



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Estudio de despliegue de una Unidad de Defensa
Antiaérea en territorio OTAN para misión tipo
Amenaza aérea atmosférica convencional

CAC Luis Luna Ramírez

Director académico: Coronel José Manuel Vicente Gaspar

Director militar: Capitán Alex Amor Vicente

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar

2022

[Página intencionadamente en blanco]



Agradecimientos

Quiero expresar en primer lugar mi más sentido agradecimiento a todo el personal del Grupo I/74 y en especial a la primera batería, por su trato amable y profesional. Su hospitalidad y cercanía me han permitido conocer de primera mano su forma de trabajar y su material.

Al capitán D. Alex Amor Vicente, director militar del presente trabajo, por su permanente disposición y sus útiles indicaciones. Su amplia experiencia en despliegues en el extranjero ha sido vital de cara al enfoque de la investigación.

Al teniente D. Enrique Lillo Díaz, tutor militar durante las prácticas externas, por acompañarme en mis primeros pasos en la unidad y su colaboración en la realización del trabajo y al teniente D. José Antonio González Carretero por su ayuda en lo referente al funcionamiento de la unidad.

Al coronel D. José Manuel Vicente Gaspar, director académico de este trabajo por su constante preocupación por sus alumnos. Su supervisión ha sido vital para encaminar el trabajo en distintos aspectos.

A todos mis compañeros con los que he compartido mi formación en la Academia General Militar, su apoyo en los momentos duros ha sido fundamental para poder encontrarme hoy en el lugar que estoy.

Finalmente me gustaría dar las gracias a mi familia por su comprensión y apoyo durante mi etapa académica. Sus consejos y la formación que me han dado en casa han sido en muchas ocasiones un gran impulso para afrontar las dificultades.



RESUMEN

El presente trabajo nace del impulso de realizar un estudio sobre el despliegue de una unidad de defensa antiaérea de forma que fuese de aplicación y utilidad para las unidades de artillería antiaérea del Ejército de Tierra en mayor medida y de forma secundaria para unidades similares de la Armada y el Ejército del Aire.

Actualmente el Ejército de Tierra está involucrado en dos misiones internacionales en las que cuenta con medios de Defensa Antiaérea, en Turquía y Letonia, estando por lo tanto ambas localizadas en territorio OTAN.

La metodología empleada en el trabajo ha sido principalmente el método Delphi que, a través de los sucesivos cuestionarios contestados por el panel de expertos, ha permitido determinar cuales son los factores más determinantes a la hora de realizar el despliegue de una unidad de defensa antiaérea. También se ha empleado el radar chart para realizar una comparativa entre los principales sistemas de armas de artillería antiaérea en dotación en el Ejército de Tierra. Se empleó el diagrama de Gantt para realizar la planificación temporal.

Gracias al uso del método Delphi se ha concluido que sería primordial contar con varios sistemas de armas en el despliegue. También que estos sistemas deben contar con unos medios de adquisición y seguimiento eficaces para lo cual se deben modernizar los actuales, sin embargo, los sistemas misil actuales se consideran suficientes.

En cuanto a aspectos logísticos, el transporte de este material hasta el teatro de operaciones también aparece en una posición destacada en el estudio realizado al igual que los requerimientos de personal.

Los resultados obtenidos en el trabajo nos llevan a la conclusión de que las últimas decisiones llevadas a cabo por el Ministerio de Defensa en materia de medios de artillería antiaérea han sido acertadas, ya que el sistema National Advance Surface-to-Air Missile System (NASAMS) ha sido el más valorado en el estudio y recientemente desplegado y la modernización del sistema PATRIOT va en la línea de simplificar la gestión logística.

PALABRAS CLAVE

Despliegue, teatro de operaciones, sistemas de armas, defensa antiaérea y OTAN.



ABSTRACT

The present work is born from the impulse to carry out a study on the deployment of an anti-aircraft defense unit in a way that would be of application and utility for the anti-aircraft artillery units of the Army to a greater extent and in a secondary way for similar Navy and Air Force units.

Currently the Army participates in two international missions in which it has anti-aircraft defense means, Turkey and Latvia, both located in NATO territory.

The main methodology used in the work has been the Delphi method which, through the successive questionnaires answered by the panel of experts, it has made it possible to determine the most decisive factors in the deployment of an air defence unit. The radar chart has also been used to make a comparison between the main anti-aircraft artillery weapons systems in the Army. The Gantt diagram was used for time planning.

Thanks to the use of the Delphi method, it has been concluded that it would be vital to have several weapons systems in deployment. Also, that these systems must have effective means of acquisition and follow-up for which the current ones must be modernized, however, the current missile systems are considered sufficient.

In terms of logistics, the transport of this material to the operations OT also appears in a prominent position in the study conducted as well as the staffing requirements.

The results obtained in the work lead us to the conclusion that the latest decisions carried out by the Ministry of Defence in the field of anti-aircraft artillery means have been correct, since the National Advance Surface-to-Air Missile System (NASAMS) has been the most valued in the study and recently deployed and the improvement of the PATRIOT system goes in the line of simplifying logistics management.

KEYWORDS

Deployment, theater of operations, weapon systems, anti-aircraft defense and NATO.



INDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	I
RESUMEN	II
ABSTRACT	III
INDICE DE CONTENIDO	IV
INDICE DE FIGURAS	VI
INDICE DE TABLAS	VII
ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS	VIII
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA	3
2.1. OBJETIVOS Y ALCANCE	3
2.2. METODOLOGÍA	4
2.2.1. Método Delphi.....	4
2.2.2. Radar chart	4
2.2.3. Diagrama de Gantt	4
3. ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO	5
3.1. OTAN	5
3.2. Sistemas de armas	6
3.2.1. MISTRAL	6
3.2.2. NASAMS.....	9
3.2.3. HAWK	12
3.2.4. PATRIOT	16
3.3. Conceptos básicos de táctica	18
3.3.1. Principios de la DAA	18
3.3.2. Fundamentos de empleo de la AAA.....	19
4. DESARROLLO: ANÁLISIS Y RESULTADOS	20
4.1. Análisis comparativo mediante radar chart.....	21
4.1.1. Transporte del material.....	22
4.1.2. Personal necesario	22
4.1.3. Formación necesaria	23
4.1.4. Medios de adquisición y seguimiento.....	23
4.1.5. Eficacia del misil	24
4.1.6. Facilidad para trabajar con ejércitos extranjeros.....	24



4.1.7.	Conclusiones de la comparación.....	25
4.2.	Factores de despliegue.....	25
4.2.1.	Contar con varios sistemas de armas	27
4.2.2.	La eficacia de los medios de adquisición y seguimiento	27
4.2.3.	El transporte de material y personal hasta el TO	28
4.2.4.	La eficacia de los sistemas misil	28
4.2.5.	Los requerimientos de personal	29
4.2.6.	Disponer de un sistema radar que aglutine todas las funciones de combate.....	29
4.2.7.	Establecer un único núcleo logístico	29
4.2.8.	La formación de los operadores	30
4.2.9.	Mejorar la capacidad de los sistemas radar para hacer frente a las amenazas ABT de última generación	30
4.2.10.	Invertir en I+D+i para mejorar las capacidades de adquisición de los sistemas actuales	30
4.2.11.	Mejorar las capacidades de integración del COAAAS-M.....	31
4.2.12.	La facilidad para trabajar con personal de ejércitos extranjeros	31
4.2.13.	Emplear medios de generación de energía centrales	31
4.2.14.	Adquirir nuevos sistemas para simplificar la cadena logística	32
4.2.15.	Mejorar las capacidades de los sistemas misil actuales	32
4.2.16.	Mejorar la capacidad de integración del sistema PATRIOT	32
4.2.17.	Mejorar la capacidad de integración del sistema MISTRAL	32
4.2.18.	Establecer un núcleo logístico para cada sistema de armas	33
4.2.19.	Contar con un único sistema de armas	33
5.	CONCLUSIONES	34
5.1.	Líneas futuras de investigación	35
6.	BIBLIOGRAFÍA	36
7.	ANEXOS.....	39



INDICE DE FIGURAS

Figura 1: PT MISTRAL	7
Figura 2: Lanzador NASAMS	11
Figura 3: Lanzador HAWK	15
Figura 4: Lanzador PATRIOT.....	17
Figura 5: Radar chart comparativo.....	22



INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Resumen sistemas armas.....	2
Tabla 2: Diagrama de Gantt	5
Tabla 3: Resumen dimensiones componentes MISTRAL	8
Tabla 4: Resumen dimensiones componentes NASAMS.....	12
Tabla 5: Panel de expertos	21
Tabla 6: Comparación de puntuación	25
Tabla 7. Cuestionario 3 ordenado	26



ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS

AAA:	Artillería antiaérea
ABT:	Amenaza aérea atmosférica convencional
AFP:	Sección de asalto
ARM:	Misil anti radiación
ARS:	Agencia de control subordinada a CAOC/AOC
CA:	Auxiliar de comunicaciones
CG:	Centro de gravedad
CIO:	Centro de información y operaciones
CIS:	Sistema de mando e información
CPL:	Centro de personal y logística
CW:	Onda continua
CWAR:	Radar de exploración de onda continua
DAA:	Defensa antiaérea
DLT:	Enlace digital de datos
EA:	Ejército del Aire
EAP:	Vigilancia aérea reforzada
ECS:	Estación de control de empeño
EMCON:	Control de emisiones
ET:	Ejército de Tierra
EPM:	Medidas de protección electrónica
EE. UU.:	Estados Unidos
EW:	Guerra electrónica
FFAA:	Fuerzas Armadas
FM:	Frecuencia modulada
GG.EE:	Grupo electrógeno
GMT:	Equipos grúa
HIPIR:	Radar iluminador de alta potencia
ICC:	Central de Información y Coordinación
IFF:	Identificación amigo o enemigo
NASAMS:	Sistema de misiles superficie-aire avanzado noruego
NBQ:	Nuclear, biológico y químico



OTAN: Organización del Tratado del Atlántico Norte
PAR: Radar de adquisición de pulsos
PC UDAA: Puesto de mando de la UDAA
PDAL: Lista priorizada de objetivos a defender
PLMM: Plana mayor de mando
PPS: Pulsos por segundo
PRF: Frecuencia de repetición de pulsos
PT: Puesto de tiro
PTL: Dirección de la amenaza prioritaria
RF: Frecuencia de repetición
RPAS: Remotely Piloted Aircraft System
RPM: Revoluciones por minuto
SHORAD: Artillería Antiaérea de Corto Alcance
SIMACET: Sistema de Mando y Control del Ejército de Tierra
TCA: Auxiliar de control táctico
TCO: Oficial de control táctico
TI: Terminal inteligente
TN: Territorio nacional
TO: Teatro de operaciones
TOC: Centro de operaciones tácticas
TVM: Track via missil
TWS: Seguimiento durante el escaneo
UAD: Unidad de apoyo directo
UDAA: Unidad de defensa antiaérea
UF: Unidad de fuego
UMG: Unidad mínima de generación
URSS: Unión de repúblicas socialistas soviéticas
UT: Unidad de tiro
VAMTAC: Vehículo de alta movilidad táctica español
VSHORAD: Artillería Antiaérea de muy Corto Alcance



Luis Luna Ramírez

[Página intencionadamente en blanco]



1. INTRODUCCIÓN

En primer lugar, es fundamental definir la unidad de defensa antiaérea (UDAA), la cual se define como la unidad fundamental de empleo de la artillería antiaérea (AAA). Estas organizaciones se generan a partir de unidades orgánicas de AAA que sufren las modificaciones necesarias para llevar a cabo las misiones que se le encomienden.

En una UDAA se deben recoger los principios de la defensa antiaérea (DAA), así como los fundamentos de empleo de la AAA. Los principios de la DAA son elementos de guía a la hora de realizar planeamientos de despliegues en las unidades de artillería antiaérea. Se buscará conseguir siempre la aplicación del mayor número de ellos. Se habla generalmente de cuatro principios que se explicarán en detalle más adelante y que son; de masa, de armas complementarias, de movilidad y de integración.

Los fundamentos de empleo de la AAA marcan los cometidos de las unidades de AAA y los criterios de despliegue. Los cometidos genéricos de las unidades de AAA son los de protección de fuerzas, defensa de zona y defensa de punto, que pueden variar ligeramente en función de la situación. Los criterios de despliegue se agrupan en parejas y mientras que algunos deben figurar de forma forzosa en cualquier despliegue de DA, otros permiten seleccionar la opción que mejor se ajusta a la situación táctica.

La estructura de una UDAA, en la mayoría de los casos, está compuesta por tres núcleos independientes.

El primero de estos núcleos es el de mando y control. El elemento principal del núcleo es el puesto de mando de la UDAA (PC UDAA), que se compone de un centro de operaciones tácticas (TOC) y de un centro de transmisiones encargado de proporcionar los enlaces necesarios. El TOC a su vez se subdivide en un centro de información y operaciones (CIO), donde el seguimiento del combate no es en tiempo real, un centro de personal y logística (CPL), encargado del apoyo logístico, y finalmente un centro director de fuegos (FDC), encargado del aspecto táctico.

El segundo de los núcleos es el de fuego, su composición tanto en número de sistemas como en especificaciones dependerá de las características de la misión asignada. El tercer núcleo es el de apoyo logístico, que es el encargado de aportar el apoyo logístico de carácter general. Por ejemplo, repuestos de los vehículos o las tareas de mantenimiento a los mismos. Mientras que el de carácter específico será proporcionado por otros núcleos de apoyo diferenciados para cada sistema de armas, ya que cada uno cuenta con elementos diferentes.

Como se ha mencionado previamente, este tipo de unidades se conforman en base a unidades orgánicas de entidad tipo grupo o batería. Un grupo de AAA es una unidad orgánica, formada por un elemento de plana mayor de mando (PLMM), una batería de plana, otra de servicios y una o varias baterías de armas. La batería es la unidad inmediatamente menor, que cuenta con una sección de plana y una o varias secciones de armas. Estas estructuras se denominan unidad base de UDAA.

Otras dos definiciones relevantes de cara al estudio de estas organizaciones operativas son las de unidad de Tiro (UT) y unidad mínima de generación (UMG). La Unidad de Tiro es la unidad elemental capaz de realizar una acción de fuego. La unidad mínima para generación es la mínima unidad capaz de mantener las plenas capacidades de actuación del sistema de armas y nunca debe ser inferior a la UT. (Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2016).



A continuación, figuran en una tabla la Unidad base de UDAA, la UMG y la UT de los distintos sistemas de armas en dotación del Ejército de Tierra (ET):

Sistema de armas	Unidad base de UDAA	UMG	UT
35/90 Skydor	Grupo	Batería	Sección
MISTRAL	Batería	Pelotón	Puesto de tiro
NASAMS	Grupo	Batería	Batería
HAWK	Grupo	Batería	Batería
PATRIOT	Grupo	Batería	Batería

Tabla 1: Resumen sistemas armas. Fuente: Elaboración propia (Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2016).

El presente trabajo se subdivide en diversos apartados. En primer lugar, comienza con una breve introducción en la que se define el concepto de UDAA desarrollando sus principales elementos e introduciendo algunos conceptos básicos que son necesarios para la comprensión del trabajo.

En el apartado de objetivos se exponen tanto el objetivo principal como los específicos, que emanan del principal y desarrollan con mayor detalle las metas a alcanzar en el trabajo. También existe un subapartado de alcance en el que se delimita el nivel que aborda el trabajo y los ámbitos en los que puede tener influencia.

En la parte de metodología se exponen las distintas herramientas que se emplean para desarrollar la investigación. Se han aplicado el método Delphi, el radar chart y el diagrama de Gantt.

El tercer apartado es el de antecedentes y marco teórico. En él figuran un análisis sobre la OTAN, un desarrollo en profundidad de los sistemas de armas que se encuentran en dotación en las unidades de AAA y se realiza también un breve desarrollo de conceptos básicos de táctica de AAA.

El cuarto apartado es el de Desarrollo: Análisis y resultados en el que en primer lugar se presenta el panel de expertos y el cuestionario que sirve de base para aplicar tanto la metodología radar chart como el método Delphi.

A continuación, se expone un análisis comparativo de los sistemas de armas analizados en base a seis características y el apartado finaliza con la aplicación del método Delphi. Se ha aplicado en tres fases o etapas que han permitido determinar los factores más determinantes para el despliegue.

El último apartado es el de conclusiones, en el que se resaltan los aspectos más relevantes del trabajo y se señalan las posibles líneas de acción futuras.



2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

2.1. OBJETIVOS Y ALCANCE

El objetivo principal de este trabajo de investigación es definir la composición y los distintos despliegues de una UDAA en función de la situación táctica, teniendo en cuenta para ello una serie de factores decisivos a la hora de desplegar. De forma que se pueda proporcionar un estudio en profundidad que pueda ser de utilidad a las unidades de AAA de cara a la realización de despliegues similares.

El presente estudio se centrará en estudiar a fondo los principales sistemas de armas de los que disponen las unidades de AAA del ET para realizar una comparación de éstos, que permita junto al estudio de otros factores determinar el despliegue óptimo. En estos despliegues, de forma general, se emplearían diversos sistemas de armas, lo que genera un reto tanto en el aspecto logístico como en el de la interoperabilidad de los sistemas. Además, se debe tener en cuenta la instrucción del personal para trabajar en una entidad operativa en la que están presentes otras unidades con procedimientos y materiales propios.

De cara a obtener más información sobre despliegues previos, se consultará información sobre las dos misiones internacionales en las que las unidades de AAA están involucradas actualmente. La primera de ellas es la misión Active Fence de la OTAN en Turquía, con presencia española desde el año 2014, formando una UDAA con el sistema PATRIOT. La segunda misión es la Enhanced Forward Presence, activa desde el 2016 y que cuenta con la presencia de una UDAA formada en base a una batería del sistema NASAMS. (Estado Mayor de la Defensa, 2022).

En lo que respecta a los objetivos específicos, éstos emanan del objetivo principal, y se buscará darles respuesta a través de las preguntas formuladas en el primer cuestionario del método Delphi y recabando información que figurará en el apartado de marco teórico. Son los siguientes:

- Conocer la principal organización en materia de defensa a la que pertenece nuestro país, la OTAN. En el marco de esta organización España ha llevado a cabo numerosas misiones internacionales y es de vital importancia conocerla en profundidad para el despliegue que se estudia en el presente trabajo.
- Conocer los fundamentos de empleo y los principios de DAA que se deben cumplir en los despliegues de las unidades de AAA.
- Analizar la interoperabilidad y capacidad de integración de los distintos sistemas de armas de los que dispone la AAA española.
- Comparar las fortalezas y debilidades de los sistemas de armas de AAA.
- Conocer las necesidades de personal de las diversas estructuras operativas que se podrían generar en base a los distintos sistemas de armas.
- Conocer la formación que debería recibir el personal de las unidades de AAA para poder operar con plenas garantías un sistema de armas distinto al de su unidad de destino.

En lo que respecta al alcance del presente TFG, éste aborda el estudio hasta nivel grupo. Se excluye el estudio del sistema de armas Cañón AAA 35/90 porque se considera que otros sistemas aportan mejor rendimiento en combate antiaéreo frente a una amenaza aérea atmosférica convencional (ABT), ya que su principal fortaleza es el combate contra medios Remotely Piloted Aircraft System (RPAS).



El presente TFG será de aplicación principalmente en el ET, con especial utilidad para las unidades de AAA. A pesar de esto, los resultados podrían ser de utilidad para la Armada y el Ejército del Aire (EA).

2.2. METODOLOGÍA

2.2.1. Método Delphi

Es un método susceptible de sufrir variaciones en función del problema que se aborde. De forma general se puede definir como un proceso iterativo en el que un grupo de expertos, que no conocen al resto de participantes, realizan una serie de cuestionarios que se van perfeccionando y retroalimentando conforme avanza el método. (Betancourt, 2015).

Se trata de un proceso estructurado e iterativo, que permite alcanzar un consenso final, tras las fases que se determinen. El proceso se puede dividir en 4 fases, que son:

- Definición de objetivos.
- Selección de expertos.
- Elaboración y lanzamiento del cuestionario.
- Explotación de los resultados.

Ofrece una gran flexibilidad, tanto en la extensión del cuestionario, como en la temática y en el número de fases. Si no se determinan adecuadamente las fases, el método podría alargarse demasiado. (Palacios, 2022).

2.2.2. Radar chart

Un radar chart o gráfico de radar es una representación gráfica que cuenta con unos ejes y una escala. Se trata de una representación de dos dimensiones en la que se muestran una serie de variables.

En este tipo de gráfico todas las variables parten de un punto de origen común que termina creando un polígono. (Historiadelaprensa.com, 2022).

El gráfico de radar nos proporciona las ventajas de que la comparación entre distintos elementos es más sencilla que utilizando otros gráficos y que los valores anormales destacan de una forma especialmente visual. Finalmente, nos permite emplear un número de variables relativamente elevado, siendo el número máximo recomendado de entorno a las 12. (TuDashboard, 2022).

2.2.3. Diagrama de Gantt

Se trata de una herramienta de planificación temporal, que muestra de forma gráfica las distintas tareas que incluye el proyecto, así como el tiempo que se les debe dedicar. (Oficina de Proyectos, 2021).



