIONALES (CONSUMO DE MUNICIÓN, COSTE, MOVILIDAD) PESE A SU LIMITADO PODER DE DESTRUCCIÓN.

SÍ

NO

H. EN UN CONFLICTO CONVENCIONAL, LA ALTA MOVILIDAD DE LAS PLATAFORMAS DE ESTAS MUNICIONES ES PREFERIBLE A LA POTENCIA DE LAS BATERÍAS TRADICIONALES.

SÍ

NO

I. EL PODER DISUASORIO DE ESTAS MUNICIONES ES SUPERIOR AL QUE OFRECEN LOS SISTEMAS MENCIONADOS EN LA PREGUNTA ANTERIOR.

SÍ

NO

DESCONOCE

BLOQUE 2. CARACTERÍSTICAS EXIGIBLES A LAS MUNICIONES MERODEADORAS PARA SU EMPLEO EN FUEGOS CONTRABATERÍA.

RESPONDA A LAS SIGUIENTES PREGUNTAS SELECCIONANDO UNO DE LOS ATRIBUTOS QUE SE COMPARAN PARA DETERMINAR LAS CARACTERÍSTICAS QUE DEBEN TENER LAS MUNICIONES MERODEADORAS QUE PUEDE ADOPTAR EL ET.

J. LAS MUNICIONES DEBEN PODER SER RECUPERADAS EN CASO DE ABORTAR LA ACCIÓN.

SÍ

NO

K. ¿QUÉ CARACTERÍSTICA ES PREFERIBLE EN LAS MUNICIONES MERODEADORAS PARA EL EMPLEO C/B?

ALCANCE

MOVILIDAD DE LA PLATAFORMA

L. ¿QUÉ CARACTERÍSTICA ES PREFERIBLE EN LAS MUNICIONES MERODEADORAS PARA EL EMPLEO C/B?

ALCANCE

CARGA EXPLOSIVA

M. ¿QUÉ CARACTERÍSTICA ES PREFERIBLE EN LAS MUNICIONES MERODEADORAS PARA EL EMPLEO C/B?

MOVILIDAD

CARGA EXPLOSIVA

N. ¿QUÉ CARACTERÍSTICA ES PREFERIBLE EN LAS MUNICIONES MERODEADORAS PARA EL EMPLEO C/B?

CAPACIDAD MULTIPLATAFORMA (DIFERENTES VEHÍCULOS Y SISTEMAS)

EMPLEO EN PLATAFORMA ESPECÍFICA

Ñ. ¿QUÉ CARACTERÍSTICA ES PREFERIBLE EN LAS MUNICIONES MERODEADORAS PARA EL EMPLEO C/B?

GUIADO AUTÓNOMO (PÉRDIDA DE LA CAPACIDAD DE ABORTAR MISIÓN Y PROBLEMAS DE IDENTIFICACIÓN DE OBJETIVOS)

GUIADO POR OPERADOR TERRESTRE

O. LA CARGA EXPLOSIVA DE UNA ÚNICA MUNICIÓN DEBE SER SUFICIENTE PARA ELIMINAR UNA PIEZA ENEMIGA.

SÍ

NO

BLOQUE 3. INTEGRACIÓN DE LAS MUNICIONES MERODEADORAS EN EL ET.

P. CONSIDERA QUE EL EMPLEO DE ESTAS MUNICIONES REQUIERE UN ALTO GRADO DE ESPECIALIZACIÓN.

SÍ

NO

Q. EL EMPLEO DE ESTAS MUNICIONES ES IDEAL PARA PEQUEÑAS UNIDADES Y GRUPOS DE OPERACIONES ESPECIALES.

SÍ

NO

R. LA MEJOR MANERA DE INCORPORAR ESTAS MUNICIONES EN LAS OPERACIONES ES MEDIANTE GRUPOS DE OPERADORES ESPECIALIZADOS QUE ACOMPAÑEN A LA UNIDAD DE MANIOBRA.