TAREA	SEP	SEP	SEP	SEP	OCT	OCT	OCT	OCT	OCT	NOV	NOV	NOV	NOV
RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN	■	■	■	■	■	■	■						
ELABORACIÓN DEL MARCO TEÓRICO				■	■	■							
REALIZACIÓN DE CUESTIONARIOS						■							
SELECCIÓN DE EXPERTOS						■							
DESARROLLO DEL MÉTODO DELPHI						■	■	■					
ANÁLISIS GLOBAL								■	■				
CONCLUSIONES									■				
REVISIÓN Y REDACCIÓN										■	■	■	■

Tabla 2: Diagrama de Gantt. Fuente: Elaboración propia.

3. ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO

3.1. OTAN

Con el objetivo de alcanzar una mejor comprensión del ambiente táctico en el que se llevaría a cabo el despliegue se considera importante realizar un breve análisis de la OTAN.

La OTAN es una organización internacional de ámbito regional, fin específico, de defensa en este caso y de cooperación. Se creó tras la Segunda Guerra Mundial ante el aumento de relevancia en el panorama internacional de la Unión Soviética (URSS). (Relaciones Internacionales, 2022).

En esta situación, Estados Unidos (EE. UU.) decide adoptar un cambio en su postura internacional y adopta en primer lugar la doctrina Truman, impulsada por el presidente Harry S. Truman para luchar contra el avance del comunismo. En el mismo año, 1947, se adopta también el Plan Marshall, enfocado a revitalizar el continente europeo tras el fin del conflicto.

El punto decisivo para la creación de la organización se produjo un año después, con la resolución Vandenberg, que fue presentada en el Senado americano y recomendaba la asociación del país con otros Estados para cooperar en materia de Defensa. (Ministerio de Asuntos Exteriores, Unión Europea y Cooperación, 2022). El 4 de abril de 1949 se firma el tratado de Washington.

Con respecto a la composición actual de la organización, está compuesta por 30 Estados miembros, todos europeos salvo EE. UU. y Canadá. Además, otros Estados como Finlandia y Suecia esperan formar parte de la Organización próximamente.

El tratado presenta una composición breve, lo que permite una gran flexibilidad en temas tales como la estructura de la organización o las instituciones que la forman. El artículo principal del tratado es el número 5, en el que se establece que la principal finalidad de la organización es la seguridad colectiva.

La organización sufrió un gran cambio tras la caída del muro de Berlín. Ya que se consideraba que el principal objetivo para el que había nacido carecía de sentido en aquel momento, ya que la URSS había desaparecido.

Para dotar a la organización de un nuevo sentido aparecieron los Conceptos Estratégicos, que son documentos en los cuales la organización marca sus líneas a seguir y objetivos para un periodo temporal concreto.

El primero de estos nuevos conceptos estratégicos es el de 1991, a éste le siguió el de 1999, el penúltimo es el redactado en 2010 y el actualmente vigente es el que fue redactado en la



cumbre de la OTAN que tuvo lugar en Madrid durante el 29 y 30 de junio de 2022. Además, existe un concepto sobre terrorismo publicado en 2002, condicionado por el atentado de las torres gemelas de Nueva York el 11 de septiembre de 2001.

A continuación, se van a comentar los hechos más relevantes de la relación de España con la organización. (Ministerio de Asuntos Exteriores, Unión Europea y Cooperación, 2022).

España ingresó en la OTAN el 30 de mayo de 1982 tras un intenso debate político, que se prolongó en el tiempo y desembocó en un referéndum sobre la permanencia de nuestro país en la organización. Se celebró en el año 1986, con victoria del sí.

Posteriormente España se incorporó a la estructura militar en el año 1999. Desde entonces ha realizado numerosas misiones internacionales bajo mandato de la OTAN. En la actualidad se encuentran activas la misión Policía Aérea del Báltico, desde 2004, Vigilancia Aérea Reforzada (EAP) desde el año pasado, Apoyo a Irak, en la que se adiestra a militares iraquíes. También las previamente mencionadas Apoyo a Turquía y presencia Avanzada Reforzada – Letonia. (Ministerio de Defensa, 2022).

Finalmente existen también dos misiones de la Armada, en primer lugar, los Grupos navales permanentes de la OTAN y también la misión Sea Guardian.

Con respecto a misiones realizadas en el pasado, España ha dejado de participar en la misión resolute support en Afganistán y en la misión de policía aérea sobre Rumanía (EAP).

3.2. Sistemas de armas

3.2.1. MISTRAL

El primer sistema de armas que se va a analizar es el MISTRAL, que proporciona DAA a muy baja y baja cota. La unidad base para generar una UDAA con este sistema es la batería, que se compone de una sección de plana y servicios y de otra sección de lanzadores. La sección de lanzadores se compone de 4 pelotones, que disponen de 3 lanzadores cada uno. Además, la batería MISTRAL cuenta con el sistema centro de operaciones de AAA semiautomático ligero (COAAS-L), que se compone de FDC, en el que se encuentra la unidad de control de empenos (UCE), radar RAVEN y terminal inteligente (TI).

La pieza MISTRAL se compone de un jefe, un apuntador-tirador y un conductor en el ámbito de personal. En cuanto a las necesidades de material, el puesto de tiro (PT), los misiles, las transmisiones y un vehículo de apoyo ligero tipo Aníbal o Vehículo de alta movilidad táctica español (VAMTAC). (Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2020).

Se estudiarán ahora las características principales y los límites de utilización de los distintos componentes.

El **PT MISTRAL** se puede emplear a una temperatura mínima de -46°C y máxima de +71°C, la velocidad lateral del viento debe ser menor de 70km/h. Debe operar bajo unas condiciones de entre un 5% y un 95% de humedad relativa, además la eficacia se puede ver reducida por otro tipo de incidencias meteorológicas como fuertes lluvias o condiciones de escasa visibilidad. La pendiente máxima en la que se puede asentar debe ser menor del 12%, el sector de vigilancia principal debe estar libre de obstáculos en una distancia de 10 km o mayor.

Se debe evitar situar el PT cerca de fuentes de calor, en asentamientos con superficies de arena o piedras finas que pueden ser susceptibles de salir disparadas al efectuar el disparo. Además, no es aconsejable apuntar el sistema en la dirección del sol, porque se puede



enganchar el autodirector.

Con respecto a la orientación, el mástil se puede mover 360° y en elevación, el rango comprende desde -15° hasta +60°. Sin embargo, presenta mayores limitaciones el sistema de puntería, cuyo visor presenta un campo de adquisición visual de $\pm 25^\circ$ en orientación y 15° en elevación. Finalmente, el anteojo de $3 \pm 0,2$ aumentos, presenta un campo, aún más restringido, de $14 \pm 0,2$.



Figura 1: PT MISTRAL. Fuente: Web del ET (MINISTERIO DE DEFENSA, 2016).

El misil de guerra cuenta con un sistema de guiado por navegación proporcional y con un autodirector de tipo pasivo e infrarrojo. El misil cuenta con una carga de guerra high explosive (HE) de 3kg, que se activa por impacto o mediante el uso de una espoleta de proximidad láser, y con unas 2000 bolas de Tungsteno.

El techo del misil es de 2000 m, el alcance máximo es de 5300 m y el mínimo de 600 m. El tiempo máximo en vuelo es de 14 s y la velocidad máxima es de 830 m/s que se alcanza a los 2,65 s.

El conjunto pila-refrigerador (CPR) es un equipo estanco, con un depósito de 50 cm³ que contiene el gas argón. La presión del conjunto es de 700 MPa a 20°C, la pila es cebable de tipo térmico y no es reutilizable. Tiene una autonomía de 45 s y produce unas tensiones de ± 22 V y +12 V.

Se analizará a continuación el **COAAS-L**, estudiando sus distintos componentes.

El primer elemento es el radar RAVEN, se puede ver en el anexo A, que tiene una potencia transmitida de 20 W, cuenta con 18 frecuencias y su antena gira a una velocidad de 10,15 o 20 revoluciones por minuto (RPM). Tiene un alcance de 20 km, la banda de operación es la I/J, los modos de interrogación son: 1,2,3/A y 4. La potencia del transmisor identificación amigo o enemigo (IFF) es de 150 W y se instala utilizando un remolque ligero.

El peso máximo en orden de marcha es de 1350 kg. El viento máximo es de 100 km/h cuando se encuentre desplegado el mástil de antena. Al igual que el PT no se debe operar en condiciones climatológicas extremas. No debe asentarse en visión directa con otros equipos electrónicos de gran potencia como grupos electrógenos u otros radares. El grado de pendiente máximo es de 10°.

El siguiente elemento es la UCE. Su consola tiene un peso de 110 kg, el tiempo medio entre



fallos (MTBF) de la consola es superior a las 600 horas. Puede establecer enlaces con hasta:

- 2 radares RAVEN.
- 12 TI.
- Con el Sistema de Mando y Control del Ejército de Tierra (SIMACET).
- Otro COAAAS-L o superior.

Tiene las mismas condiciones para la pendiente máxima que el radar RAVEN, un máximo de 10°.

El TI tiene un peso de 6 kg, una autonomía de más de 4 horas cuando emplea baterías. Su MTBF es superior a las 800 horas.

A continuación, se analizará el penúltimo elemento, la **cámara térmica SVT-2M**, que tiene un campo ancho de 14,2° x 8,7° y un campo estrecho de 4,7° x 2,9°. El tiempo de enfriamiento es inferior a los 8 minutos, la alimentación es por medio de vehículo o baterías. La autonomía es de 4 horas empleando baterías, la altitud máxima es de 3000 m y las temperaturas límite son -20°C y +52°C para operarla. Para el almacenamiento, la temperatura mínima se mantiene y la máxima sube hasta los +63°C, por último, la humedad máxima en operación es del 95% a +40°C.

Finalmente, encontramos el **sistema de integración lanzador misil (SILAM)** que recibe la alimentación de un vehículo o por baterías del TI. El controlador de interfaces tiene un peso de 1,1 kg, el subsistema de anillos colectores y transductor angular sobre mástil (SACTM) pesa 1,05 kg. El conjunto adaptación afuste pesa 1,2 kg.

La temperatura de almacenamiento va desde los -35°C hasta los +71°C. El intervalo para operación va desde -25°C hasta +52°C. La humedad máxima es del 95% a 35°C.

A modo de conclusión, se incluye la siguiente tabla resumen:

COMPONENTES	VOLUMEN (L)	PESO (kg)
PUESTO DE TIRO		
Puesto de tiro replegado	316,25	22,5
Sistema de puntería	7,02	1,8
CDO	2,88	1,5
MUNICIÓN		
Munición de guerra	83,63	24,5
CPR x2	40,12	1,7
SISTEMA COAAAS-L		
UCE	SIN DATOS	110
TI	SIN DATOS	6
CÁMARA TÉRMICA SVT-2M		
Sensor SVT-2M	6,75	5
Conjunto alimentación digital	3,54	1,5
Conjunto alimentación vehicular	3	1,5
Conjunto alimentación a red	3,24	1,5
SILAM		
Conjunto controlador de interfaces	1,17	1,1
Conjunto SACTM	SIN DATOS	1,05

Tabla 3: Resumen dimensiones componentes MISTRAL. Fuente: Elaboración propia (Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2020).



3.2.2. NASAMS

El segundo sistema de armas que se va a analizar es el NASAMS. La unidad base de UDAA en este sistema es el grupo. El grupo NASAMS se compone de un elemento de mando, de una PLMM, de una batería de plana mayor, tres baterías de armas NASAMS y finalmente una batería de servicios. Cuando es la unidad base de una UDAA tiene capacidad de integrar un máximo de 4 baterías de armas NASAMS, además puede agregar UT de otros sistemas de armas que complementen sus funciones. (Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2016).

Además, en el caso de que no se encuentre como la unidad base en una UDAAA puede proporcionar una UT de entidad batería a la estructura operativa. Es un sistema que proporciona DAAA a muy baja, baja y media cota. El alcance del sistema es de 25 km y su techo de 8 km. (Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2021).

A continuación, se van a exponer los principales elementos que necesita el sistema NASAMS para poder ser operado, se pueden ver en el anexo B.

El primero de ellos es el **FDC**, que es el elemento de mayor relevancia en una batería de armas NASAMS. Es el elemento que permite tener el control de la batalla antiaérea en tiempo real. Para ello, proporciona el control táctico de las armas e integra y gestiona las comunicaciones y la inteligencia.

Mientras el FDC se encuentra operando realiza la función de integrar y controlar dos elementos fundamentales en el tiro, los sensores y los lanzadores. Gracias a esta labor, los sistemas se complementan unos a otros y funcionan de forma conjunta. Esto quiere decir que se pueden llevar a cabo las tareas básicas de una unidad de AAA, detección de trazas, identificación como hostiles, aliadas o desconocidas, evaluación, adquisición y en el caso de ser preciso destrucción de los objetivos aéreos hostiles.

La tripulación del FDC se compone del oficial de control táctico (TCO), el auxiliar de control táctico (TCA) y el auxiliar de comunicaciones (CA).

El sistema se materializa de forma física en una cabina sobre camión. Tiene un peso de 4.700 kg, un ancho de 2,43 m y un alto de 2,44 m. La longitud total es de 5,20 m, mientras que la longitud de la cabina de forma aislada es de 4,00 m.

Un FDC que se encuentre aislado se puede integrar de forma ascendente con un ARS o con un FDC superior y de forma descendente tiene la capacidad de integrar un máximo de tres FDC subordinados.

El radar se integra con el FDC mediante cable de campaña con una distancia límite de 1 km. Los lanzadores se pueden integrar vía radio, con una distancia máxima de 40 km o haciendo uso de la fibra óptica con una distancia tope de 2,6 km. El número máximo de lanzadores que se pueden integrar es de 9.

Existen tres modos de disparo en el sistema NASAMS. El primero es simple, se realiza un único disparo por secuencia de fuego. El segundo es cluster, disparo de varios misiles desde un mismo lanzador a la misma traza. El tercero es ripple, que consiste en disparar varios misiles desde dos lanzadores a una misma traza.

El segundo elemento que se va a desarrollar es el **Radar MPQ-64M1**. Las misiones de este radar son las siguientes:

- Proporcionar alerta temprana, datos de adquisición y seguimiento y clasifica las trazas.
- Proporcionar datos de puntería 3D.



- Identificar en tiempo real las trazas.

Se puede emplear para combatir aeronaves de ala fija y rotatoria, RPAS y misiles tanto de tipo crucero como aire-superficie.

Es de impulsos de tipo Doppler, por lo tanto, emplea el cambio que se produce en la frecuencia que recibe el radar cuando la amenaza aérea se desplaza. Este cambio en la frecuencia permite conocer la posición del objetivo, que puede intentar emplear técnicas de disuasión para mantener su distancia constante.

Su integración con el FDC se realiza a través de cable de campaña, pudiendo ser desplegado a una distancia máxima de 1 km. Una característica notable de este radar es que solamente es necesario un operador para su empleo.

El modo de transporte es mediante un remolque. Su altura con la antena plegada horizontal es de 2,50 m. Tiene una anchura de 2,13 m, una longitud de 4,38 m y un peso de 1.823 kg.

Posee capacidad todoterreno. El sistema necesita disponer de una fuente de alimentación con un voltaje de al menos 208 VAC trifásicos, una frecuencia de 400 Hz y una potencia de 5 kW.

La temperatura en operación se debe encontrar entre los $-46\text{ }^{\circ}\text{C}$ y los $52\text{ }^{\circ}\text{C}$, sin embargo, cuando el sistema no está operando, la temperatura mínima es la misma, mientras que la máxima sube hasta los $71\text{ }^{\circ}\text{C}$. La altitud máxima en operación es de 3.048 m y cuando no se encuentre en operación aumenta hasta los 12.192 m.

El viento máximo permitido cuando el radar está operando es de 84 km/h con ráfagas de hasta 121 km/h. Estas cifras aumentan cuando se encuentra sin operar hasta los 105 km/h con ráfagas de hasta 161 km/h.

La velocidad de transporte depende del tipo de vía por la que circule el radar remolcado, siendo las velocidades máximas de 65 km/h en autovía o autopista, de 48 km/h en carretera convencional y de 13 km/h en caminos no asfaltados. El desnivel lateral máximo permitido es del 20% y el longitudinal del 32%.

La banda de trabajo es la Banda X. El lóbulo principal es de tipo pincel con barrido en 3D. El sistema realiza exploración electrónica tanto en frecuencia como en fase. Su velocidad de exploración es de 30 RPM en ambos sentidos.

Su volumen de exploración es de 360° en orientación, 75 km de alcance y entre 20° y 22° seleccionable en elevación.

Su volumen de seguimiento es de 360° en orientación, 75 km de alcance y un ángulo comprendido entre los 10° y los 55° seleccionable en elevación.

El seguimiento tiene una precisión de 0, 2° en orientación y elevación y de 40 m en distancia. El sistema tiene capacidad para realizar el seguimiento de más de 60 trazas simultáneamente.

El sistema también cuenta con una serie de medidas de protección electrónica (EPM), entre las que destacan la existencia de un plan de control de emisiones (EMCON) controlado por el FDC. Otras están encaminadas a reducir su vulnerabilidad contra los misiles anti radiación (ARM). Además, cuenta con un control de emisiones electrónico.

El tercer elemento por estudiar es el **lanzador NASAMS**. El conjunto proporciona una plataforma de lanzamiento con capacidad para ser remolcada por un camión. La capacidad es de hasta seis misiles tipo AIM-120 AMRAAM. La plataforma permite que los misiles alcancen el blanco de una forma más eficaz ya que parten desde una posición inicial más favorable.



El lanzador es el encargado de que se produzca el enlace eléctrico entre misil y FDC. La integración entre lanzador y FDC se materializa vía radio (distancia máxima de 25 km) o vía cable ordinario (distancia máxima de 8 km). Esto es crucial a la hora de proporcionar datos sobre el vuelo del objetivo, para que el misil pueda adaptar su trayectoria en vuelo.

Tiene la posibilidad de realizar fuego en los 360° y presenta un ángulo de 30° en elevación. Posee seis celdas individuales de misiles. Proporciona datos del objetivo actualizados mientras el misil se encuentra en vuelo. Tiene una cadencia de disparo de 2 s.

Cuenta con la opción de ejercer el control en modo local y también en remoto. Permite el disparo degradado desde el propio lanzador. Gracias a sus características no es necesario que exista línea de visión directa con el objetivo ya que los misiles cuentan con su propio sistema de búsqueda activa. El sistema puede controlar el vuelo de hasta seis misiles en vuelo y posee capacidad todo camino.

El lanzador se transporta mediante un camión. El sistema tiene un peso de 7.200 kg cuando se encuentra cargado con seis misiles.

El peso cuando no tiene misiles es de 6280 kg. Tiene una anchura de 2,54 m, que aumenta hasta los 3,05 m cuando se extienden las patas. Cuenta con una altura de 2,5 m, que crece hasta alcanzar los 4,24 m.

La longitud del sistema es de 4,55 m, la potencia de consumo del grupo electrógeno es de 11 kVA y la pendiente máxima que puede tener el asentamiento es de 7°.



Figura 2: Lanzador NASAMS. Fuente: Web del ET (MINISTERIO DE DEFENSA, 2015).

El último elemento que se va a analizar es el **misil AIM-120 AMRAAM**. Como características básicas, cabe destacar que es un misil de tipo dispara y olvida, que quiere decir que el misil posee sistemas de autoguiado que permiten no tener que guiar el misil desde tierra una vez que se encuentra en vuelo.

El misil se puede emplear desde una altura muy reducida y se puede empeñar sobre varios objetivos de forma simultánea. Además, la robustez de sus sistemas le permiten mantenerse operativo en ambientes agresivos de guerra electrónica (EW).

La forma preferente de actuación es mediante la técnica Look Down, en la que el misil ataca el objetivo desde arriba hacia abajo. El misil no necesita tener una línea de visión directa con el



objetivo para realizar el guiado hasta alcanzarlo. El misil es capaz de combatir aeronaves tanto de ala fija como rotatoria, también RPAS y misiles tanto aire-superficie como de crucero.

El misil tiene una longitud de 3,65 m. Cuenta con un diámetro de 0,178 m. Su envergadura con alas es de 0,482 m. Su centro de gravedad (CG) se encuentra a 2,2 m medidos desde la punta del radomo.

El peso del misil es de 162 kg. Emplea un sistema de autoguiado y navegación proporcional con guía activa. La cabeza del misil es prefragmentada. Cuenta con un motor cohete que funciona con combustible en estado sólido. Cuenta con una espoleta que indica la cercanía de firma radar.

En cuanto a alimentación eléctrica, las tensiones externas son de 115 V, con tres fases y una frecuencia de 400 Hz.

La siguiente tabla sintetiza la información anterior:

COMPONENTES	VOLUMEN (L)	PESO (kg)
FDC	30831,84	4700
Radar	23323,5	1823
Lanzador	28892,5	6280
Misil	90,83	162

Tabla 4: Resumen dimensiones componentes NASAMS. Fuente: Elaboración propia (Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2021).

3.2.3. HAWK

Se trata de un sistema de armas de origen estadounidense que se encuentra en dotación en las unidades españolas de AAA desde el año 1965 y cuya presencia se planea extender hasta al menos el año 2030. (Carrasco, 2021). Tiene un alcance de 40 km y un techo de 18 km.

La unidad base cuando se emplea este sistema de armas es el grupo. El grupo HAWK se compone de un elemento de plana mayor de mando, una batería de plana, tres baterías de armas, una batería de servicios y una última batería encargada de mantenimiento de tercer escalón del sistema, denominada unidad de apoyo directo (UAD). (MANDO DE ARTILLERIA ANTIAEREA, 2008).

Una batería HAWK de armas cuenta con los siguientes elementos; un puesto de mando de batería (BCP), dos radares iluminadores de alta potencia (HIPIR), un radar de exploración de onda continua (CWAR), un radar de adquisición de pulsos (PAR), dos escalones de fuego, que cuentan con 3 lanzadores cada uno, y varios grupos electrógenos (GG.EE). Se pueden visualizar en el anexo C.

El despliegue de la batería HAWK se debe realizar teniendo en cuenta las características tanto de los vehículos que remolcan los distintos elementos, que son de gran tonelaje, como del propio terreno. Además, los distintos equipos imponen una serie de condiciones para optimizar su función.

El BCP debe estar en una posición centrada en el despliegue porque recibe conexiones por cable de todos los equipos. La antena del BCP no debe elevarse jamás en un ángulo superior a los 30°, sino disminuiría el alcance del radar. Finalmente, no debe existir línea de visión directa entre el equipo de aire acondicionado y los equipos de continua.



El radar CWAR se debe situar en el punto más alto del terreno, de manera que se encuentre alejado de las fuentes de clutter. Además, tiene que situarse de forma que se encuentre aproximadamente en la dirección de la amenaza prioritaria (PTL). Debe tener visión directa con otro radar para orientar el aparato.

Los HIPIR se sitúan en el segundo punto más elevado del despliegue, a ambos lados de la PTL de forma que cada HIPIR cubra un sector. Deben tener visión directa con los iluminadores.

El radar PAR ubicado en el siguiente punto más alto, una vez que se hayan situado el CWAR y los HIPIR. La parte más elevada del PAR debe estar cuando sea posible situada por debajo del horizonte de los radares CWAR y HIPIR.

Los lanzadores se deben situar en una posición en la que permitan una perfecta visión a los radares. Además, se intentará que tengan visión directa con uno o dos HIPIR, s. El último criterio de despliegue de los lanzadores es que no exista ninguna obstrucción que implique un ángulo de elevación que supere las 150⁰⁰ a una distancia menor de 2 km.

Los GG.EE se ubicarán en el punto más bajo posible y no pueden tener línea de visión directa con los radares de continua.

En lo respectivo a los vehículos es importante que el asentamiento tenga entradas accesibles para los vehículos y la pendiente debe ser como máximo de 10°. La vegetación debe ser suficiente como para ofrecer un cierto grado de cobertura a la unidad, pero no debe ser tan frondosa como para suponer un problema a la eficacia de los radares.

En el asentamiento se deben cumplir una serie de distancias mínimas. La distancia mínima entre un radar y otro o entre un radar y GG.EE es de 30 m. Los HIPIR se deben situar a una distancia mayor de 40 m. La distancia a edificios debe ser mayor que 137 m cuando no estén revestidos y de 274 m cuando si lo estén. La distancia a autopistas, carreteras y ferrocarriles debe superar los 165 m. Finalmente, la distancia de lanzador a lanzador y de lanzador a HIPIR debe ser mayor o igual a 61 m.

Se analizarán a continuación los principales elementos que se han mencionado previamente y que componen una batería HAWK.

El **BCP** es el centro de control de fuego y el puesto de mando de la batería o de la sección de asalto (AFP). Otorga la capacidad de empeño tanto en modo automático como en manual haciendo uso de pantallas, controles y equipos de procesado de datos.

Permite establecer comunicaciones con el escalón superior y tener el control táctico de la batería al tener el control en remoto de los radares y una representación gráfica de la información que éstos obtienen.

Físicamente se encuentra montado sobre un remolque de tipo M-390. La BCP cuenta con cuatro ordenadores primarios que son TDECC, SROC, ADP Y SDP.

El peso con remolque es de 4459 kg, sin él es de 2913 kg. La altura es de 4,32 m con el IFF en posición y de 3,33 m con el IFF recogido. El ancho es de 2,44 m y la longitud de 5,21 m. La tensión de funcionamiento es de 416 V.

El siguiente elemento es el **radar PAR**. Se trata de un radar de impulsos que funciona a media y gran altura para detectar blancos. Cuando funciona como radar de adquisición suministra tanto el acimut como la distancia de detección de la aeronave, para permitir que los misiles tengan una capacidad óptima de interceptación.

Habitualmente se emplea como radar maestro, mientras que el CWAR y el IFF se



encuentran subordinados.

Para alimentar el sistema es necesario un voltaje de 416 Vac \pm 21 Vac. La frecuencia de trabajo es de 400 Hz \pm 20 Hz y su potencia es 16 kW.

En el transmisor la emisión se realiza por medio de impulsos de frecuencia de repetición (RF) y opera en la banda D. La frecuencia de repetición de pulsos (PRF) es fija en 673 pulsos por segundo (PPS).

El ancho impulso es de 3 microsegundos, el valor máximo de la potencia de emisión es de 450 kW y el alcance es de 110 Km limitado por la consola que lo representa de forma gráfica. El receptor tiene una frecuencia de trabajo de 30 MHz y un ancho de banda de 0,5 MHz. La antena direccional es de tipo parabólica con lóbulo COSEC2.

Su ganancia es de 27 dB, la polarización es horizontal y realiza el giro a 20 RPM. El haz radar tiene una amplitud de 44⁰⁰ en horizontal y de entre 19⁰⁰ y 800⁰⁰ en vertical. La distancia mínima que se debe respetar cuando la antena esté girando es de 16 m.

El tercer equipo que se va a analizar es el **CWAR (AN/MPQ-62)** que es un radar de exploración de onda continua que proporciona azimut, distancia y velocidad a baja y media cota. Sin embargo, no proporciona datos de altura, por lo que no es 3D.

Proporciona seguimiento de tipo seguimiento durante el escaneo (TWS), en el que una parte de las capacidades del radar se dedican al seguimiento de las trazas, pero manteniendo la exploración del espacio aéreo. La misión principal del CWAR es detectar blancos a baja cota para proporcionarle esos datos a la batería.

La alimentación del sistema requiere de un voltaje de 416 Vac, la frecuencia de trabajo es de 400 Hz y tiene una potencia máxima de 6,4 kW.

El transmisor realiza la emisión mediante radio frecuencia de onda continua. Opera en la banda J, su potencia es de 350 W y su alcance es de 77 km cuando trabaja en onda continua (CW) y de 70,6 km cuando opera en frecuencia modulada (FM).

El receptor es del tipo de banda lateral única y su frecuencia intermedia es de 8 MHz. Dispone de 4 canales cuando trabaja en acercamiento (el objetivo se acerca al radar) y de 2 cuando opera en alejamiento (el objetivo se aleja del radar).

La velocidad de detección del receptor en acercamiento es de 4000 km/h como máximo y de 160 km/h como mínimo. Sin embargo, cuando trabaja en alejamiento la velocidad máxima disminuye hasta los 1696 km/h mientras que la mínima permanece constante.

El radar emplea una antena de tipo reflector paraboloide con dipolo múltiple, éstas son aquellas que emiten radiación de forma que su emisión se asemeja al patrón de un dipolo eléctrico. La ganancia de la antena es de 39 db, su polarización es horizontal y gira a una velocidad de 20 RPM.

Con respecto a la seguridad, las distancias de seguridad que se deben mantener con el radar son de 36 m cuando la antena está girando y de 74 m cuando está estacionaria.

El cuarto equipo que se va a estudiar es el **HIPIR (AN/MPQ-61)**. Es un radar de seguimiento, que proporciona a la batería el enganche, seguimiento e iluminación de aquellos objetivos que se le designen. Para llevar a cabo su función emplea el efecto Doppler, que se ha explicado previamente en el análisis del radar empleado por el sistema NASAMS.

En una batería encontramos dos radares HIPIR que no necesitan trabajar juntos necesariamente y permiten por lo tanto hacer frente a dos amenazas diferentes que atacan de



forma simultánea.

La tensión a la que opera el sistema es de 416 ± 21 VAC, su frecuencia es de 400 ± 20 Hz y su potencia es de 25,5 kW.

El transmisor es de tipo CW con modulación. Opera en la banda de frecuencia de 10 a 10,25 GHz, con 14 frecuencias seleccionables. La potencia del haz principal es de 1520 W y la del haz lateral es de 380 W. La distancia de detección es de hasta 70 km.

Cuando trabaja en aproximación detecta objetivos con una velocidad mínima de 172,8 km/h y con una máxima de 6660 km/h. En modo alejamiento la velocidad mínima se mantiene y la máxima se reduce hasta los 1116 km/h.

El receptor dispone de un espectro de frecuencias Doppler comprendido entre los 3 kHz y los 125 kHz cuando funciona en aproximación y otro comprendido entre los 3 kHz y los 20 kHz cuando el modo de trabajo es alejamiento.

El radar dispone de una antena principal que cuenta con un reflector parabólico de 37,5 db y de otra de ángulo ancho "LASHE" de 14,5 db. El peso total del radar es de 4311 kg. La inclinación máxima del terreno para asentar el radar es de 10° . La longitud es de 4,75 m, la anchura es de 2,44 m y finalmente la altura es de 3,49 m.

El último equipo que se va a analizar es el **Lanzador M192E1**, se trata del lanzador analógico que se encuentra en dotación en el Grupo I/74, también existe una versión digital que no se estudiará.

El lanzador se compone de un remolque que dispone de una plataforma de lanzamiento, con capacidad de disparar 3 misiles. Estos 3 misiles se apuntan de forma simultánea con el movimiento hidráulico de la cuna. El giro en azimut es de 360° y el movimiento en elevación se encuentra limitado al intervalo de -4° y $+70^\circ$.

La longitud del lanzador es de 4,37 m, su ancho es de 2,44 m y la altura es de 2,34 m cuando se encuentra sin misiles y alcanza los 5,92 m cuando los misiles se encuentran en posición de máxima elevación. El peso del equipo es de 2091 kg cuando no tiene misiles y de 3997 kg cuando si tiene.



Figura 3: Lanzador HAWK. Fuente: (MINISTERIO DE DEFENSA, 2016).



3.2.4. PATRIOT

El PATRIOT es un sistema misil desarrollado por la empresa norteamericana Raytheon diseñado en los años 70, que se emplearon por primera vez durante la guerra del golfo en 1991. En el ejército español entró en servicio en el año 2005.

El sistema se califica como móvil de DAA y proporciona la posibilidad de actuar en cortos y en largos alcances. Puede actuar desde muy baja hasta alta cota y con capacidad todo tiempo. Tiene un alcance máximo de 70 km y cuenta con un techo máximo de 24 km.

La unidad base cuando este sistema de armas es el principal es el grupo. El grupo PATRIOT se compone de un elemento de plana mayor de mando, una batería de plana, tres baterías de armas y una batería de servicios. Las baterías de armas cuentan cada una con tres pelotones de lanzamiento que disponen a su vez de dos lanzadores. (GAAA III/73, 2019).

Se van a exponer los equipos principales que componen una batería PATRIOT de armas. Pueden verse en el anexo D. En primer lugar, encontramos la **Estación de control de empeño (ECS)**. Es el centro de operaciones que lleva a cabo el control de la Batería. En la estación se desarrollan las funciones de la Batalla aérea en tiempo real.

La estación permite la tanto la integración vertical ascendente y descendente como la horizontal. Esto se materializa a través de establecer comunicación con sus lanzadores, otras unidades de fuego (UF) PATRIOT y con los escalones superiores. La tripulación en combate se compone de tres operadores. Dos de ellos se encargan de las consolas, el oficial táctico (TCO) y el auxiliar de control (TCA) y encontramos también un operador de comunicaciones.

Las comunicaciones entre lanzadores y ECS se materializan de dos formas diferentes, vía cable o enlace digital de datos (DLT). La distancia a la que se pueden situar los lanzadores es muy diferente ya que, si el enlace se realiza mediante cable, la distancia máxima es de 1 km mientras que cuando el enlace se realiza vía DLT la distancias es de unos 10 km.

La estación tiene la capacidad de detectar las averías de los distintos equipos que integra gracias a la configuración de su software, lo cual supone una gran ayuda para el personal responsable del mantenimiento. La ECS se encuentra de forma física montada sobre un shelter climatizado y protegido contra ambiente nuclear, biológico y químico (NBQ) e impulsos electromagnéticos.

El segundo equipo es el **radar AN/MPQ-53**, se trata de un radar multifunción, que reúne todas las tareas necesarias para el sistema, permite la búsqueda, identificación, adquisición, seguimiento y guiado del misil. El radar incorpora tecnología phased array, en español de antenas en fase, que permite al operador potenciar el diagrama de radiación global en direcciones concretas al contar con varias antenas. El radar dispone para ello de una antena principal, de 2,44 m de diámetro y forma circular, que está compuesta por 5161 elementos que son capaces de emitir radiación. (Misiles, 2021).

El alcance del radar es de 3 a 170 kilómetros. El radar trabaja en la banda G/H y dispone de medidas EPM. Es un radar de tipo 3D, es capaz de realizar sus funciones y aportar datos en las 3 dimensiones espaciales. Este dato es clave para la funcionalidad antimisil, que es la principal que el sistema aporta al ET, ya que al proporcionar datos de gran precisión en altura de las trazas se facilita la labor del misil.

El sistema de guiado en las fases inicial y media se realiza mediante teleguiado indirecto. En los sistemas de teleguiado, el elaborador de órdenes es externo al misil y en los sistemas indirectos, el sistema detector de la posición misil-blanco se encuentra situado en un dispositivo distinto del elaborador de órdenes. Por lo que en el caso del PATRIOT, el elaborador de órdenes



se encuentra en la ECS y el sistema detector de la posición misil-blanco se halla en el misil.

En la fase terminal incorpora un guiado propio del Sistema PATRIOT llamado Track via misil (TVM), en español enganche a través del misil, que le aporta una gran precisión.

Con respecto a las capacidades máximas de procesamiento, el radar puede seguir un máximo de 100 objetivos a la vez y empeñarse sobre 9 de esas trazas.

El tercer elemento es el **Lanzador**, éste es el elemento que se encarga de transportar, apuntar y lanzar los misiles. Su otra función principal es la de transmitir las diferentes órdenes de fuego a los misiles durante el tiro.

Para realizar la recarga de los misiles cada Batería tiene varios equipos grúa (GMT), por sus siglas en inglés, que permiten realizar de una forma rápida la recarga de los lanzadores desplegados.

En Operaciones el lanzador es controlado en remoto desde la ECS. Actualmente España tiene en dotación misiles con la configuración PAC-2. En esta configuración cada lanzador puede transportar hasta 4 misiles. Sin embargo, tras el aumento de los presupuestos para defensa nuestro país adquirirá la versión PAC-3 del sistema misil, en esta configuración dispone de hasta 16 misiles. (Carrasco, 2022).

El lanzador tiene un peso de 6800 kg, que aumenta hasta los 30.200 kg cuando se encuentra montado sobre camión y con 4 misiles. Su ancho es de 2,98 m, su longitud es de 10,65 m y su altura es de 3,32 m.

La pendiente máxima del terreno es de 10° y se reduce hasta los 5° cuando se ha nivelado. La energía requerida es de 120|208 VAC, con una frecuencia de 400 Hz y una potencia de 15 kW. Las temperaturas mínimas y máximas de operación son -45,6 ° y 48,9 °.



Figura 4: Lanzador PATRIOT. Fuente: (Huertas, 2015).

El **misil PATRIOT** es un misil de tipo superficie-aire de largo alcance desarrollado por las empresas estadounidenses Raytheon y Lockheed Martin. Es certificado, lo que significa que solo requiere de labores mínimas de mantenimiento.



3.3. Conceptos básicos de táctica

Se considera relevante para el adecuado desarrollo del trabajo, la explicación tanto de los principios de la DAA, como de los fundamentos de empleo de la AAA.

3.3.1. Principios de la DAA

- Principio de masa: Éste se lleva a cabo cuando los medios de DAA son suficientes como para concentrar una cantidad de proyectiles que sean capaces de hacer frente a la amenaza que la unidad esté sufriendo de forma eficaz.

Esto permite la defensa de los objetivos que se le hayan encomendado previamente en la lista priorizada de objetivos a defender (PDAL). Además, gracias a esta acumulación de medios, se consigue disponer de múltiples orígenes de fuego, que nos facilitarán nuestro planeamiento y complicarán el del enemigo.

Nuestro objetivo final es lograr la disuasión del enemigo y que no sobrevuele la zona de nuestro despliegue.

- Principio de armas complementarias: Se basa en la utilización de medios con distintos propósitos y características para disponer de una defensa más eficaz. Se consigue al aprovechar las fortalezas de los distintos sistemas, paliando las posibles debilidades que tendrían si actuaran aislados.

Al igual que en el caso anterior, este principio nos permite dificultar el planeamiento del enemigo ya que se dispone de una mayor capacidad para hacer frente a amenazas muy diversas. En último lugar, mediante su aplicación se obtiene una ventaja de tipo logístico, ya que al disponer de distintos sistemas de armas se reduce el número total de misiles a emplear.

Esto se consigue porque al disponer de misiles con distintas capacidades se puede hacer un uso más eficiente, empleando cada SA para la misión que se adapta mejor a sus características. Si solo se emplease un SA se emplearía un mayor número de misiles en total porque no todas las amenazas se amoldarían a su uso óptimo.

- Principio de movilidad: Se pueden estudiar dos vertientes de este principio. En primer lugar, la movilidad estratégica, que hace referencia a la proyección de los sistemas de armas para desempeñar las distintas misiones que se les encomienden en el teatro de operaciones (TO).

En segundo lugar, tenemos que hablar de la movilidad táctica, que es la capacidad que tiene la unidad poseedora de los sistemas de armas para moverse por el terreno manteniendo la operatividad de la unidad.

En función de las características de los sistemas de armas, tales como el peso del sistema, las necesidades de personal y material y el tiempo de entrada en posición, la unidad contará con una mayor flexibilidad para variar su despliegue sobre el terreno o no. Todos estos factores contribuirán a realizar una mejor defensa de los objetivos y a asegurar la propia supervivencia.

- Principio de integración: Se basa tanto en transmitir el propósito del mando a todas sus unidades subordinadas (integración vertical) como en permitir que entre las distintas unidades que se encuentren conformando una organización operativa conozca con exactitud la misión (integración horizontal).



La integración también se debe aplicar con el sistema de defensa aéreo y el sistema de control del espacio aéreo. Para ello son fundamentales tanto la unidad de doctrina como la unidad de esfuerzos, que sumados a los medios de sistema de mando e información (CIS) permiten la completa integración.

3.3.2. Fundamentos de empleo de la AAA

El primero de ellos son los cometidos de las unidades de AAA. Existen tres cometidos principales que son: protección de fuerzas, defensa de zona y defensa de punto.

La protección de fuerzas se desarrolla cuando la unidad de AAA se encuentra integrada en una estructura operativa con unidades de otras especialidades fundamentales. Para llevar a cabo este cometido, se encargará de proporcionar seguridad a una unidad de maniobra, es decir a una unidad de infantería o de caballería. Esto implica una cierta complejidad para coordinar ambos planeamientos. Para alcanzar una coordinación eficaz es clave el enlace entre las unidades, además el jefe de la unidad apoyada marcará el planeamiento antiaéreo al exponer sus prioridades.

La defensa de zona consiste en desplegar a la unidad en una extensión de terreno acorde a sus capacidades con la misión de llevar a cabo una acción defensiva en la que no se establecen prioridades. El objetivo es negar la acción del enemigo en la zona ocupada gracias a la disuasión que producen los sistemas de armas.

La defensa de punto se lleva a cabo cuando la defensa se realiza en torno a un elemento, a diferencia de la de zona en la que no existían elementos predilectos. Con respecto al objetivo a defender, si bien no tiene que ser puntual, tiene unas dimensiones reducidas. Además, se trata de elementos relevantes ya sea para la unidad o incluso a nivel estratégico.

El segundo elemento que se va a estudiar son los criterios de despliegue. Los criterios de despliegue son una serie de guías, que tienen una gran importancia de cara a la disposición táctica que vaya a adoptar la unidad.

A la hora de planear una defensa antiaérea se lleva a cabo un planeamiento en el que los criterios de despliegue deben estar presentes. Además, se conjugan con el objetivo a defender, la amenaza aérea y los sistemas de armas, que pueden ser variados.

Los criterios de despliegue se agrupan en pares, en algunos casos los criterios son de carácter contrario, aunque también existen los complementarios.

El primer par está formado por el apoyo mutuo y el solape de fuegos. En el apoyo mutuo las UT cubren mutuamente aquellas zonas en las que no tienen capacidad de actuación, son las denominadas zonas muertas. La correcta aplicación de este criterio permite que las unidades tengan una mayor protección. Aunque es reseñable mencionar que cuando se emplea el mismo sistema de armas el despliegue es más eficiente, ya que se logra una mayor simetría al contar con el mismo alcance.

Cuando el apoyo mutuo no es posible se recurre al solape de fuegos. En este caso, los alcances se solapan, pero no se llega a cubrir la zona muerta de la unidad contigua.

La segunda pareja es la defensa equilibrada y ponderada. En el primer caso, no existe una dirección preponderante y en consecuencia se adopta un despliegue en el que todas las direcciones deben tener un grado de seguridad similar.

En la defensa ponderada existen direcciones preferentes que son aquellas que estarán mejor protegidas en el despliegue.