SÍ

NO

S. ¿CÓMO INTEGRARÍA ESTAS MUNICIONES EN LA ESTRUCTURA ORGÁNICA (TERRITORIO NACIONAL) DEL ET?

UNIDAD TIPO REGIMIENTO QUE CENTRALICE TODOS LOS SISTEMAS E INSTRUYA A LOS OPERADORES

DISTRIBUIR LOS SISTEMAS EN SECCIONES O BATERÍAS DENTRO DE LAS BRIGADAS

ANEXO IV

Resultados de las encuestas

INFORMACIÓN PREVIA

A. ¿A QUÉ ESCALA DEL ET PERTENECE?

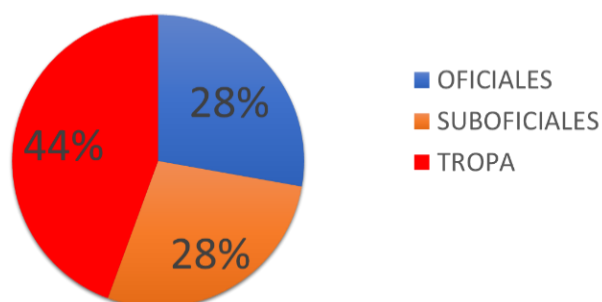


Figura 12. Resultados cuestionario pregunta (A).

B. ¿CUÁNTOS AÑOS DE SERVICIO TIENE?

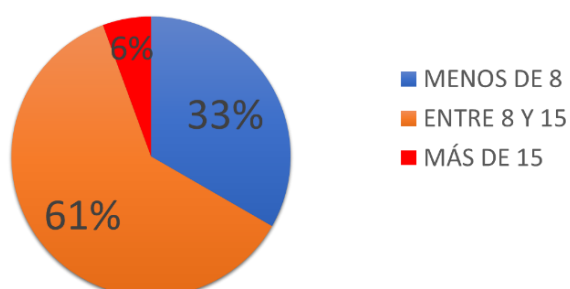


Figura 13. Resultados cuestionario pregunta (B).

C. ¿TIENE EXPERIENCIA/CONOCIMIENTO SOBRE EL FUNCIONAMIENTO Y/O EMPLEO DE LAS MUNICIONES MERODEADORAS?

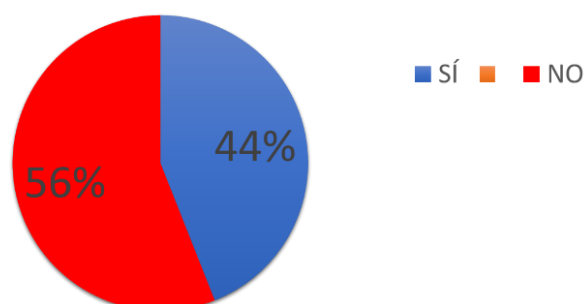


Figura 14. Resultados cuestionario pregunta C).

D. ¿TIENE EXPERIENCIA EN MISIONES INTERNACIONALES?

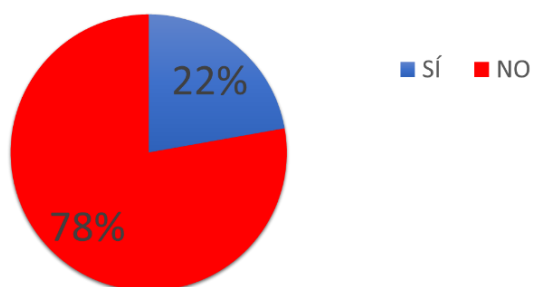


Figura 15. Resultados cuestionario pregunta (D).

BLOQUE 1. EMPLEO DE MUNICIONES MERODEADORAS EN FUEGOS CONTRABATERÍA.

E. ¿EL ALCANCE DE LAS MUNICIONES ACTUALES ES SUFICIENTE PARA SATISFACER LAS NECESIDADES FUTURAS?

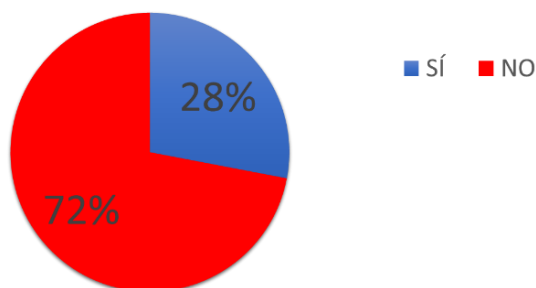


Figura 16. Resultados cuestionario pregunta (E).

F. LAS CAPACIDADES ACTUALES DE LA ACA NOS PERMITEN REALIZAR FUEGOS CONTRABATERÍA DE MANERA EFECTIVA.

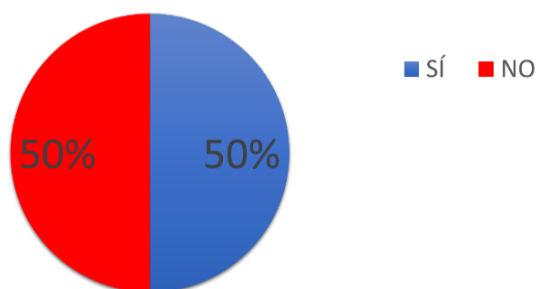


Figura 17. Resultados cuestionario pregunta (F).

G. LA PRECISIÓN Y ALCANCE DE LAS MUNICIONES MERODEADORAS PROPORCIONA UNA GRAN VENTAJA RESPECTO A LAS MUNICIONES CONVENCIONALES (CONSUMO DE MUNICIÓN, COSTE, MOVILIDAD) PESE A SU LIMITADO PODER DE DESTRUCCIÓN.

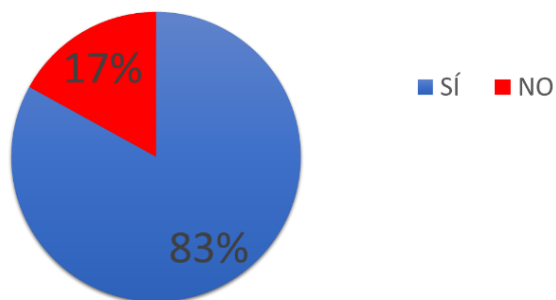


Figura 18. Resultados cuestionario pregunta (G).

H. EN UN CONFLICTO CONVENCIONAL, LA ALTA MOVILIDAD DE LAS PLATAFORMAS DE ESTAS MUNICIONES ES PREFERIBLE A LA POTENCIA DE LAS BATERÍAS TRADICIONALES.

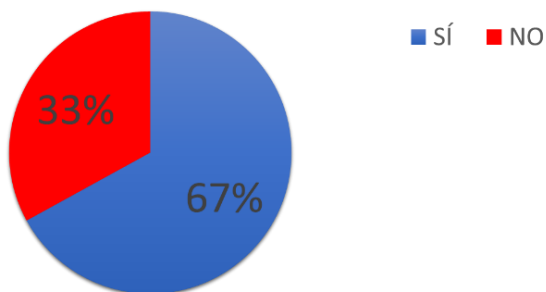


Figura 19. Resultados cuestionario pregunta (H).

I. EL PODER DISUASORIO DE ESTAS MUNICIONES ES SUPERIOR AL QUE OFRECEN LOS SISTEMAS MENCIONADOS EN LA PREGUNTA ANTERIOR.

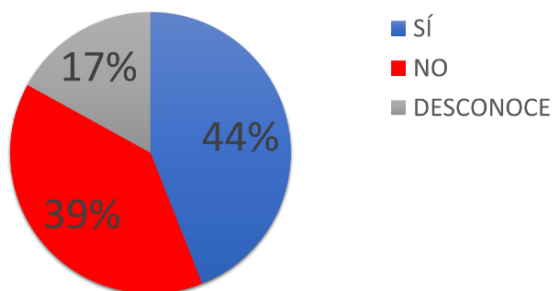


Figura 20. Resultados cuestionario pregunta (I).

BLOQUE 2. CARACTERÍSTICAS EXIGIBLES A LAS MUNICIONES MERODEADORAS PARA SU EMPLEO EN FUEGOS CONTRABATERÍA.

J. LAS MUNICIONES DEBEN PODER SER RECUPERADAS EN CASO DE ABORTAR LA ACCIÓN.

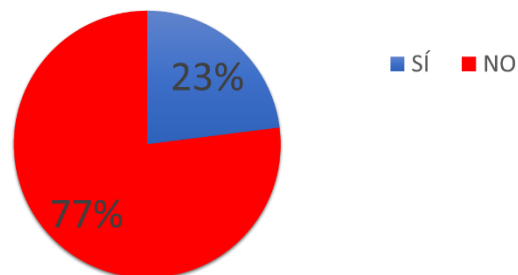


Figura 21. Resultados cuestionario pregunta (J).