La tercera de las parejas es la formada por los criterios de acción lejana y acción en profundidad. La acción lejana tiene como objetivo actuar sobre la amenaza antes de que el enemigo pueda emplear su armamento contra nuestro despliegue. Para la adecuada ejecución de este principio es clave el correcto funcionamiento de los radares, para disponer de tiempo suficiente para responder a la amenaza.

La acción en profundidad consiste en situar las UT de forma que puedan actuar sobre las amenazas más lejanas posibles, pero manteniendo la protección del objetivo.

La cuarta y última pareja es la de acción lateral y acción frontal. En este caso, existe una gran dependencia del sistema de armas, ya que en algunos casos éstos presentan un mejor rendimiento cuando actúan de forma periférica al objetivo, siendo preferible la acción lateral. En otros casos, la mayor eficacia se consigue al situar los sistemas de armas sobre las direcciones de aproximación, consiguiendo acción frontal sobre las aeronaves.

4. DESARROLLO: ANÁLISIS Y RESULTADOS

En la primera etapa del método Delphi se seleccionaron a los expertos que conformasen el panel y respondiesen a los distintos cuestionarios que componen el proceso. Se seleccionó a diversos cuadros de mando destinados en el Grupo I/74 (San Roque). En la siguiente tabla figuran los expertos con información relevante sobre su formación:

Empleo	Nombre	Puesto táctico, cursos y despliegues
Capitán	Alex Amor Vicente	Jefe 1º Batería Curso de mando táctico bloque V HAWK digital Curso de mando táctico bloque IV HAWK analógico Curso de control táctico PATRIOT Curso de director táctico PATRIOT Despliegue en Operación AT VI, XI
Capitán	Víctor Hurtado Hurtado	Jefe 3º Sección Curso de control táctico PATRIOT Curso de mando táctico HAWK analógico Curso de mando táctico 35/90 Skydor y MISTRAL Despliegue en Operación AT XI
Capitán	Rafael Priego Martínez	Jefe 2º Batería Curso de control táctico PATRIOT Curso de director táctico PATRIOT Curso de mando táctico NASAMS Curso de mando táctico HAWK analógico Despliegue en Operación AT IV, VII, XI, XV



Teniente	Enrique Lillo Díaz	Jefe de la sección de fuegos de la 1º Batería Curso de control táctico PATRIOT Curso de mando táctico HAWK analógico Despliegue en Operación AT XI, XV
Teniente	José Antonio González Carretero	Jefe de la sección de fuegos de la 2º Batería Curso de control táctico PATRIOT Curso de mando táctico HAWK analógico Despliegue en Operación AT XIV
Teniente	Alberto Pulido Robles	Jefe de la sección de plana de la 1º Batería Curso de control táctico PATRIOT Curso de mando táctico HAWK analógico Despliegue en operación AT XII
Teniente	Miguel Ángel Rodríguez Caballero	Jefe de la sección de fuegos de la 3º Batería Curso de control táctico PATRIOT Despliegue en operación AT XVI

Tabla 5: Panel de expertos. Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente etapa del método Delphi se ha realizado un cuestionario, anexo E, compuesto por doce preguntas en las que se busca conocer la opinión de los expertos consultados sobre diversos aspectos referentes al despliegue que es objeto de estudio en el presente trabajo. Los cuestionarios respondidos por los expertos figuran como anexo F.

4.1. Análisis comparativo mediante radar chart

Una vez recibidas las respuestas del primer cuestionario de los miembros del panel de expertos, se va a realizar en primer lugar un análisis comparativo de las seis características que figuran en el cuestionario preguntadas con una escala numérica.

Los datos obtenidos se han representado mediante un gráfico de radar, también denominado gráfico radial. En el gráfico figuran las medias de las calificaciones que los 7 expertos han asignado a cada uno de los atributos.

A continuación, se va a presentar un gráfico radar en el que aparecen comparados los 4 sistemas de armas que se han estudiado en el presente trabajo. Este gráfico sirve por tanto como resumen de los 4 gráficos, que aparecen en el anexo G, en los que los sistemas aparecen de forma individual.

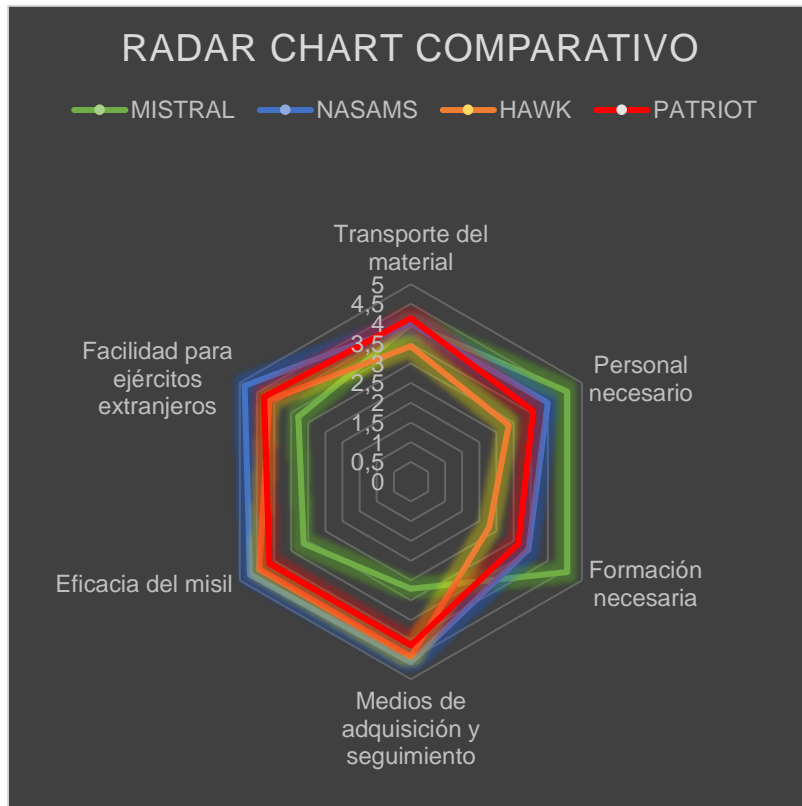


Figura 5: Radar chart comparativo. Fuente: Elaboración propia.

4.1.1. Transporte del material

En el apartado de transporte del material el sistema que ha obtenido una mejor puntuación es el PATRIOT, con una valoración de 4,14 (sobre 5), seguido por los sistemas MISTRAL y NASAMS, ambos con un 4. En último lugar aparece el sistema HAWK con una nota de 3,43.

La amplia experiencia de las unidades de AAA con el sistema PATRIOT en operaciones en el extranjero ofrece una ventaja a la hora de organizar un movimiento desde TN hasta el TO de destino.

Con respecto al NASAMS, a pesar de que también se encuentra desplegado actualmente, el hecho de que este despliegue haya sido más reciente le hace aparecer por debajo. El número y dimensiones de sus equipos no difiere demasiado de los que emplea el sistema PATRIOT.

En cuanto al MISTRAL, se trata de un sistema de armas más ligero que los anteriores, pero que no cuenta con experiencia en el exterior. Además, si bien es cierto que el MISTRAL ofrece una mayor flexibilidad a la hora de ser transportado, esto también puede generar problemas de coordinación entre distintas unidades que transporten el sistema con medios diferentes.

Finalmente encontramos en última posición al sistema HAWK, se trata de un sistema con mayores requerimientos logísticos que los tres anteriores debido a la gran cantidad de equipos de los que requiere tanto de sistemas radar, para llevar a cabo las tareas de exploración y seguimiento, como de grupos electrógenos para alimentarlos.

4.1.2. Personal necesario

En el aspecto del personal necesario para operar el sistema, el mejor valorado es el



MISTRAL con una puntuación muy elevada, de 4,57, en segundo lugar, aparece el NASAMS con 4 puntos de valoración, seguido por el sistema PATRIOT con una valoración de 3,57. Nuevamente aparece en último lugar el sistema HAWK con 2,86 puntos.

En este caso, el análisis es aún más objetivo ya que los distintos sistemas de armas tienen una serie de requerimientos de personal establecidos que se deben respetar en los despliegues. En el caso de los cuadros de mando que se encargan de las funciones tácticas de la batería los cuatro sistemas tienen unos requerimientos muy parecidos.

En el caso de los tres primeros sistemas las necesidades de personal para operar los sensores son similares y las principales diferencias se encuentran en la cantidad de personal encargada de operar los lanzadores, equipos adicionales y de las tareas de mantenimiento.

El sistema HAWK aparece en último lugar por la gran cantidad de personal necesaria para operar los equipos de radar de los que dispone.

4.1.3. Formación necesaria

En la sección de la formación necesaria para poder operar el sistema encontramos un resultado muy similar al que encontrábamos en el tema de personal. Nuevamente el MISTRAL aparece en la cúspide con 4,57 puntos. El NASAMS vuelve a aparecer en segunda posición, pero con una puntuación menor, de 3,43 y lo mismo ocurre con el PATRIOT que baja su puntuación hasta los 3,14 puntos. Finalmente, el sistema HAWK vuelve a cerrar la clasificación con una puntuación de 2,29.

La aparición del MISTRAL en primera posición no es sorprendente ya que numerosas unidades disponen de simuladores, que permiten a los tiradores adiestrarse con un equipo muy similar al que se emplea de forma real.

Nuevamente el sistema NASAMS y PATRIOT aparecen en el cuestionario con resultados similares, esto se debe a que la formación que debe recibir el personal de tropa para operar los lanzadores es algo más compleja y menos accesible que en el caso de MISTRAL. En el tema radar, el sistema NASAMS posee tanto un radar como un FDC más modernos, que lo hacen más intuitivo que el del PATRIOT.

Finalmente, la presencia del sistema HAWK en último lugar se justifica con la variedad de equipos que el personal debe conocer y del que tienen que recibir formación para ser capaces de operarlos. A estos factores hay que sumar la antigüedad de los equipos que provoca que sean más complejos de utilizar.

4.1.4. Medios de adquisición y seguimiento

En primer lugar, encontramos al sistema NASAMS en este apartado con una valoración de 4,57 seguido de muy cerca del HAWK, que cuenta con 4,43 puntos. En tercera posición aparece el PATRIOT valorado con 4,14. En último lugar aparece el MISTRAL con una puntuación de 2,71.

Los tres primeros sistemas presentan puntuaciones similares, pero destaca el sistema NASAMS por la gran precisión con la que detecta los objetivos, el hecho de que sea el más moderno actualmente en dotación y su funcionalidad 3D.

Los radares del HAWK a pesar de ser 2D tienen un gran alcance y una alta eficacia al igual que los sensores del sistema anterior.

El sistema PATRIOT aparece en tercer lugar porque a pesar de que sus especificaciones son muy buenas y presenta tanto un gran alcance como funcionalidad 3D, el radar está más



orientado a la amenaza misil que a la ABT.

El MISTRAL aparece en último lugar ya que sus sensores son bastante más limitados que los mencionados previamente, al no tener funcionalidad 3D, un alcance de 20 km y mayores limitaciones climatológicas en su empleo.

4.1.5. Eficacia del misil

La primera posición es para el sistema NASAMS, con una puntuación de 4,71. En segunda posición aparece nuevamente el sistema HAWK con 4,43 puntos seguido por el misil PATRIOT con 4,14 puntos. Nuevamente la última posición es para el MISTRAL que obtiene una puntuación de 3,14.

El misil AIM-120 AMRAAM que emplea el sistema NASAMS es excepcionalmente robusto en ambientes agresivos de EW y tiene la capacidad de combatir eficazmente cualquier amenaza aérea que se le presente.

El misil HAWK también dispone de una gran versatilidad a la hora de enfrentarse a las amenazas aéreas, pero le penaliza el hecho de no contar con un radar 3D que le permita combatir de forma óptima los misiles balísticos o de crucero. A pesar de ello dispone de un gran alcance y techo.

El misil PATRIOT vuelve a aparecer en tercer lugar por el mismo motivo que en el subapartado anterior, al tener encomendada una misión muy concreta en nuestras FFAA se considera que su versatilidad no es tan grande como en el caso de los dos sistemas mencionados anteriormente. Sin embargo, una vez se lleve a cabo la modernización a la versión PAC-3 Configuración 3 la situación podría cambiar y convertirse en el sistema más eficaz.

En último lugar aparece el MISTRAL, que, si bien con frecuencia los pilotos de helicópteros lo mencionan como el misil que más problemas les genera por no emitir radiación y ser muy difícil de detectar por sus equipos, tiene limitaciones. Su alcance es de 5300 m y su techo de 2000 m.

4.1.6. Facilidad para trabajar con ejércitos extranjeros

El último aspecto que se ha analizado es la facilidad para trabajar con los sistemas en ambiente internacional. El sistema con mayor puntuación es el NASAMS con una puntuación de 4,86, en segundo lugar, encontramos el PATRIOT con 4,29 puntos, en tercer lugar, el sistema HAWK con 4,14 puntos y en último lugar aparece el sistema MISTRAL con una puntuación de 3,29.

El sistema NASAMS se encuentra actualmente en dotación en los ejércitos de los países de la OTAN siguientes; E.E. U.U., Noruega, Lituania, Países Bajos y España. Además, todos ellos disponen de la misma versión y pueden operar sin demasiadas dificultades el sistema de otro país.

El sistema PATRIOT se encuentra presente en las unidades de los ejércitos de los siguientes países pertenecientes a la OTAN; EE. UU., Alemania, Grecia, Polonia, Países Bajos y España. Pero hay que destacar que el único ejército que sigue operando la versión PAC-3 Configuración 2+ en ambiente OTAN es el español. Con la adquisición del PAC-3 Configuración 3 será más sencillo trabajar con el sistema en entornos multinacionales.

El sistema HAWK está activo en varios países OTAN que se detallarán a continuación. Encontramos a Rumanía, Turquía, Grecia, Suecia y Países Bajos. Pero al igual que ocurre con el PATRIOT al tratarse de un misil con una trayectoria tan dilatada existen numerosas versiones y no todos los países cuentan con la misma versión. A esta dificultad hay que sumar el hecho de



que existen lanzadores tanto analógicos como digitales que no son completamente interoperables.

En último lugar encontramos el sistema MISTRAL. Lo encontramos en dotación en los ejércitos OTAN de Austria, Bélgica, Estonia, Finlandia, Francia, Hungría, Noruega y España. Pero al igual que en el caso anterior existen varias versiones del misil, que implican distintas secuencias de disparo, que dificultan el trabajo con sistemas similares de países extranjeros.

4.1.7. Conclusiones de la comparación

El presente análisis se centra exclusivamente en calificar y comparar los sistemas de armas, en el siguiente apartado se utilizarán estos datos para determinar aquellas características más deseables para el despliegue de la UDAA estudiada, teniendo en cuenta las fortalezas y debilidades de los distintos sistemas de armas.

Para finalizar, es destacable que el sistema que obtiene una mayor puntuación y es el mejor valorado en más categorías (3 categorías), es el NASAMS, que obtiene un total de 25,57 en las 6 categorías con una media de 4,26 puntos.

El segundo clasificado por puntuación es el PATRIOT con un total 23,42 y una media de 3,9 puntos, a pesar de ello sólo ha sido el primer clasificado en una categoría.

El tercer clasificado es el sistema MISTRAL con un total de 22,28 puntos y una media de 3,71, a pesar de ser el mejor valorado en dos categorías, obtiene una puntuación muy baja en otras áreas.

En cuarto y último lugar aparece el sistema HAWK, que no ha sido el mejor valorado en ninguna categoría y que finaliza con un total de 21,58 y una media de 3,6 puntos.

En la tabla se resumen los resultados del análisis:

Sistema	Puntuación /30	Media /5	N.º categorías mejor valorado
NASAMS	25,57	4,26	3
PATRIOT	23,42	3,9	1
MISTRAL	22,28	3,71	2
HAWK	21,58	3,6	0

Tabla 6: Comparación de puntuación. Fuente: Elaboración propia.

4.2. Factores de despliegue

Tras recibir las respuestas del cuestionario inicial y elaborar un análisis comparativo que se ha plasmado haciendo uso del gráfico radar chart, se ha elaborado una lista de factores claves para el despliegue con el objetivo de que los miembros del panel de expertos los ordenen.

El segundo cuestionario consta de 19 factores que se han considerado de gran relevancia para el despliegue, aparece en el trabajo como anexo H. Posteriormente han sido ordenados en el segundo paso del método Delphi.

Tras conocer los resultados del segundo cuestionario se ha observado que la desviación típica era superior a 3 en alguno de los factores y se ha decidido realizar una tercera ronda en la



que el cuestionario presentaba los mismos factores, pero en este caso los expertos conocían el resultado del cuestionario para poder variar sus respuestas si lo consideraban oportuno. El tercer cuestionario figura como anexo I.

El resultado del segundo cuestionario y los factores ordenados aparecen como anexo J.

El cuestionario 3 respondido aparece como anexo K y a continuación se muestra el cuestionario 3 ordenado:

FACTORES	SELECCIÓN DE LOS EXPERTOS							Media	σ
	1	2	3	4	5	6	7		
1. Contar con varios sistemas de armas	1	1	1	1	2	1	1	1,14	0,38
2. La eficacia de los medios de adquisición y seguimiento	2	3	5	4	1	4	2	3,00	1,41
3. El transporte de material y personal hasta el TO	3	4	4	2	3	3	3	3,14	0,69
4. La eficacia de los sistemas misil	4	2	2	5	4	2	6	3,57	1,62
5. Los requerimientos de personal	5	6	3	6	6	5	5	5,14	1,07
6. Disponer de un sistema radar que aglutine todas las funciones de combate	7	9	8	3	5	8	4	6,29	2,29
7. Establecer un único núcleo logístico	6	8	6	8	7	6	13	7,71	2,50
8. La formación de los operadores	10	5	7	11	11	7	10	8,71	2,36
9. Mejorar la capacidad de los sistemas radar para hacer frente a las amenazas ABT de última generación	11	10	10	10	9	9	9	9,71	0,76
10. Invertir en I+D+i para mejorar las capacidades de adquisición de los sistemas actuales	8	7	9	13	10	12	11	10,00	2,16
11. Mejorar las capacidades de integración del COAAS-M	9	13	14	7	13	11	7	10,57	2,94
12. La facilidad para trabajar con personal de ejércitos extranjeros	12	12	11	9	8	15	8	10,71	2,56
13. Emplear medios de generación de energía centrales	13	11	13	17	12	13	14	13,29	1,89
14. Adquirir nuevos sistemas para simplificar la cadena logística	14	15	12	12	17	14	12	13,71	1,89
15. Mejorar las capacidades de los sistemas misil actuales	17	18	15	15	19	10	15	15,57	2,94
16. Mejorar la capacidad de integración del sistema PATRIOT	15	14	19	18	14	16	17	16,14	1,95
17. Mejorar la capacidad de integración del sistema MISTRAL	18	16	16	14	15	17	18	16,29	1,50
18. Establecer un núcleo logístico para cada sistema de armas	16	17	17	16	16	18	16	16,57	0,79
19. Contar con un único sistema de armas	19	19	18	19	18	19	19	18,71	0,49

Tabla 7. Cuestionario 3 ordenado. Fuente: Elaboración propia.



Se van a desarrollar los 19 factores que han sido ordenados por el panel de expertos en el segundo y tercer paso del método Delphi. Se va a comenzar analizando el factor que ha sido elegido como el más determinante y se irán analizando sucesivamente hasta llegar al que ha sido elegido menos importante.

4.2.1. Contar con varios sistemas de armas

El factor más importante para el panel de expertos ha sido el disponer de varios sistemas de armas. Un total de 6 de los 7 expertos lo han elegido en primera posición y el experto restante lo colocó en segunda posición.

Este factor de despliegue se relaciona con el principio de armas complementarias, que se ha definido antes y que debe ser siempre tenido en cuenta a la hora de diseñar un despliegue de AAA. Atendiendo a este factor, siempre que se pueda disponer de más de un sistema de armas en el despliegue es conveniente hacerlo.

Puede resultar contradictorio el hecho de que en los dos despliegues que las unidades de AAA han realizado en los últimos años, se cuente solamente con un sistema de armas en cada uno de ellos. En el caso de la misión de Apoyo a Turquía, el único sistema que podía cumplir la misión encomendada era el sistema PATRIOT ya que dispone de capacidad antimisil. El caso del despliegue en Letonia se basa en múltiples factores, como intereses de tipo político y económico además de la disponibilidad de material, ya que parte del material de AAA se encuentra en lugares estratégicos para la defensa nacional.

Al combinar los distintos sistemas de armas el despliegue gozará de una mayor flexibilidad al poder adoptar distintas formaciones con los lanzadores gracias a los diferentes alcances y cotas proporcionados.

Finalmente se deben tener en cuenta la economía de medios, ya que cuando se dispone de distintos sistemas, cada sistema se puede destinar a un empleo que se adapte mejor a sus características, lo que permite lograr una mejor economía de medios. (Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2016).

4.2.2. La eficacia de los medios de adquisición y seguimiento

El segundo de los factores es la eficacia de los medios de adquisición y seguimiento, en el caso de este factor, uno de los expertos ha optado por colocarlo en primera posición, mientras que el resto no le han otorgado la máxima puntuación, pero si lo consideran muy relevante.

Con respecto a los medios actuales de los que dispone el ET cabe destacar que si bien cumplen con sus cometidos son bastante veteranos en la mayoría de los casos. Es por ello por lo que una posible medida sería realizar una importante inversión en I+D+i para implementar mejoras tanto en el aspecto mecánico como electrónico de los equipos actuales.

Como se ha mencionado previamente los sistemas actualmente en dotación presentan una eficacia alta contra medios ABT, pero no se debe descuidar su desarrollo debido a los avances en aeronáutica que provocan que los cazas actuales, de 5ª generación, cuenten con técnicas tales como las stealth, que se basan en modificar factores como la forma o los materiales para dificultar el trabajo de los sistemas radar.

Con respecto a los resultados que se obtuvieron en el cuestionario, en el apartado de los medios de adquisición y seguimiento, el sistema mejor valorado fue el NASAMS.

El mencionado sistema cuenta con el radar MPQ-64M1. Se trata de un radar con funcionalidad 3D que fue desarrollado en el año 2001 y que aglutina todas las funciones de



combate. (Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2021).

4.2.3. El transporte de material y personal hasta el TO

El tercer factor de despliegue más relevante para el panel de expertos ha sido el transporte de material y personal hasta el TO. De los resultados de los cuestionarios se concluyó que el sistema más sencillo de proyectar en una misión internacional era el sistema PATRIOT.

Con respecto a los modos de transporte con los que se pueden desplegar los sistemas de armas en un TO existen tres vías de transporte, la vía terrestre, la marítima y la aérea.

En cuanto a la vía terrestre, los sistemas PATRIOT, HAWK y NASAMS necesitan ser remolcados debido a las grandes dimensiones de sus lanzadores, sistemas radar y misil. Mientras que el sistema MISTRAL ofrece una mayor flexibilidad ya que dependiendo de la unidad el sistema se transporta haciendo uso del vehículo VAMTAC, mientras que en otros casos se emplean camiones.

Actualmente encontramos en dotación los camiones IVECO M-250, IVECO 72/26 e IVECO M-170. El M-170 es el de más reciente incorporación y tiene una gran capacidad de carga, pudiendo cargar hasta 19 t. (www.infodefensa.com, 2016).

El otro medio de transporte que se podría emplear es el ferrocarril, que si bien en territorio nacional se emplea con cierta frecuencia no es tan habitual su uso para largas distancias. Su escasa aplicación se debe principalmente a la gran necesidad de personal que exige para la preparación de la carga, sumado a la presencia de personal militar de escolta en el ferrocarril. Además, el ferrocarril se caracteriza por una gran rigidez a la hora de diseñar la ruta. La situación geográfica dificulta un mayor uso de este medio, que si se emplea con frecuencia en Europa.

En segundo lugar, encontramos la vía marítima, que se ha empleado con anterioridad, por ejemplo, para proyectar el material necesario, es decir vehículos y sistemas de armas de la Batería PATRIOT actualmente desplegada en Turquía. El transporte de material se llevó a cabo desde el puerto de Algeciras hasta el puerto de Iskenderun en un plazo de dos semanas haciendo uso de los buques Camino Español y Martín Posadillo. (Ministerio de Defensa, 2013).

En la actualidad se encuentra operativo el buque YSABEL A-06, es un buque de transporte logístico propiedad del ET y operado por la Armada. El buque puede transportar hasta 16.361 t brutas, por lo que tiene sobrada capacidad para desplegar el material necesario de cualquiera de los sistemas para la misión. (Ministerio de Defensa, 2021).

Finalmente tenemos la vía aérea, que lógicamente es la más rápida de entre las posibilidades planteadas. Actualmente se encuentra en dotación en el EA el avión de transporte A400M fabricado por Airbus Defence, que entró en servicio en el año 2016 en España.

El avión tiene una carga útil máxima de 37 t y un volumen máximo de 340 m³. Actualmente no es encuentra certificado para transportar los sistemas de DAA del ET. (Ejército del Aire, 2022).

4.2.4. La eficacia de los sistemas misil

Este factor aparece en la posición número 4, y es que su importancia es obvia ya que el sistema misil es el encargado de producir una serie de efectos en el objetivo a combatir y de su eficacia depende que se cumpla o no la misión.

De la información volcada en las encuestas se llega a la conclusión de que los sistemas de los que dispone actualmente el ET le otorgan las capacidades necesarias para hacer frente a cualquier tipo de amenaza ABT.



En concreto el sistema que fue mejor valorado en las encuestas fue el misil AIM-120 AMRAAM empleado por el sistema NASAMS. Es un misil con unas capacidades excepcionales, al contar con una gran robustez frente a amenazas de EW, unas dimensiones relativamente reducidas y la capacidad de batir cualquier amenaza aérea.

Es por ello por lo que posiblemente las futuras adquisiciones a corto plazo del ET no busquen un aumento de las capacidades del sistema misil en concreto. Sino que al igual que ocurre con la compra de la versión PAC-3 Configuración 3 del sistema PATRIOT, lo que se está buscando es una homogenización entre nuestros propios sistemas y los de nuestros socios europeos y americanos. Todo ello enfocado en reducir la huella logística y simplificar el aspecto de repuestos y mantenimiento en general de los sistemas.

4.2.5. Los requerimientos de personal

En los cuestionarios realizados sobre este tema el sistema que obtuvo una mejor puntuación fue el MISTRAL y en último lugar se encontró el HAWK.

En un despliegue con las características descritas, hay que destacar que, aunque el personal de las baterías de armas sería el mayoritario con mucha diferencia sobre el resto de los núcleos, existen otros. Encontramos en primer lugar el núcleo de sanidad, el de vida y funcionamiento y el de mantenimiento, estos tres últimos se engloban en la unidad de servicios o núcleo logístico. También se forman un núcleo de PLMM y una unidad de transmisiones. Todo este conglomerado de núcleos supone un porcentaje mucho menor que el personal de las unidades de armas.

En las unidades de armas, en los despliegues que se han realizado hasta el momento, se establecen turnos de trabajo de 8 horas, al que se le suma un turno adicional de descanso, esto quiere decir que se cuadruplican los requerimientos de personal para cada puesto táctico.

4.2.6. Disponer de un sistema radar que aglutine todas las funciones de combate

En el sexto lugar, necesitamos que el sistema radar aglutine todas las funcionalidades necesarias para llevar a cabo el combate antiaéreo. En la actualidad el único sistema en dotación que no posee un radar como el descrito es el HAWK. El sistema HAWK necesita de los radares PAR, CWAR y HIPIR para poder emplearse de forma óptima.

Es obvio que disponer de un radar que aúne todas las funcionalidades tiene importantes ventajas tanto en el aspecto de personal como en el logístico. Implica a un mayor número de personas, que además o bien tienen formación en un mayor número de equipos o se encuentra especializado en un solo equipo. En el tema logístico obliga a transportar un mayor número de equipos, que además pueden sufrir averías durante el despliegue con el correspondiente gasto de repuestos y mantenimiento.

Por todos estos factores, es interesante que, de cara a un despliegue, el sistema que se proyecte disponga de un radar con estas características.

4.2.7. Establecer un único núcleo logístico

En el despliegue de una UDAA se conforma un núcleo logístico que se genera con la unidad de servicios de la unidad orgánica que sirve de base para generar la UDAA. En el citado núcleo logístico generalmente se dispone de apoyos logísticos generales.

Este factor solo tiene sentido tenerlo en cuenta cuando en el despliegue de la UDAA se encuentren dos o más sistemas de armas, ya que cuando la UDAA esté conformada por un solo



sistema se debe generar un único núcleo logístico.

Sin embargo, cuando la UDAA cuente con varios sistemas de armas la opción que según los expertos es más favorable es la de generar un único núcleo logístico que aglutine una serie de módulos de apoyo específico para cada sistema de armas.

4.2.8. La formación de los operadores

Este fue uno de los 6 factores reflejados en el análisis realizado mediante el radar chart. El sistema mejor valorado fue el MISTRAL, por lo que se puede concluir que es el sistema que requiere de una menor formación.

En la actualidad tanto para la misión de Apoyo a Turquía como para el despliegue en Letonia se llevan a cabo dos fases de formación.

Ambas tienen una duración de un mes, en un primer lugar se imparte un curso de formación. Dependiendo del puesto táctico que se vaya a desempeñar, se proporciona un curso para operar el FDC en el caso del NASAMS o la ECS en el PATRIOT, el radar MPQ-64M1 del NASAMS o el radar AN/MPQ-53 PATRIOT, finalmente, también se imparten cursos para los operadores de los lanzadores de uno y otro sistema.

La última fase de formación es la que se denomina de concentración, en la que todo el personal que va a desplegar permanece en las instalaciones que se designen para finalizar la preparación y acudir con garantías al despliegue.

4.2.9. Mejorar la capacidad de los sistemas radar para hacer frente a las amenazas ABT de última generación

El noveno factor que encontramos en el tercer cuestionario hace hincapié en el concepto de mejora. Ocupa una posición intermedia en cuanto a nivel de importancia, situándose por detrás de otros ocho factores.

Como conclusión se puede mencionar que las capacidades actuales de los sistemas radar son suficientes para hacer frente a la amenaza ABT actual. Esto se debe a que, a pesar de que se han realizado ciertos avances en los últimos años y los cazas de última generación son más difíciles de detectar y cuentan con un armamento de mayor alcance, el mayor avance se ha producido en el campo de los RPAS.

Es por ello, que, aunque este factor no se haya considerado como uno de los más vitales, tampoco se debe descuidar y en el caso de adquirir un nuevo sistema de armas o de modernizar los actuales, como mínimo sería recomendable mantener las capacidades actuales de los medios de adquisición y seguimiento.

4.2.10. Invertir en I+D+i para mejorar las capacidades de adquisición de los sistemas actuales

El presente factor se identificó al analizar el cuestionario respondido por el capitán D. Alex Amor Vicente y se encuentra en la zona media del listado.

Cabe destacar que la adquisición es el tercer paso en una secuencia de fuego completa, tras la detección y la identificación y es vital realizarla con éxito para poder posteriormente realizar un seguimiento eficaz que desemboque en el disparo y destrucción del objetivo.

En el caso del HAWK, la adquisición la realiza el radar PAR, mientras que el resto de los sistemas cuentan con radares que aglutinan todas las funciones. Si bien en el resto de los



sistemas la adquisición se realiza con una eficacia similar al resto de las funciones, en el sistema HAWK si fuese necesaria una modernización del radar PAR para equiparar su eficacia a la del resto de equipos que componen la batería.

4.2.11. Mejorar las capacidades de integración del COAAAS-M

Las capacidades actuales del sistema, que en primer lugar le permiten enlazar con el ARS, quien en TN actúa como entidad superior de la UDAA. Además, tiene la capacidad de asumir la autoridad de identificación y empeño, que por defecto pertenece al ARS, pero que puede ser delegada.

Tiene la capacidad de ordenar estados de alerta y alarma. Finalmente, puede centralizar, evaluar y difundir en tiempo real la información que reciba sobre las trazas.

Para terminar con las capacidades del sistema COAAAS-M, cabe destacar que tiene la capacidad de ejercer el mando y control sobre las siguientes unidades:

- Un máximo de 4 baterías SAM, salvo sistema PATRIOT.
- Un máximo de 6 sistemas COAAAS-L.
- Un máximo de 18 UT de tipo Artillería Antiaérea de Corto Alcance (SHORAD) o Artillería Antiaérea de muy Corto Alcance (VSHORAD), combinando un máximo de 12 PT MISTRAL con 6 Direcciones de Tiro SKYGUARD básicas (35/90). (Indra Sistemas, 2009)

Con respecto a las propuestas de mejora para las capacidades de integración del sistema, de acuerdo con la opinión de los expertos, los sistemas HAWK y NASAMS no presentan ninguna deficiencia significativa para integrarse.

Sin embargo, como expresó en su cuestionario el teniente D. Alberto Pulido Robles, tanto el sistema MISTRAL como el PATRIOT presentan deficiencias. En el caso del MISTRAL, es problemático a la hora de integrarse mediante el COAAAS-L con una entidad superior, porque a pesar de que es posible, el empleo de protocolos distintos dificulta el proceso.

Finalmente, el sistema más problemático puede ser el PATRIOT, que necesita de una Central de Información y Coordinación (ICC) para integrarse en el Sistema de Defensa Aérea (SDA). Sin embargo, existe una solución ya que el sistema PATRIOT se podría integrar si se modificase el tipo de enlace de LINK 11B a LINK 16.

4.2.12. La facilidad para trabajar con personal de ejércitos extranjeros

El sistema que obtuvo una mejor valoración en los cuestionarios fue el sistema NASAMS.

Como ya se analizó previamente se trata de uno de los sistemas más avanzados de la actualidad y que se encuentra en dotación en numerosos ejércitos OTAN.

4.2.13. Emplear medios de generación de energía centrales

Este factor fue destacado por el capitán D. Alex Amor Vicente en su cuestionario. En la actualidad las baterías de armas, especialmente las que emplean el sistema HAWK, presentan un elevado consumo de combustible debido al uso de grupos electrógenos.

Empleando un único generador moderno de mayor potencia, éste se autorregula y consigue reducir su consumo con respecto a los antiguos grupos electrógenos actualmente en dotación.

Al factor del combustible hay que sumar el aspecto logístico, ya que se consigue una importante reducción tanto de medios de transporte como de personal. En la actualidad el



sistema HAWK emplea 3 grupos electrógenos por batería, a los que se suman 2 de respeto, los sistemas NASAMS y MISTRAL los tienen integrados en los aparatos y el sistema PATRIOT si que dispone de un único grupo central.

4.2.14. Adquirir nuevos sistemas para simplificar la cadena logística

El decimocuarto factor es la adquisición de nuevos sistemas de armas con el objetivo de simplificar la cadena logística. Este factor fue expuesto por el teniente D. Alberto Pulido Robles en su cuestionario.

En los últimos años, se ha realizado un esfuerzo para reducir el número de sistemas de armas totales, manteniendo las capacidades, ya que recientemente se han dado de baja los sistemas ASPIDE y ROLAND y han sido sustituidos por materiales tales como el 35/90 que ya se encontraban en dotación en otras unidades.

El siguiente sistema que se dará de baja con casi total seguridad es el sistema HAWK, que a pesar de haber sido modernizado para alargar su vida operativa hasta 2030 es el más veterano de los sistemas actuales. Además, como mencionó en su cuestionario el capitán D. Víctor Hurtado Hurtado presenta la dificultad de contar con una versión digital y otra analógica con necesidades diferentes que dificultan las tareas logísticas.

Si bien es cierto que no es necesaria una sustitución de todos los sistemas de armas, este factor nos indica que cuando de forma progresiva se vayan sustituyendo los sistemas actuales o si se produce una adquisición para aumentar las capacidades se deberían adquirir sistemas que ya se encuentren en dotación, como el sistema NASAMS, o modernizaciones de los sistemas actuales, nuevas versiones del sistema MISTRAL o PATRIOT.

4.2.15. Mejorar las capacidades de los sistemas misil actuales

El aspecto de la eficacia de los sistemas misil se analizó en el punto número 4 del presente apartado. El factor que se está analizando ahora hace referencia a la mejora de las capacidades actuales. Debido a la posición retrasada en la que aparece, se puede concluir que las capacidades de los sistemas misil no presentan un problema en la actualidad y permiten combatir eficazmente las amenazas para las que están diseñados.

La mayoría de los expertos mostraron una mayor preocupación por mejorar los sistemas radar que los sistemas misil en sus cuestionarios, aunque la aparición de nuevas amenazas podría modificar la situación y hacer necesaria una adquisición de nuevos sistemas.

4.2.16. Mejorar la capacidad de integración del sistema PATRIOT

Este factor se ha analizado en profundidad en el apartado de las capacidades de integración del COAAAS-M. Como se ha comentado previamente, el sistema PATRIOT es perfectamente interoperable, pero a través de una ICC, mientras que los sistemas HAWK y NASAMS se pueden integrar directamente.

El hecho de que este factor aparezca en una posición tan retrasada indica que no supone un verdadero problema actualmente y que su mejora sería favorable pero no es prioritario.

4.2.17. Mejorar la capacidad de integración del sistema MISTRAL

Al igual que el factor anterior, éste ya ha sido desarrollado en el apartado número 11. Nuevamente se encuentra en una posición retrasada, ya que el sistema MISTRAL se puede integrar en el COAAAS-M, tanto a través de un COAAAS-L como de forma directa.



Sin embargo, su mayor problema, tal como señaló el panel de expertos, es el protocolo que emplea el COAAAS-L, distinto al del COAAAS-M, y la necesidad de establecer enlace radio para integrarlo. Al igual que en el caso anterior, la mejora sería beneficiosa pero no es prioritaria.

4.2.18. Establecer un núcleo logístico para cada sistema de armas

Este factor está ligado al número 7. Todos los expertos prefirieron en sus cuestionarios establecer un único núcleo logístico que establecer uno diferenciado para cada sistema de armas.

Realmente no es sorprendente ya que en el manual de empleo de la AAA (Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2016), se expone que en el caso de que una UDAA disponga de varios sistemas de armas, se generen módulos de apoyo específicos que se integren en el núcleo logístico, pero no núcleos logísticos independientes.

A pesar de ello, se consideró relevante preguntar a los expertos por si su experiencia en despliegues les sugería otra forma de organizar el apoyo logístico.

4.2.19. Contar con un único sistema de armas

El último factor está íntimamente relacionado con el primero. Al igual que en el caso anterior todos los expertos han preferido contar con más de un sistema de armas en su despliegue. Como se mencionó en el primer apartado, el hecho de que en los despliegues actuales se cuente con un único sistema de armas respondió principalmente a una cuestión de capacidades o económica pero no táctica.



5. CONCLUSIONES

El objetivo principal del presente trabajo era realizar una comparación de los actuales sistemas de armas en dotación, de forma que el estudio fuese de utilidad tanto para la unidad que propuso el trabajo, como, en general, para todas las unidades de AAA españolas.

Para alcanzar el objetivo se ha realizado un análisis tanto haciendo uso de los gráficos radar chart como posteriormente del método Delphi gracias a la información que se recabó en los cuestionarios contestados por el panel de expertos.

El periodo de prácticas externas, en el que la unidad estuvo envuelta en la realización de un ejercicio táctico que requirió el despliegue de una batería, fue fundamental a la hora de conocer los factores más relevantes de una forma real. La investigación realizada posteriormente ha permitido determinar cuáles de esos aspectos son los más importantes.

El factor más relevante se determinó que es contar con varios sistemas de armas. Salvo uno de los expertos, todos lo colocaron en primera posición y aunque en los últimos despliegues no se ha cumplido, desde un punto de vista táctico es muy positivo.

El segundo aspecto más determinante son los medios de adquisición y seguimiento, aunque hay diferencias entre los distintos sistemas de armas, de forma general se puede concluir que los medios actuales son suficientes pero susceptibles de ser modernizados.

El tercer factor es el transporte de personal y material hasta el TO. En la actualidad España cuenta con una gran variedad de medios de transporte que permiten el movimiento de las unidades al exterior. Destaca la gran capacidad de carga del buque YSABEL A-06 y la rapidez del avión A400M.

En cuarto lugar, aparece la eficacia de los medios misil. Las capacidades ya son elevadas en la actualidad y próximamente se verán incrementadas con la modernización del sistema PATRIOT.

El quinto aspecto más valorado fueron los requerimientos de personal. Es fundamental en un despliegue cuadruplicar el personal para poder establecer turnos de trabajo.

El sexto factor consiste en disponer de un radar que aglutine todas las funciones de combate. Actualmente todos los sistemas en dotación salvo el HAWK disponen de un radar de estas características.

Respecto a los materiales actualmente en dotación, tras la comparación realizada se pueden extraer las siguientes reflexiones.

En primer lugar, el sistema NASAMS, que fue el mejor valorado en los aspectos más determinantes para un despliegue, ha sido el elegido para ser desplegado en Letonia. El sistema obtuvo la mejor puntuación en los medios de adquisición y seguimiento y en la eficacia de misil, que fueron elegidos posteriormente como segundo y cuarto factor más importantes para un despliegue respectivamente.

El sistema PATRIOT obtuvo la segunda mejor puntuación y tiene una gran trayectoria en las unidades de AAA, destacando el despliegue en Turquía. Aumentará las capacidades de sus misiles en un plazo de tiempo próximo con la modernización a la versión PAC-3 Configuración 3+. El sistema obtuvo la mejor puntuación en el apartado de transporte de material, que fue considerado como el tercero más relevante para diseñar un despliegue.

El sistema MISTRAL aparece en tercer lugar. A pesar de ser interesante en necesidades de personal y de formación, obteniendo la mejor puntuación, presenta mayores dificultades para



integrarse con unidades superiores. Es una posible razón de que no haya sido empleado en misiones en el exterior.

El sistema HAWK obtuvo la peor puntuación en aspectos fundamentales para llevar a cabo un despliegue desde el punto de vista logístico y de formación. Sin embargo, obtuvo una gran puntuación en eficacia misil y de los medios de adquisición y de seguimiento. Es por ello por lo que parece lógico que no se despliegue y se encuentre en la península en un lugar estratégico, el estrecho de Gibraltar, para contribuir a la defensa en TN.

5.1. Líneas futuras de investigación

La adquisición de la versión PAC-3 Configuración 3+ del sistema PATRIOT mejora las capacidades actuales de las unidades de AAA. Con respecto a las futuras adquisiciones, se deberá analizar las necesidades que tengan las FFAA en el momento en el que se realice la adquisición.