K. ¿QUÉ CARACTERÍSTICA ES PREFERIBLE EN LAS MUNICIONES MERODEADORAS PARA EL EMPLEO C/B?

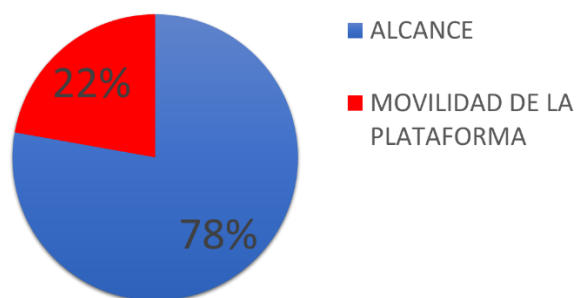


Figura 22. Resultados cuestionario pregunta (K).

L. ¿QUÉ CARACTERÍSTICA ES PREFERIBLE EN LAS MUNICIONES MERODEADORAS PARA EL EMPLEO C/B?

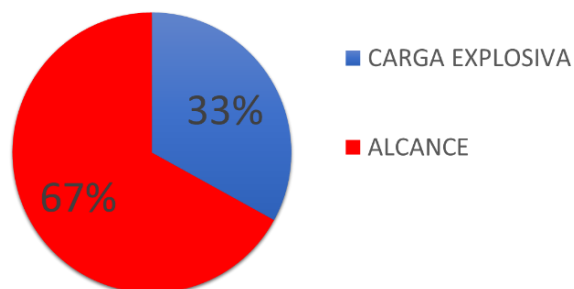


Figura 23. Resultados cuestionario pregunta (L).

M. ¿QUÉ CARACTERÍSTICA ES PREFERIBLE EN LAS MUNICIONES MERODEADORAS PARA EL EMPLEO C/B?

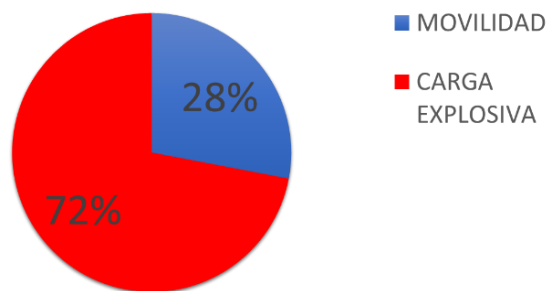


Figura 24. Resultados cuestionario pregunta (M).

N. ¿QUÉ CARACTERÍSTICA ES PREFERIBLE EN LAS MUNICIONES MERODEADORAS PARA EL EMPLEO C/B?

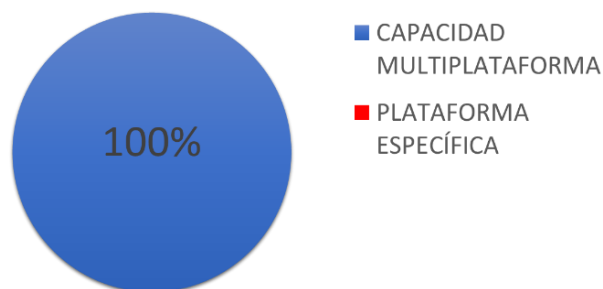


Figura 25. Resultados cuestionario pregunta (N).

Ñ. ¿QUÉ CARACTERÍSTICA ES PREFERIBLE EN LAS MUNICIONES MERODEADORAS PARA EL EMPLEO C/B?

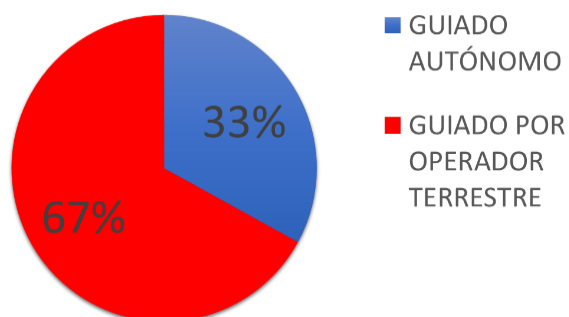


Figura 26. Resultados cuestionario pregunta (Ñ).