Si se desean mantener las capacidades actuales, en sistemas de media y alta cota tanto los sistemas PATRIOT como NASAMS son interesantes desde el punto de vista logístico y operativo. En muy baja y baja cota, la adquisición del MISTRAL 3 también parece acertada desde el punto de vista tanto de capacidades del sistema como logístico.

Si se desearan aumentar las capacidades actuales, el sistema SAMP/T europeo y el THAAD americano aparecen en el horizonte como sistemas muy potentes y empleados por ejércitos de nuestro entorno.



6. BIBLIOGRAFÍA

GAAA III/73, 2019. *CURSO PATRIOT. OPERACIÓN APOYO A TURQUÍA*. s.l.:s.n.

Betancourt, D. F., 2015. *Método Delphi: Qué es y cómo se aplica..* [En línea] Available at: www.ingenioempresa.com/metodo-delphi.

Carrasco, B., 2021. *El Ejército español actualiza su misil Hawk y estudia extender su vida hasta 2030.* [En línea] Available at: <https://www.infodefensa.com/texto-diario/mostrar/2964365/ejercito-espanol-actualiza-misil-hawk-estudia-extender-vida-hasta-2030>

Carrasco, B., 2022. *Defensa inicia 16 nuevos programas de adquisiciones con la subida del presupuesto.* [En línea] Available at: <https://www.infodefensa.com/texto-diario/mostrar/3918223/defensa-inicia-16-nuevos-programas-adquisiciones-subida-presupuesto>

Ejército del Aire, 2022. *Airbus A400M (T.23).* [En línea] Available at: <https://ejercitodelaire.defensa.gob.es/EA/ejercitodelaire/es/aeronaves/avion/Airbus-A400M-T.23/>

Estado Mayor de la Defensa, 2022. *OPERACIONES EN CURSO.* [En línea] Available at: <https://emad.defensa.gob.es/operaciones/historico-de-operaciones/>

Figuroa, N. S.-B., 2022. *Escuela de Organización Industrial.* [En línea] Available at: <https://www.eoi.es/blogs/nataliasuarez-bustamante/2012/02/11/%C2%BFque-es-el-metodo-delphi/>

Historiadelaempresa.com, 2022. *Una guía para los gráficos de radar.* [En línea] Available at: <https://historiadelaempresa.com/graficos-de-radar>

Huertas, S. M., 2015. *Así son los misiles del Grupo Patriot del Ejército de Tierra Español.* [En línea] Available at: <https://www.defensa.com/espana/asi-son-misiles-grupo-patriot-ejercito-tierra-espanol>

Indra Sistemas, 2009. *Producción COAAS: Manual de Empleo y Mantenimiento de Primer y Segundo Escalón del FDC.* s.l.:s.n.

Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2016. *PD4-300 Empleo de la artillería antiaérea (Tomo II: Anexos).* s.l.:s.n.

Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2016. *PD4-300 Empleo de la artillería antiaérea (Tomo I: Capítulos).* s.l.:s.n.

Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2020. *PD4-306 TÁCTICA. EMPLEO DE LA BATERÍA MISTRAL.* [En línea].

Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2021. *PD4-322.Táctica empleo grupo NASAMS.* s.l.:s.n.



MANDO DE ARTILLERIA ANTIAEREA, 2008. *LIBRO DEL OFICIAL TÁCTICO. CURSO MANDO TÁCTICO SAM-HAWK*. s.l.:s.n.

Margarita Varela-Ruiza, L. D.-B. R. G.-D., 2012. *Elsevier*. [En línea] Available at: <https://www.elsevier.es/es-revista-investigacion-educacion-medica-343-articulo-descripcion-usos-del-metodo-delphi-X2007505712427047>

Ministerio de Asuntos Exteriores, Unión Europea y Cooperación, 2022. *¿Qué es la Alianza Atlántica, qué es la OTAN?*. [En línea] Available at: <https://www.exteriores.gob.es/RepresentacionesPermanentes/otan/es/Organismo/Paginas/Que-es.aspx>

Ministerio de Asuntos Exteriores, Unión Europea y Cooperación, 2022. *ESPAÑA Y LA OTAN*. [En línea] Available at: <https://www.exteriores.gob.es/es/PoliticaExterior/Paginas/EspanaOTAN.aspx>

Ministerio de Defensa, 2013. *Despliegue Patriot*. [En línea] Available at: https://ejercito.defensa.gob.es/misiones/asia/turquia/98_DESPLIEGUE_PATRIOT_TURQUIA.html

MINISTERIO DE DEFENSA, 2015. [En línea] Available at: <https://ejercito.defensa.gob.es/unidades/Murcia/raaa73/Noticias/2015/048.html>

MINISTERIO DE DEFENSA, 2016. [En línea] Available at: <https://ejercito.defensa.gob.es/unidades/Madrid/raaa71/Noticias/2016/TiroMistral.html>

MINISTERIO DE DEFENSA, 2016. *Ejército de Tierra*. [En línea] Available at: <https://ejercito.defensa.gob.es/va/unidades/Murcia/raaa73/Noticias/2016/032.html>

Ministerio de Defensa, 2021. *'Ysabel', el nuevo buque de transporte logístico del Ejército de Tierra*. [En línea] Available at: <https://www.defensa.gob.es/comun/slider/2021/06/210603-buque-ysabel-et.html>

Ministerio de Defensa, 2022. *Materiales de apoyo logístico*. [En línea] Available at: <https://ejercito.defensa.gob.es/unidades/Pontevedra/brilat/Organizacion/materiales/index.html>

Ministerio de Defensa, 2022. *Ministerio de Defensa. Misiones en el exterior*. [En línea] Available at: https://www.defensa.gob.es/misiones/en_exterior/

Misiles, 2021. *TEMA 2. Introducción a los sistemas de guiado y control*. [En línea].

Oficina de Proyectos, 2021. *Tema 4: Gestión del tiempo y planificación*. [En línea] Available at: <https://moodle.unizar.es/add/my/>

Open3dmodel.com, 2022. [En línea] Available at: <https://open3dmodel.com/es/3d-models/3d-model-aim-120-amraam->



missile_41713.html

OTAN, s.f. *¿Qué es la OTAN?*. [En línea]
Available at: https://www.nato.int/nato-welcome/index_es.html

Palacios, D., 2022. *Hubspot*. [En línea]
Available at: <https://blog.hubspot.es/sales/metodo-delphi>

QuestionPro, 2022. *¿Qué es el método Delphi?*. [En línea]
Available at: <https://www.questionpro.com/blog/es/metodo-delphi/>

Relaciones Internacionales, 2022. *Tema 6. OTAN*. [En línea]
Available at: <https://moodle.unizar.es/add/login/index.php>

TuDashboard, 2022. *Gráfica de radar: Qué es, características y cuando utilizarla*. [En línea]
Available at: <https://tudashboard.com/grafica-de-radar/>

www.infodefensa.com, 2016. *infodefensa*. [En línea]
Available at: <https://www.infodefensa.com/texto-diario/mostrar/3132133/ejercito-espanol-recibe-primeros-camiones-todoterreno-039ultimo-modelo-039iveco>



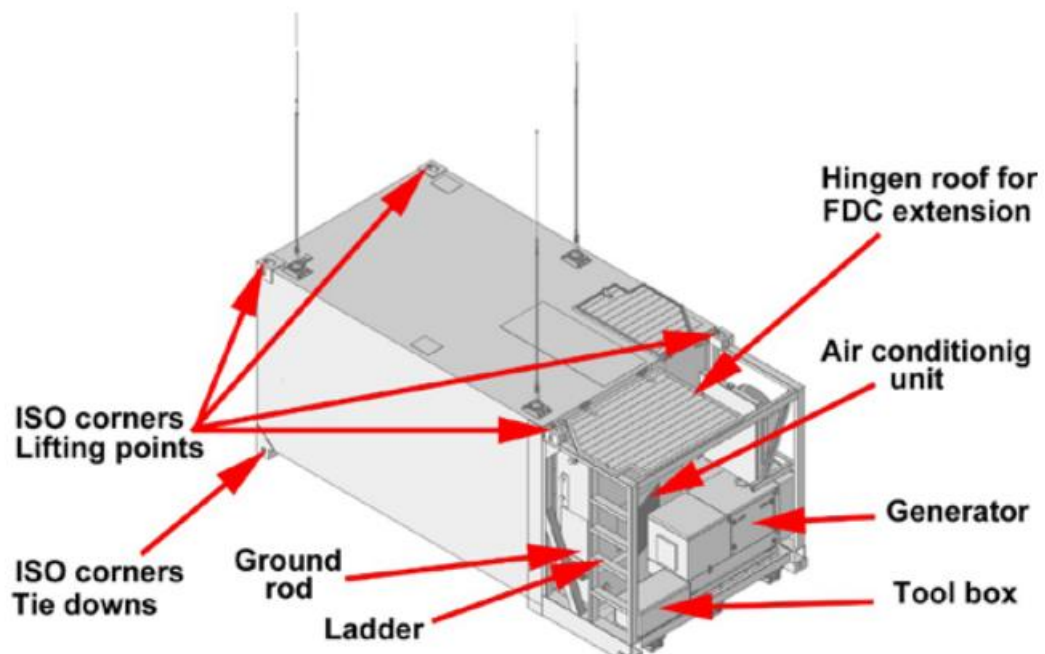
7. ANEXOS

- Anexo A. Componentes Batería MISTRAL



Radar RAVEN. Fuente: (Ministerio de Defensa, 2022).

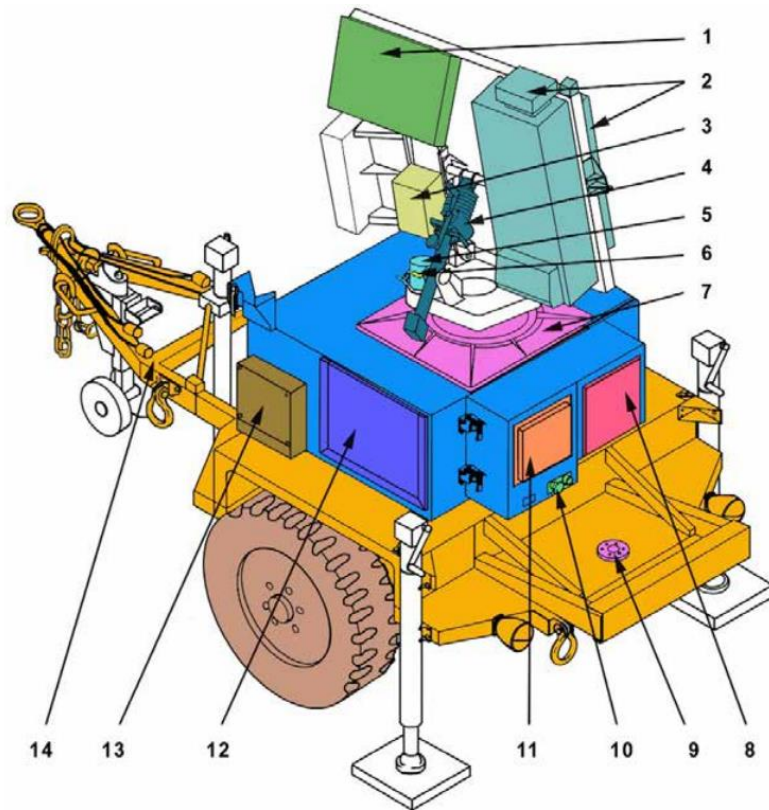
- Anexo B. Elementos Batería NASAMS



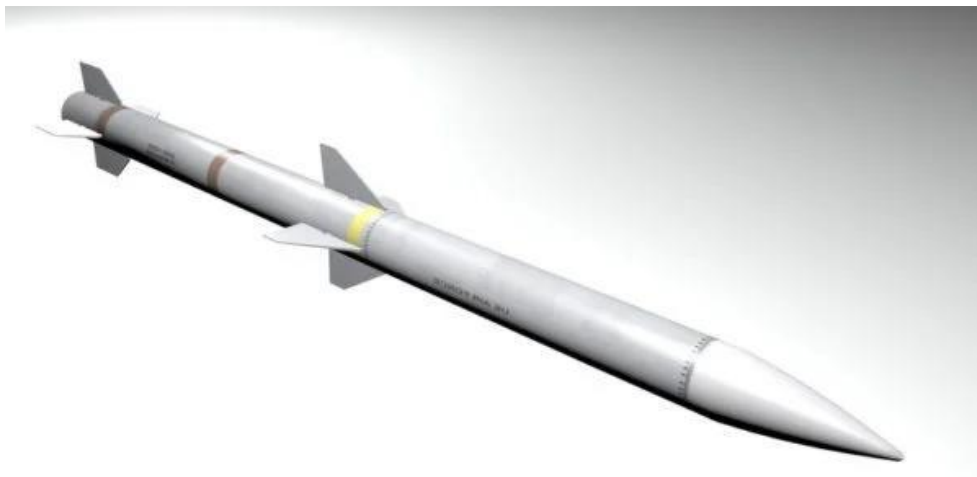
FDC. Fuente (Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2021).



Luis Luna Ramírez



Radar MPQ-64M1. Fuente: (Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2021).



Misil AIM-120 AMRAAM Fuente: (Open3dmodel.com, 2022).



Luis Luna Ramírez

- Anexo C. Elementos Batería HAWK



BCP. Fuente: (MANDO DE ARTILLERIA ANTIAEREA, 2008).



Radars PAR. Fuente (MANDO DE ARTILLERIA ANTIAEREA, 2008).



Luis Luna Ramírez



Radars CWAR. Fuente: (MANDO DE ARTILLERIA ANTIAEREA, 2008).



Radars HIPIR. Fuente: (MANDO DE ARTILLERIA ANTIAEREA, 2008).



- Anexo D. Elementos Batería PATRIOT



Radar AN/MPQ-53. Fuente: (GAAA III/73, 2019).



ECS. Fuente: (GAAA III/73, 2019).



- Anexo E. Cuestionario 1.

Con el objetivo de hacer hincapié en las características del despliegue que se está estudiando, se quiere recalcar que el despliegue se realiza en territorio OTAN y que la amenaza que se contempla es únicamente tipo ABT, por tanto, aeronaves de ala fija y ala rotatoria.

Por lo tanto, cuando en el cuestionario se habla de despliegue de UDAA se hace referencia al despliegue con las características expuestas.

En las preguntas en las que aparecen cuadros con opciones, se pretende que se seleccione en una escala de 1 a 5 el grado de preferencia con el sistema por el que se pregunta, con la posibilidad de añadir un comentario en la parte inferior. Muchas gracias por su colaboración.

El cuestionario es el siguiente:

1. ¿Considera que en el despliegue de la UDAA se debe contar con un único sistema de armas u opina que deben ser varios?
2. ¿En base a qué sistema de armas formaría el despliegue de la UDAA atendiendo al transporte de material y personal hasta el TO?

MISTRAL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

NASAMS

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

HAWK

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

PATRIOT

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---



3. ¿En base a qué sistema de armas formaría el despliegue de la UDAA en función de los requerimientos de personal?

MISTRAL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

NASAMS

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

HAWK

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

PATRIOT

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

4. ¿En base a qué sistema de armas formaría el despliegue de la UDAA teniendo en cuenta la formación que deben recibir los operadores del sistema?

MISTRAL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

NASAMS

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

HAWK

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

PATRIOT

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---



5. ¿En base a qué sistema de armas formaría el despliegue de la UDAA atendiendo a la eficacia de los medios de adquisición y seguimiento?

MISTRAL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

NASAMS

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

HAWK

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

PATRIOT

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

6. ¿En base a qué sistema de armas formaría el despliegue de la UDAA atendiendo a la eficacia de los sistemas de misil empleados?

MISTRAL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

NASAMS

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

HAWK

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

PATRIOT

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---



7. ¿En base a qué sistema de armas formaría el despliegue de la UDAA en caso de que entre los operadores exista personal de ejércitos extranjeros?

MISTRAL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

NASAMS

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

HAWK

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

PATRIOT

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

8. ¿Qué sistemas de armas actualmente en dotación en el ET considera que son óptimos para emplearse de forma conjunta en una UDAA?
9. ¿Considera que existe algún medio aéreo convencional que los sistemas de armas en dotación en el ET no puedan combatir óptimamente?
10. ¿Cómo piensa que podrían mejorarse los sistemas de armas actuales para reducir su huella logística?
11. ¿Considera que debe mejorarse la capacidad de integración de los sistemas de armas actuales?
12. ¿Cree que se deben mejorar los sistemas de armas, o adquirir uno nuevo, para aumentar las capacidades actuales de sus sistemas radar y misil?



- Anexo F. Cuestionarios respondidos

Cuestionario respondido por el Capitán D. Alex Amor Vicente.

- ¿Considera que en el despliegue de la UDAA se debe contar con un único sistema de armas u opina que deben ser varios?

Deben ser varios necesariamente a fin de cumplir los principios de complementariedad de armas. la clave está en combinar capacidades para alcanzar la máxima eficacia en el empleo de la fuerza.

- ¿En base a qué sistema de armas formaría el despliegue de la UDAA atendiendo al transporte de material y personal hasta el TO?

MISTRAL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

NASAMS

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

HAWK

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

PATRIOT

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

- ¿En base a qué sistema de armas formaría el despliegue de la UDAA en función de los requerimientos de personal?

MISTRAL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

NASAMS

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

HAWK

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

PATRIOT

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---



Luis Luna Ramírez

- ¿En base a qué sistema de armas formaría el despliegue de la UDAA teniendo en cuenta la formación que deben recibir los operadores del sistema?

MISTRAL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

NASAMS

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

HAWK

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

PATRIOT

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

- ¿En base a qué sistema de armas formaría el despliegue de la UDAA atendiendo a la eficacia de los medios de adquisición y seguimiento?

MISTRAL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

NASAMS

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

HAWK

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

PATRIOT

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

- ¿En base a qué sistema de armas formaría el despliegue de la UDAA atendiendo a la eficacia de los sistemas de misil empleados?

MISTRAL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

NASAMS

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

HAWK

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

PATRIOT

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---



Luis Luna Ramírez

- ¿En base a qué sistema de armas formaría el despliegue de la UDAA en caso de que entre los operadores exista personal de ejércitos extranjeros?

MISTRAL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

NASAMS

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

HAWK

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

PATRIOT

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

- ¿Qué sistemas de armas actualmente en dotación en el ET considera que son óptimos para emplearse de forma conjunta en una UDAA?

Todos los sistemas son interoperables. sin embargo, existe la limitación del enlace radio necesario para integrar los MISTRAL y 35/90 con un centro de Ops. semiautomático medio (COAAAS-M) el resto tienen protocolos de enlace similares.

- ¿Considera que existe algún medio aéreo convencional que los sistemas de armas en dotación en el ET no puedan combatir óptimamente?

Actualmente los cazas de 5ª generación y los drones con baja sección recta radar son los elementos más peligrosos.

- ¿Cómo piensa que podrían mejorarse los sistemas de armas actuales para reducir su huella logística?

Empleando medios de generación de energía centrales, es decir, reduciendo el número de generadores de energía al mínimo.

- ¿Considera que debe mejorarse la capacidad de integración de los sistemas de armas actuales?

No, son suficientes.

- ¿Cree que se deben mejorar los sistemas de armas, o adquirir uno nuevo, para aumentar las capacidades actuales de sus sistemas radar y misil?

Creo que el I+D+i en electrónica y mecánica de radares de adquisición es fundamental. Actualmente se hace necesaria una revisión del estado del arte de los sistemas de adquisición para su renovación.



Cuestionario respondido por el Capitán D. Víctor Hurtado Hurtado.

- ¿Considera que en el despliegue de la UDAA se debe contar con un único sistema de armas u opina que deben ser varios?

El despliegue de la UDAA en ZO (Zona de Operaciones) debería contar con diferentes sistemas de armas de diferente alcance, para proporcionar una defensa de zona y punto a media, baja y muy baja cota de los objetivos a defender.

- ¿En base a qué sistema de armas formaría el despliegue de la UDAA atendiendo al transporte de material y personal hasta el TO?

MISTRAL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

NASAMS

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

HAWK

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

PATRIOT

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Nunca formaría una UDAA en base a una Batería Mistral, ya que los sistemas de baja cota se integran mediante el COAAAS-L, y éste a su vez en COAAAS-M. Es decir, el COAAAS-L no puede enlazar directamente con un ARS.

- ¿En base a qué sistema de armas formaría el despliegue de la UDAA en función de los requerimientos de personal?

MISTRAL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

NASAMS

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

HAWK

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

PATRIOT

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---



Luis Luna Ramírez

- ¿En base a qué sistema de armas formaría el despliegue de la UDAA teniendo en cuenta la formación que deben recibir los operadores del sistema?

MISTRAL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

NASAMS

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

HAWK

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

PATRIOT

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

- ¿En base a qué sistema de armas formaría el despliegue de la UDAA atendiendo a la eficacia de los medios de adquisición y seguimiento?

MISTRAL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

NASAMS

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

HAWK

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

PATRIOT

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

- ¿En base a qué sistema de armas formaría el despliegue de la UDAA atendiendo a la eficacia de los sistemas de misil empleados?

MISTRAL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

NASAMS

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

HAWK

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

PATRIOT

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---



Luis Luna Ramírez

- ¿En base a qué sistema de armas formaría el despliegue de la UDAA en caso de que entre los operadores exista personal de ejércitos extranjeros?

MISTRAL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

NASAMS

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

HAWK

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

PATRIOT

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

- ¿Qué sistemas de armas actualmente en dotación en el ET considera que son óptimos para emplearse de forma conjunta en una UDAA?

NASAMS, PATRIOT y MISTRAL.

- ¿Considera que existe algún medio aéreo convencional que los sistemas de armas en dotación en el ET no puedan combatir óptimamente?

Negativo, incluso para hacer frente a la amenaza RPAS (UAV,s) tipo I Micro y mini que no puedan ser detectados por los sensores de una UDAA se puede autorizar el empleo de armamento ligero aplicando el concepto All Arms Air Defence (AAAD).

- ¿Cómo piensa que podrían mejorarse los sistemas de armas actuales para reducir su huella logística?

Simplificando/ unificando repuestos, ya que por ejemplo en el sistema HAWK nos encontramos con sistemas analógico/digital. Cada uno de ellos tiene unas necesidades diferentes, por tanto, la complejidad logística aumenta.

- ¿Considera que debe mejorarse la capacidad de integración de los sistemas de armas actuales?

Negativo, me parecen suficientes.

- ¿Cree que se deben mejorar los sistemas de armas, o adquirir uno nuevo, para aumentar las capacidades actuales de sus sistemas radar y misil?

En mi opinión, deberían de mejorarse los sistemas de armas propios para aumentar sus capacidades y poder hacer mejor frente a las nuevas amenazas actuales.



Luis Luna Ramírez

Cuestionario respondido por el Capitán D. Rafael Priego Martínez

- ¿Considera que en el despliegue de la UDAA se debe contar con un único sistema de armas u opina que deben ser varios?

En mi opinión se debería contar con al menos 2 sistemas de armas, que se complementen y permitan una mayor flexibilidad en el despliegue.

- ¿En base a qué sistema de armas formaría el despliegue de la UDAA atendiendo al transporte de material y personal hasta el TO?

MISTRAL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

NASAMS

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

HAWK

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

PATRIOT

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

- ¿En base a qué sistema de armas formaría el despliegue de la UDAA en función de los requerimientos de personal?

MISTRAL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

NASAMS

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

HAWK

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

PATRIOT

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---



Luis Luna Ramírez

- ¿En base a qué sistema de armas formaría el despliegue de la UDAA teniendo en cuenta la formación que deben recibir los operadores del sistema?

MISTRAL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

NASAMS

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

HAWK

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

PATRIOT

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

- ¿En base a qué sistema de armas formaría el despliegue de la UDAA atendiendo a la eficacia de los medios de adquisición y seguimiento?

MISTRAL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

NASAMS

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

HAWK

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

PATRIOT

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

- ¿En base a qué sistema de armas formaría el despliegue de la UDAA atendiendo a la eficacia de los sistemas de misil empleados?

MISTRAL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

NASAMS

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

HAWK

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

PATRIOT

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---



Luis Luna Ramírez

- ¿En base a qué sistema de armas formaría el despliegue de la UDAA en caso de que entre los operadores exista personal de ejércitos extranjeros?

MISTRAL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

NASAMS

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

HAWK

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

PATRIOT

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

- ¿Qué sistemas de armas actualmente en dotación en el ET considera que son óptimos para emplearse de forma conjunta en una UDAA?

Atendiendo a criterios puramente de enlace serían HAWK y NASAMS. Sin embargo, desde el punto de vista táctico podría ser más interesante combinar el MISTRAL con cualquiera de los otros 3 sistemas.

- ¿Considera que existe algún medio aéreo convencional que los sistemas de armas en dotación en el ET no puedan combatir óptimamente?

No, aunque destacaría a los cazas de última generación como mayor amenaza debido a las técnicas stealth que disminuyen la posibilidad de detección.

- ¿Cómo piensa que podrían mejorarse los sistemas de armas actuales para reducir su huella logística?

Optimizar los medios de transporte que se encargan de mover los sistemas, ya que realizar cambios sustanciales en éstos me parece complejo.

- ¿Considera que debe mejorarse la capacidad de integración de los sistemas de armas actuales?

Si, se debería mejorar la capacidad de integración del sistema MISTRAL en el COAAS-M, para hacer más fácil su inclusión en una UDAA.

- ¿Cree que se deben mejorar los sistemas de armas, o adquirir uno nuevo, para aumentar las capacidades actuales de sus sistemas radar y misil?

Descartaría tanto la adquisición de un sistema completamente nuevo como por supuesto del desarrollo de uno. Los sistemas actuales tienen las capacidades necesarias para combatir las amenazas actuales.



Luis Luna Ramírez

Cuestionario respondido por el Teniente D. Enrique Lillo Díaz

- ¿Considera que en el despliegue de la UDAA se debe contar con un único sistema de armas u opina que deben ser varios?

Deben ser varios para que puedan solaparse y hacer frente a la amenaza con el mejor sistema posible teniendo en cuenta también la economía de medios.

- ¿En base a qué sistema de armas formaría el despliegue de la UDAA atendiendo al transporte de material y personal hasta el TO?

MISTRAL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

NASAMS

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

HAWK

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

PATRIOT

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

- ¿En base a qué sistema de armas formaría el despliegue de la UDAA en función de los requerimientos de personal?

MISTRAL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

NASAMS

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

HAWK

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

PATRIOT

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---



Luis Luna Ramírez

- ¿En base a qué sistema de armas formaría el despliegue de la UDAA teniendo en cuenta la formación que deben recibir los operadores del sistema?

MISTRAL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

NASAMS

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

HAWK

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

PATRIOT

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

- ¿En base a qué sistema de armas formaría el despliegue de la UDAA atendiendo a la eficacia de los medios de adquisición y seguimiento?

MISTRAL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

NASAMS

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

HAWK

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

PATRIOT

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

- ¿En base a qué sistema de armas formaría el despliegue de la UDAA atendiendo a la eficacia de los sistemas de misil empleados?

MISTRAL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

NASAMS

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

HAWK

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

PATRIOT

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---



Luis Luna Ramírez

- ¿En base a qué sistema de armas formaría el despliegue de la UDAA en caso de que entre los operadores exista personal de ejércitos extranjeros?

MISTRAL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

NASAMS

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

HAWK

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

PATRIOT

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

- ¿Qué sistemas de armas actualmente en dotación en el ET considera que son óptimos para emplearse de forma conjunta en una UDAA?

NASAMS y HAWK.

- ¿Considera que existe algún medio aéreo convencional que los sistemas de armas en dotación en el ET no puedan combatir óptimamente?

Drones Micro y Mini.

¿Cómo piensa que podrían mejorarse los sistemas de armas actuales para reducir su huella logística?

Teniendo un grupo logístico único donde poder centralizar todas las necesidades de los sistemas teniéndolo ya todo estandarizado.

- ¿Considera que debe mejorarse la capacidad de integración de los sistemas de armas actuales?

Afirmativo. Aunque el COAAAS-M es capaz de centralizar todos los sistemas de armas antiaéreos, existen muchas dificultades para integrarse por radio, lo que hace que el despliegue esté comprometido ya que debe conectarse por cable haciendo que el despliegue de la UDAA sea menor.

- ¿Cree que se deben mejorar los sistemas de armas, o adquirir uno nuevo, para aumentar las capacidades actuales de sus sistemas radar y misil?

No se necesita un nuevo sistema para cambiar nuestras capacidades con nuestros misiles, en cambio, si se necesita para los radares ya que las amenazas ABT están mucho más modernizadas que nuestros radares, siendo el más actual el del NASAMS de 2001.



Luis Luna Ramírez

Cuestionario respondido por el Teniente D. José Antonio González Carretero

- ¿Considera que en el despliegue de la UDAA se debe contar con un único sistema de armas u opina que deben ser varios?

Depende de la misión encomendada, puede ser suficiente con un solo sistema de armas si el despliegue permite situar los lanzadores suficientemente espaciados y el sistema tiene la capacidad de combatir todo el espectro de la amenaza. Además, el hecho de desplegar un único sistema proporciona ventajas logísticas.

- ¿En base a qué sistema de armas formaría el despliegue de la UDAA atendiendo al transporte de material y personal hasta el TO?

MISTRAL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

NASAMS

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

HAWK

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

PATRIOT

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

- ¿En base a qué sistema de armas formaría el despliegue de la UDAA en función de los requerimientos de personal?

MISTRAL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

NASAMS

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

HAWK

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

PATRIOT

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---



Luis Luna Ramírez

- ¿En base a qué sistema de armas formaría el despliegue de la UDAA teniendo en cuenta la formación que deben recibir los operadores del sistema?

MISTRAL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

NASAMS

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

HAWK

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

PATRIOT

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

- ¿En base a qué sistema de armas formaría el despliegue de la UDAA atendiendo a la eficacia de los medios de adquisición y seguimiento?

MISTRAL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

NASAMS

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

HAWK

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

PATRIOT

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

- ¿En base a qué sistema de armas formaría el despliegue de la UDAA atendiendo a la eficacia de los sistemas de misil empleados?

MISTRAL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

NASAMS

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

HAWK

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

PATRIOT

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---



Luis Luna Ramírez

- ¿En base a qué sistema de armas formaría el despliegue de la UDAA en caso de que entre los operadores exista personal de ejércitos extranjeros?

MISTRAL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

NASAMS

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

HAWK

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

PATRIOT

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

- ¿Qué sistemas de armas actualmente en dotación en el ET considera que son óptimos para emplearse de forma conjunta en una UDAA?

Todos los sistemas de armas actualmente en dotación son interoperables, en mi opinión emplearía NASAMS y PATRIOT porque se complementan tanto en aspecto de alcance como funcionalidad.

- ¿Considera que existe algún medio aéreo convencional que los sistemas de armas en dotación en el ET no puedan combatir óptimamente?

Quizás los radares puedan tener algún problema a la hora de combatir RPAS de pequeñas dimensiones, pero pueden ser combatidos con otros medios.

- ¿Cómo piensa que podrían mejorarse los sistemas de armas actuales para reducir su huella logística?

Realmente, más que una mejora de los sistemas actuales se podría tender a disponer de menos variedad de sistemas para unificar la gestión logística y no ser necesario tener necesidades de tantos sistemas de armas distintos.

- ¿Considera que debe mejorarse la capacidad de integración de los sistemas de armas actuales?

No, me parece que los medios actuales cumplen las necesidades eficazmente.

- ¿Cree que se deben mejorar los sistemas de armas, o adquirir uno nuevo, para aumentar las capacidades actuales de sus sistemas radar y misil?

El aspecto que me parece más preocupante es el de los radares. Nuestros radares son anteriores a la expansión de los sistemas RPAS y no están específicamente concebidos para combatir esta amenaza. En principio para combatir amenazas ABT no debería existir ningún problema.



Luis Luna Ramírez

Cuestionario respondido por el Teniente D. Alberto Pulido Robles

- ¿Considera que en el despliegue de la UDAA se debe contar con un único sistema de armas u opina que deben ser varios?

Deben de ser varios sistemas de armas, para poder cubrir las diferentes capas de altitudes a las que puede volar la amenaza. Además, de darle más versatilidad a la AD.

- ¿En base a qué sistema de armas formaría el despliegue de la UDAA atendiendo al transporte de material y personal hasta el TO?

MISTRAL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

NASAMS

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

HAWK

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

PATRIOT

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

- ¿En base a qué sistema de armas formaría el despliegue de la UDAA en función de los requerimientos de personal?

MISTRAL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

NASAMS

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

HAWK

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

PATRIOT

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---



Luis Luna Ramírez

- ¿En base a qué sistema de armas formaría el despliegue de la UDAA teniendo en cuenta la formación que deben recibir los operadores del sistema?

MISTRAL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

NASAMS

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

HAWK

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

PATRIOT

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

- ¿En base a qué sistema de armas formaría el despliegue de la UDAA atendiendo a la eficacia de los medios de adquisición y seguimiento?

MISTRAL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

NASAMS

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

HAWK

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

PATRIOT

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

- ¿En base a qué sistema de armas formaría el despliegue de la UDAA atendiendo a la eficacia de los sistemas de misil empleados?

MISTRAL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

NASAMS

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

HAWK

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

PATRIOT

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---



Luis Luna Ramírez

- ¿En base a qué sistema de armas formaría el despliegue de la UDAA en caso de que entre los operadores exista personal de ejércitos extranjeros?

MISTRAL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

NASAMS

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

HAWK

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

PATRIOT

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

- ¿Qué sistemas de armas actualmente en dotación en el ET considera que son óptimos para emplearse de forma conjunta en una UDAA?

Los sistemas óptimos hoy en día y bajo mi punto de vista de mi experiencia, son HAWK y NASAMS. El sistema mistral presenta algunos problemas a la hora de enlazar con un OC o COAAASM por el protocolo que usa el COAAASL. En cuanto al PATRIOT al ser necesaria una ICC para integrar en el SDA y solo tener 1 en dotación, y además tenerla desplegada en AT, hace que en la actualidad las baterías PATRIOT restantes en territorio nacional tengan muy complicado el integrarse.

- ¿Considera que existe algún medio aéreo convencional que los sistemas de armas en dotación en el ET no puedan combatir óptimamente?

RPAS de dimensiones muy reducidas, ya que los sistemas de adquisición que posee el ET no están diseñados para ese tipo de amenaza.

- ¿Cómo piensa que podrían mejorarse los sistemas de armas actuales para reducir su huella logística?

Lo más factible sería intentar adquirir radares que puedan realizar todas las funciones del combate, es decir, en el caso de una Batería HAWK, se necesitan 4 radares (dos de exploración y dos de adquisición/seguimiento), por ejemplo, la labor de los radares de exploración se podría aglutinar en un único radar (SENTINEL). También se podría reducir la huella logística adquiriendo GGEE de más potencia y reducir el número de estos.

- ¿Considera que debe mejorarse la capacidad de integración de los sistemas de armas actuales?

Como he expresado en la pregunta 8, habría que mejorar el protocolo del sistema COAAASL/M para la integración del sistema MISTRAL, y la adquisición de ICC para la integración del sistema PATRIOT.

- ¿Cree que se deben mejorar los sistemas de armas, o adquirir uno nuevo, para aumentar las capacidades actuales de sus sistemas radar y misil?

Sería interesante adquirir nuevos sistemas de armas, no tanto por aumentar las capacidades actuales (que en realidad están bien cubierta), si no por homogeneizar los sistemas de armas, cosa que simplificaría la cadena logística mucho en cuanto a repuestos y



Luis Luna Ramírez

abastecimiento de los sistemas. También reduciría los tiempos de formación del personal que los va a operar.



Luis Luna Ramírez

Cuestionario respondido por el Teniente D. Miguel Ángel Rodríguez Caballero

- ¿Considera que en el despliegue de la UDAA se debe contar con un único sistema de armas u opina que deben ser varios?

Se deberían usar varios sistemas de armas que aumenten sus prestaciones al actuar juntos, que cuenten con distintos alcances y techos.

- ¿En base a qué sistema de armas formaría el despliegue de la UDAA atendiendo al transporte de material y personal hasta el TO?

MISTRAL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

NASAMS

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

HAWK

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

PATRIOT

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

- ¿En base a qué sistema de armas formaría el despliegue de la UDAA en función de los requerimientos de personal?

MISTRAL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

NASAMS

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

HAWK

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

PATRIOT

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---



Luis Luna Ramírez

- ¿En base a qué sistema de armas formaría el despliegue de la UDAA teniendo en cuenta la formación que deben recibir los operadores del sistema?

MISTRAL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

NASAMS

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

HAWK

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

PATRIOT

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

- ¿En base a qué sistema de armas formaría el despliegue de la UDAA atendiendo a la eficacia de los medios de adquisición y seguimiento?

MISTRAL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

NASAMS

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

HAWK

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

PATRIOT

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

- ¿En base a qué sistema de armas formaría el despliegue de la UDAA atendiendo a la eficacia de los sistemas de misil empleados?

MISTRAL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

NASAMS

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

HAWK

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

PATRIOT

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---



Luis Luna Ramírez

- ¿En base a qué sistema de armas formaría el despliegue de la UDAA en caso de que entre los operadores exista personal de ejércitos extranjeros?

MISTRAL

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

NASAMS

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

HAWK

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

PATRIOT

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

- ¿Qué sistemas de armas actualmente en dotación en el ET considera que son óptimos para emplearse de forma conjunta en una UDAA?

HAWK y NASAMS

- ¿Considera que existe algún medio aéreo convencional que los sistemas de armas en dotación en el ET no puedan combatir óptimamente?

No, todos los medios convencionales se pueden combatir eficazmente.

- ¿Cómo piensa que podrían mejorarse los sistemas de armas actuales para reducir su huella logística?

Reduciendo el número y consumo de los grupos electrógenos, buscando formas alternativas de proporcionar energía a los equipos.

- ¿Considera que debe mejorarse la capacidad de integración de los sistemas de armas actuales?

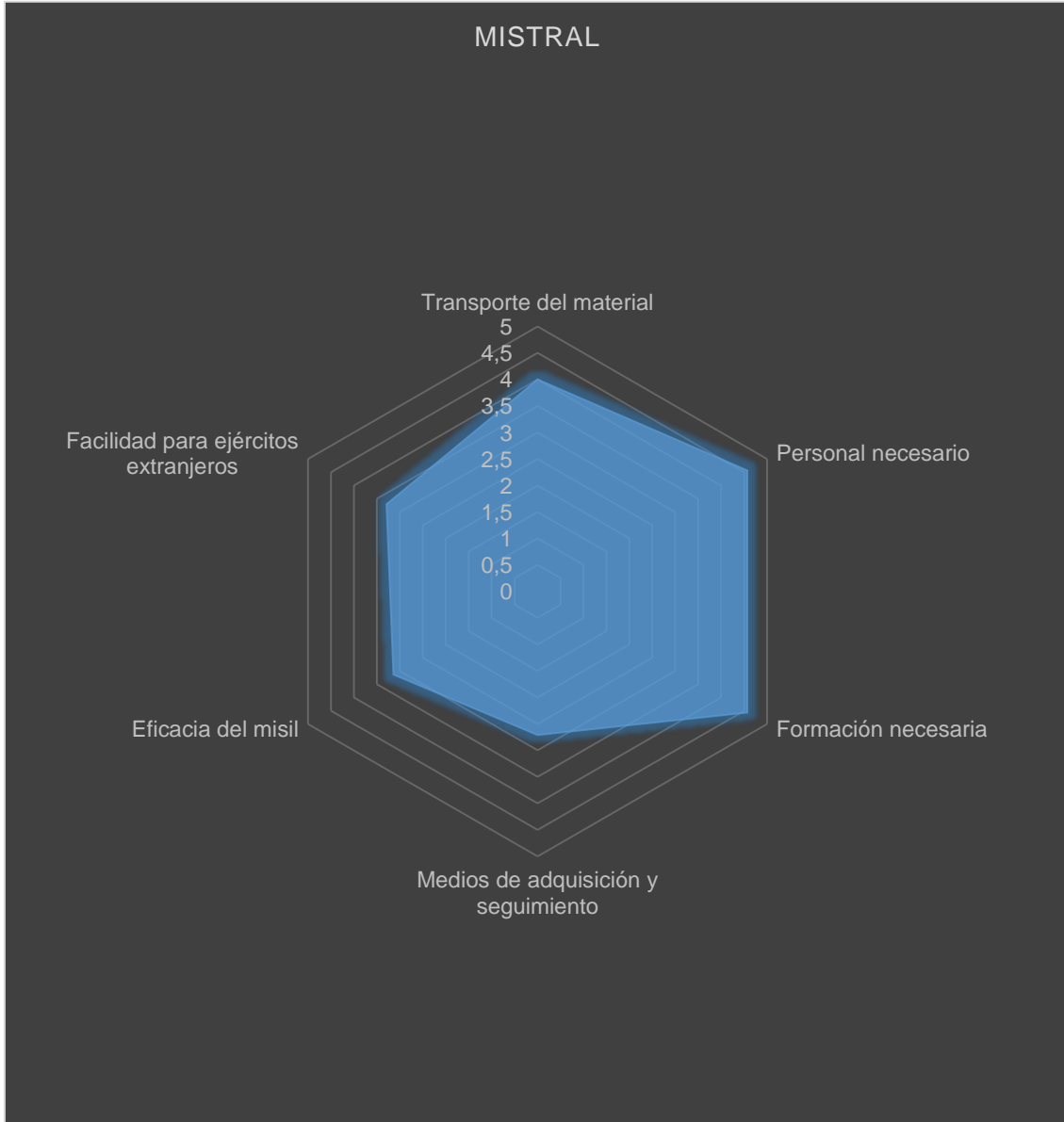
No, me parece que la capacidad de integración es adecuada.

- ¿Cree que se deben mejorar los sistemas de armas, o adquirir uno nuevo, para aumentar las capacidades actuales de sus sistemas radar y misil?