O. LA CARGA EXPLOSIVA DE UNA ÚNICA MUNICIÓN DEBE SER SUFICIENTE PARA ELIMINAR UNA PIEZA ENEMIGA.

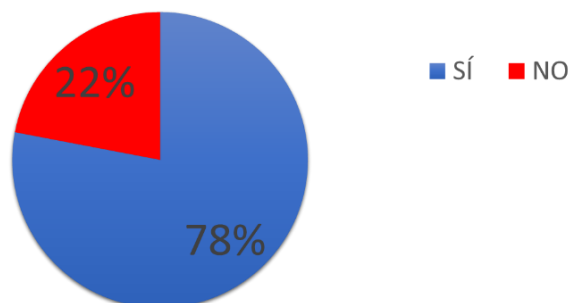


Figura 27. Resultados cuestionario pregunta (O).

BLOQUE 3. INTEGRACIÓN DE LAS MUNICIONES MERODEADORAS EN EL ET.

P. CONSIDERA QUE EL EMPLEO DE ESTAS MUNICIONES REQUIERE UN ALTO GRADO DE ESPECIALIZACIÓN.

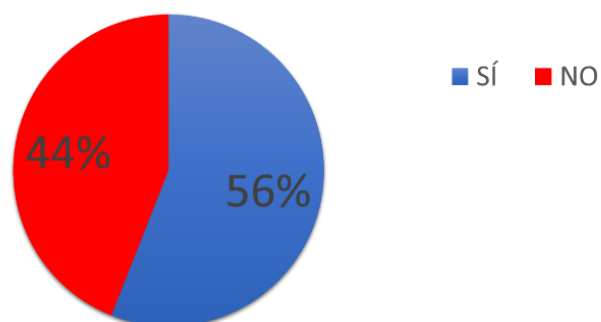


Figura 28. Resultados cuestionario pregunta (P).

Q. EL EMPLEO DE ESTAS MUNICIONES ES IDEAL PARA PEQUEÑAS UNIDADES Y GRUPOS DE OPERACIONES ESPECIALES.

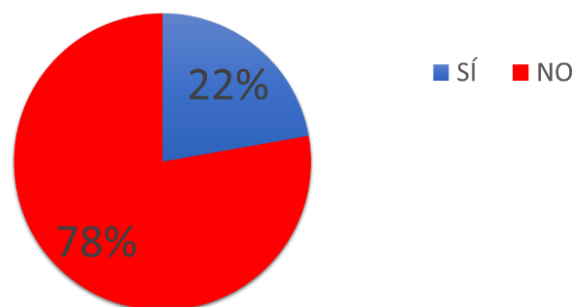


Figura 29. Resultados cuestionario pregunta (Q).

R. LA MEJOR MANERA DE INCORPORAR ESTAS MUNICIONES EN LAS OPERACIONES ES MEDIANTE GRUPOS DE OPERADORES ESPECIALIZADOS QUE ACOMPAÑEN A LA UNIDAD DE MANIOBRA.

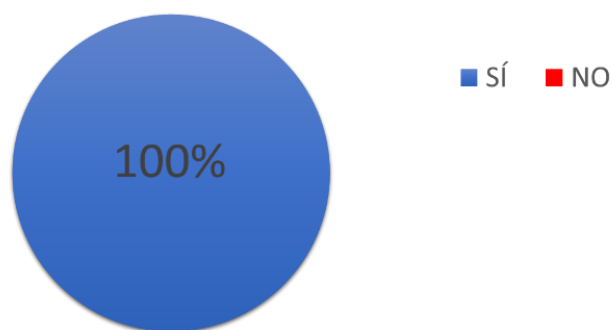


Figura 30. Resultados cuestionario pregunta (R).

S. ¿INTEGRARÍA ESTAS MUNICIONES EN LA ESTRUCTURA ORGÁNICA (TERRITORIO NACIONAL) DEL ET?

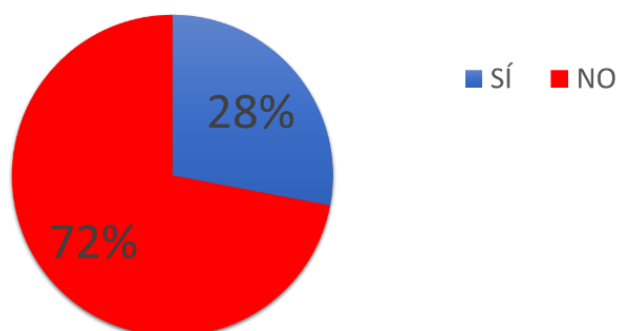


Figura 31. Resultados cuestionario pregunta (S).