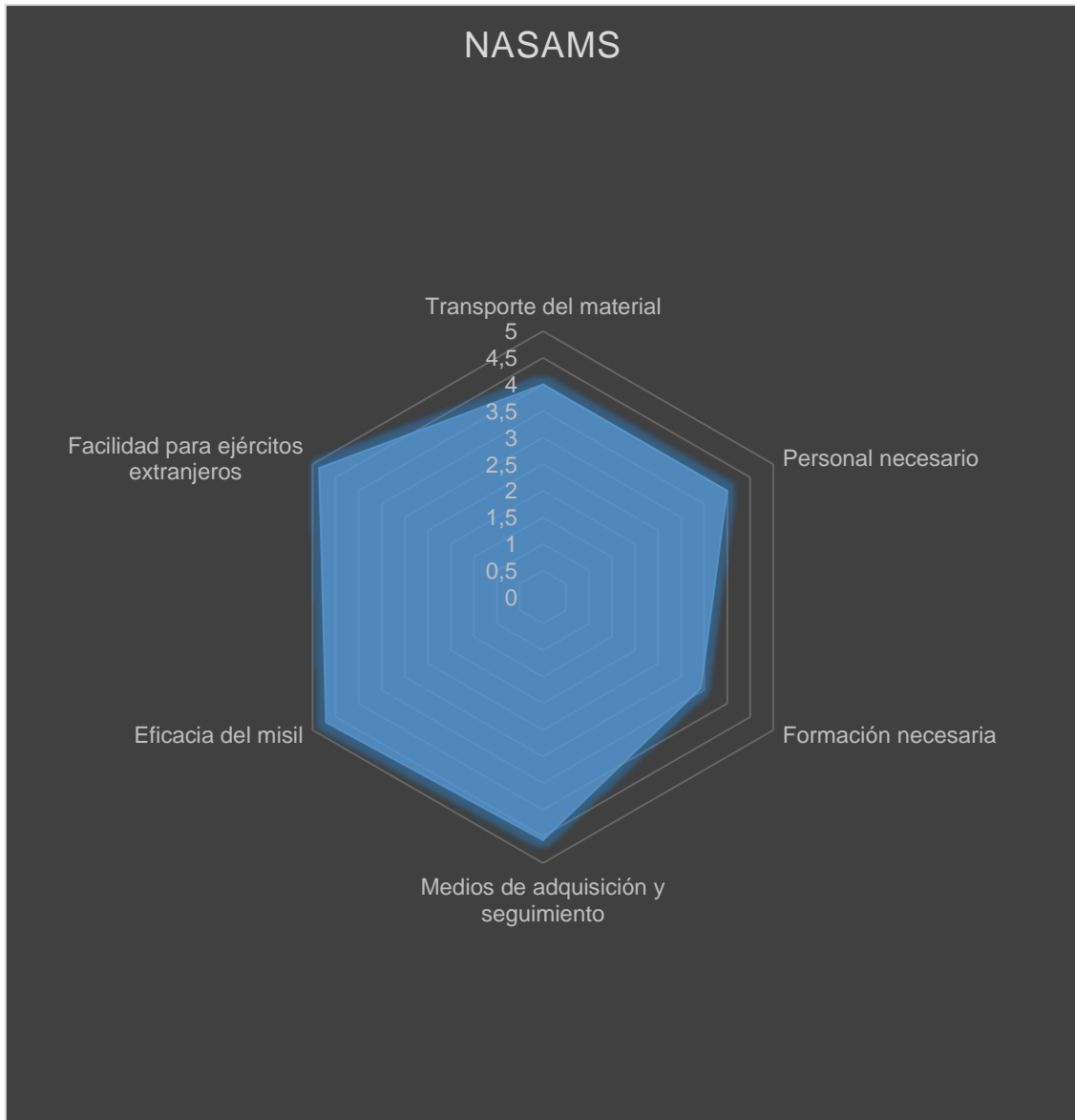
Me parece que sería conveniente modernizar el sistema PATRIOT para aumentar sus capacidades y que ofrezca una mayor versatilidad que la que ofrece actualmente la versión PAC-3 Configuración 2+.



- Anexo G. Radar chart individuales de los sistemas de armas



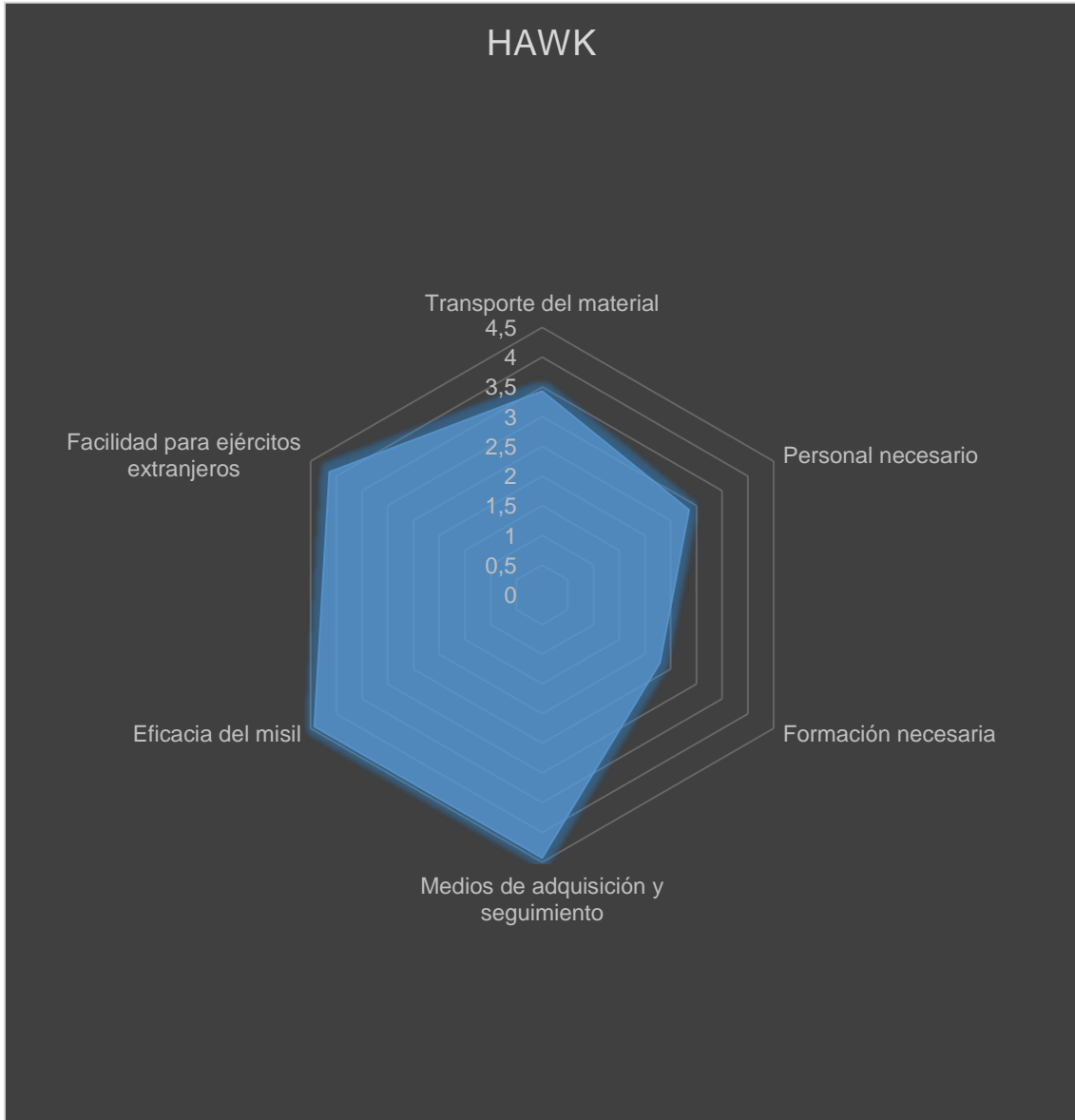
Radar Chart MISTRAL. Fuente: Elaboración propia



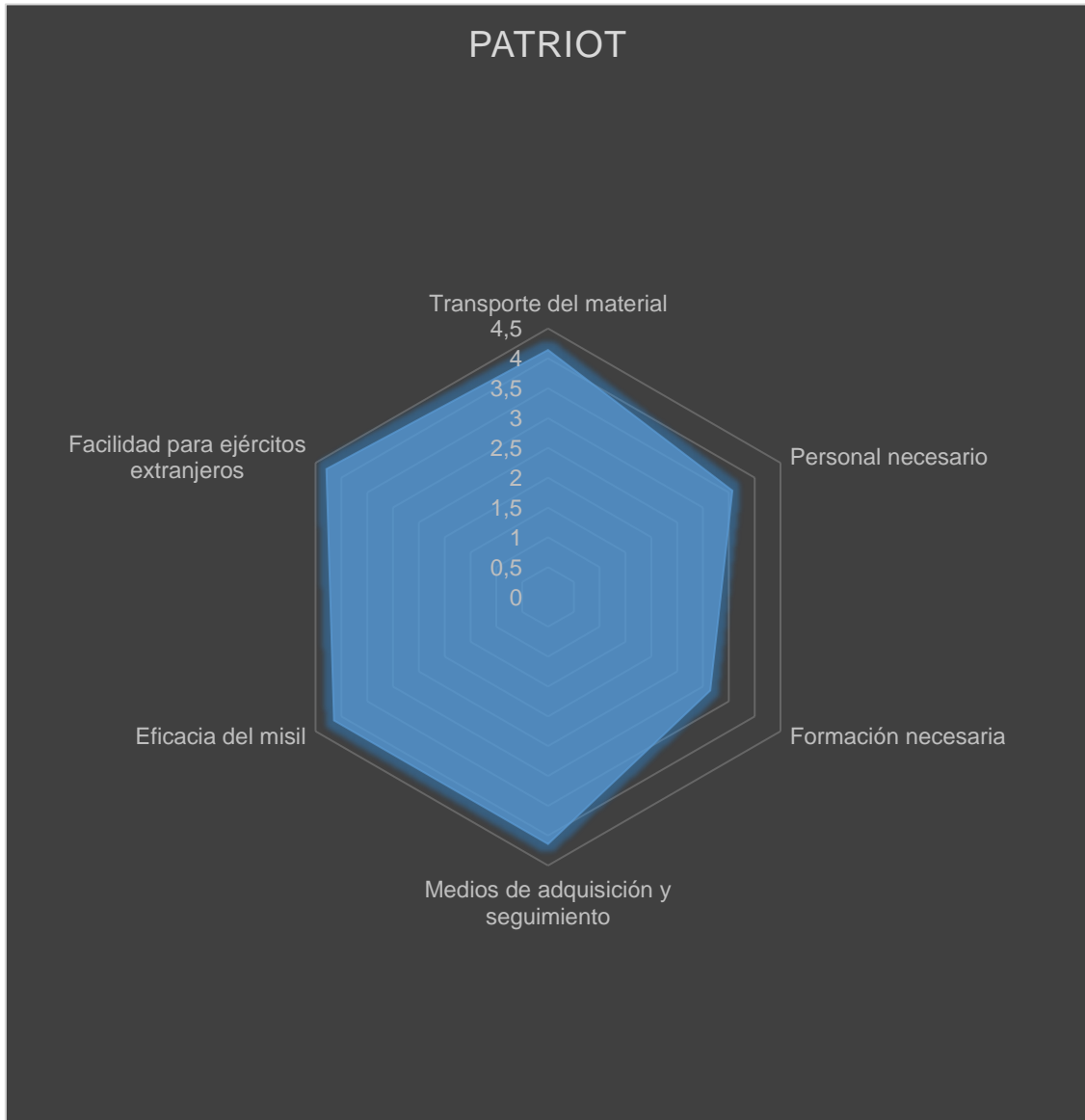
Radar Chart NASMAS. Fuente: Elaboración propia



Luis Luna Ramírez



Radar Chart HAWK. Fuente: Elaboración propia



Radar Chart PATRIOT. Fuente: Elaboración propia



- Anexo H. Cuestionario 2.

Con el objetivo de hacer hincapié en las características del despliegue que se está estudiando, se quiere recalcar que el despliegue se realiza en territorio OTAN y que la amenaza que se contempla es únicamente tipo ABT, por tanto, aeronaves de ala fija y ala rotatoria.

Por lo tanto, cuando en el cuestionario se habla de despliegue de UDAA se hace referencia al despliegue con las características expuestas.

El objetivo del presente cuestionario es identificar los aspectos más relevantes de un sistema de armas para ser desplegado. Para ello se pide que ordene, siendo 1 el factor más importante, el siguiente listado de factores. Muchas gracias por su colaboración.

El listado es el siguiente:

1. Contar con un único sistema de armas.
2. Contar con varios sistemas de armas.
3. El transporte de material y personal hasta el TO.
4. Los requerimientos de personal.
5. La formación de los operadores.
6. La eficacia de los medios de adquisición y seguimiento.
7. La eficacia de los sistemas misil.
8. La facilidad para trabajar con personal de ejércitos extranjeros.
9. Mejorar la capacidad de integración del sistema MISTRAL.
10. Mejorar la capacidad de integración del sistema PATRIOT.
11. Mejorar la capacidad de los sistemas radar para hacer frente a las amenazas ABT de última generación.
12. Emplear medios de generación de energía centrales.
13. Invertir en I+D+i para mejorar las capacidades de adquisición de los sistemas actuales.
14. Mejorar las capacidades de los sistemas misil actuales.
15. Establecer un único núcleo logístico.
16. Establecer un núcleo logístico para cada sistema de armas.
17. Mejorar las capacidades de integración del COAAS-M.
18. Disponer de un sistema radar que aglutine todas las funciones de combate.
19. Adquirir nuevos sistemas para simplificar la cadena logística.



- Anexo I. Cuestionario 3.

Con el objetivo de hacer hincapié en las características del despliegue que se está estudiando, se quiere recalcar que el despliegue se realiza en territorio OTAN y que la amenaza que se contempla es únicamente tipo ABT, por tanto, aeronaves de ala fija y ala rotatoria.

Por lo tanto, cuando en el cuestionario se habla de despliegue de UDAA se hace referencia al despliegue con las características expuestas.

El objetivo del presente cuestionario es ordenar nuevamente los mismos factores presentes en el cuestionario 2 una vez conocido los resultados de éste. Para ello se pide que ordene nuevamente los factores presentes en el listado.

El listado es el siguiente:

1. Contar con un único sistema de armas.
2. Contar con varios sistemas de armas.
3. El transporte de material y personal hasta el TO.
4. Los requerimientos de personal.
5. La formación de los operadores.
6. La eficacia de los medios de adquisición y seguimiento.
7. La eficacia de los sistemas misil.
8. La facilidad para trabajar con personal de ejércitos extranjeros.
9. Mejorar la capacidad de integración del sistema MISTRAL.
10. Mejorar la capacidad de integración del sistema PATRIOT.
11. Mejorar la capacidad de los sistemas radar para hacer frente a las amenazas ABT de última generación.
12. Emplear medios de generación de energía centrales.
13. Invertir en I+D+i para mejorar las capacidades de adquisición de los sistemas actuales.
14. Mejorar las capacidades de los sistemas misil actuales.
15. Establecer un único núcleo logístico.
16. Establecer un núcleo logístico para cada sistema de armas.
17. Mejorar las capacidades de integración del COAAS-M.
18. Disponer de un sistema radar que aglutine todas las funciones de combate.
19. Adquirir nuevos sistemas para simplificar la cadena logística.



• Anexo J. Resultados cuestionario 2.

FACTORES	SELECCIÓN DE LOS EXPERTOS							Media	σ
	1	2	3	4	5	6	7		
Contar con un único sistema de armas	19	19	18	19	14	19	19	18,14	1,86
Contar con varios sistemas de armas	1	1	1	1	6	1	1	1,71	1,89
El transporte de material y personal hasta el TO	5	4	3	2	3	3	3	3,29	0,95
Los requerimientos de personal	3	5	4	7	7	4	6	5,14	1,57
La formación de los operadores	12	6	7	8	11	7	10	8,71	2,29
La eficacia de los medios de adquisición y seguimiento	2	3	5	4	1	5	2	3,14	1,57
La eficacia de los sistemas misil	4	2	2	5	4	2	5	3,43	1,40
La facilidad para trabajar con personal de ejércitos extranjeros	10	15	11	9	9	15	9	11,14	2,73
Mejorar la capacidad de integración del sistema MISTRAL	18	14	16	14	15	17	16	15,71	1,50
Mejorar la capacidad de integración del sistema PATRIOT	15	16	19	16	18	16	17	16,71	1,38
Mejorar la capacidad de los sistemas radar para hacer frente a las amenazas ABT de última generación	11	10	9	10	8	9	8	9,29	1,11
Emplear medios de generación de energía centrales	13	11	13	18	12	13	14	13,43	2,23
Invertir en I+D+i para mejorar las capacidades de adquisición de los sistemas actuales	8	7	10	13	10	12	11	10,14	2,12
Mejorar las capacidades de los sistemas misil actuales	17	18	15	15	16	11	15	15,29	2,21
Establecer un único núcleo logístico	6	8	6	11	2	6	13	7,43	3,64
Establecer un núcleo logístico para cada sistema de armas	16	9	17	17	19	18	18	16,29	3,35
Mejorar las capacidades de integración del COAAS-M	9	13	14	12	13	10	7	11,14	2,54
Disponer de un sistema radar que aglutine todas las funciones de combate	7	12	8	3	5	8	4	6,71	3,04
Adquirir nuevos sistemas para simplificar la cadena logística	14	17	12	6	17	14	12	13,14	3,76

Resultado Cuestionario 2 sin ordenar



Luis Luna Ramírez

FACTORES	SELECCIÓN DE LOS EXPERTOS							Media	σ
	1	2	3	4	5	6	7		
1. Contar con varios sistemas de armas	1	1	1	1	6	1	1	1,71	1,89
2. La eficacia de los medios de adquisición y seguimiento	2	3	5	4	1	5	2	3,14	1,57
3. El transporte de material y personal hasta el TO	5	4	3	2	3	3	3	3,29	0,95
4. La eficacia de los sistemas misil	4	2	2	5	4	2	5	3,43	1,40
5. Los requerimientos de personal	3	5	4	7	7	4	6	5,14	1,57
6. Disponer de un sistema radar que aglutine todas las funciones de combate	7	12	8	3	5	8	4	6,71	3,04
7. Establecer un único núcleo logístico	6	8	6	11	2	6	13	7,43	3,64
8. La formación de los operadores	12	6	7	8	11	7	10	8,71	2,29
9. Mejorar la capacidad de los sistemas radar para hacer frente a las amenazas ABT de última generación	11	10	9	10	8	9	8	9,29	1,11
10. Invertir en I+D+i para mejorar las capacidades de adquisición de los sistemas actuales	8	7	10	13	10	12	11	10,14	2,12
11. La facilidad para trabajar con personal de ejércitos extranjeros	10	15	11	9	9	15	9	11,14	2,73
12. Mejorar las capacidades de integración del COAAAS-M	9	13	14	12	13	10	7	11,14	2,54
13. Adquirir nuevos sistemas para simplificar la cadena logística	14	17	12	6	17	14	12	13,14	3,76
14. Emplear medios de generación de energía centrales	13	11	13	18	12	13	14	13,43	2,23
15. Mejorar las capacidades de los sistemas misil actuales	17	18	15	15	16	11	15	15,29	2,21
16. Mejorar la capacidad de integración del sistema MISTRAL	18	14	16	14	15	17	16	15,71	1,50
17. Establecer un núcleo logístico para cada sistema de armas	16	9	17	17	19	18	18	16,29	3,35
18. Mejorar la capacidad de integración del sistema PATRIOT	15	16	19	16	18	16	17	16,71	1,38
19. Contar con un único sistema de armas	19	19	18	19	14	19	19	18,14	1,86

Resultado Cuestionario 2 ordenado



Luis Luna Ramírez

- Anexo K. Resultados cuestionario 3.

FACTORES	SELECCIÓN DE LOS EXPERTOS							Media	σ
	1	2	3	4	5	6	7		
Contar con un único sistema de armas	19	19	18	19	18	19	19	18,71	0,49
Contar con varios sistemas de armas	1	1	1	1	2	1	1	1,14	0,38
El transporte de material y personal hasta el TO	3	4	4	2	3	3	3	3,14	0,69
Los requerimientos de personal	5	6	3	6	6	5	5	5,14	1,07
La formación de los operadores	10	5	7	11	11	7	10	8,71	2,36
La eficacia de los medios de adquisición y seguimiento	2	3	5	4	1	4	2	3,00	1,41
La eficacia de los sistemas misil	4	2	2	5	4	2	6	3,57	1,62
La facilidad para trabajar con personal de ejércitos extranjeros	12	12	11	9	8	15	8	10,71	2,56
Mejorar la capacidad de integración del sistema MISTRAL	18	16	16	14	15	17	18	16,29	1,50
Mejorar la capacidad de integración del sistema PATRIOT	15	14	19	18	14	16	17	16,14	1,95
Mejorar la capacidad de los sistemas radar para hacer frente a las amenazas ABT de última generación	11	10	10	10	9	9	9	9,71	0,76
Emplear medios de generación de energía centrales	13	11	13	17	12	13	14	13,29	1,89
Invertir en I+D+i para mejorar las capacidades de adquisición de los sistemas actuales	8	7	9	13	10	12	11	10,00	2,16
Mejorar las capacidades de los sistemas misil actuales	17	18	15	15	19	10	15	15,57	2,94
Establecer un único núcleo logístico	6	8	6	8	7	6	13	7,71	2,50
Establecer un núcleo logístico para cada sistema de armas	16	17	17	16	16	18	16	16,57	0,79
Mejorar las capacidades de integración del COAAS-M	9	13	14	7	13	11	7	10,57	2,94
Disponer de un sistema radar que aglutine todas las funciones de combate	7	9	8	3	5	8	4	6,29	2,29
Adquirir nuevos sistemas para simplificar la cadena logística	14	15	12	12	17	14	12	13,71	1,89

Resultado Cuestionario 3 sin ordenar