



Facultad del Ejército  
Escuela Superior de Guerra  
"Tte Grl Luis María Campos"



**UNDEF**  
Universidad de la  
Defensa Nacional

## **TRABAJO FINAL INTEGRADOR**

**Título: "La Defensa Aérea Específica del Componente Terrestre ante la Proliferación de Aeronaves y Sistemas Aéreos No Tripulados".**

**Que para acceder al título de Especialista en Conducción Superior de OOMMTT presenta el Mayor César Daniel GAUNA.**

**Director de TFI: Teniente Coronel Carlos DELLATORRE**

**Ciudad Autónoma de Buenos Aires, de marzo de 2024.**

## Resumen

El presente trabajo busca determinar los aspectos a considerar al organizar los elementos de AA que permitan desempeñar la función de protección al Componente Terrestre del Teatro de Operaciones ante la amenaza moderna materializada por las aeronaves y sistemas aéreos no tripulados. Esta cuestión surge de la necesidad de adaptarse ante los avances tecnológicos que llevan a una rápida evolución de los medios militares y su empleo en el combate contemporáneo, sumergidos en los conceptos de mosaico y multidominio, que impone incrementar la capacidad de respuesta de la defensa antiaérea ante acciones llevadas a cabo empleando ese tipo de medios aéreos. Para ello, en primer lugar, se observaron y describieron las aeronaves y sistemas aéreos no tripulados con el propósito de determinar sus principales características y empleo en el campo de batalla moderno. En segundo lugar, se desarrolló una descripción y análisis de la doctrina referida a la organización del sistema de defensa antiaérea específica del Ejército a efectos de identificar las limitaciones a la hora de contrarrestar esta amenaza. Por último, se desarrollaron conceptos referidos a organización y características actuales de la defensa antiaérea junto a trabajos de otros países a ser considerados como guía que sirven de complemento para establecer los aspectos a considerar como parámetros a la hora de organizar los medios de artillería antiaérea que permitan reducir sus limitaciones e integren las capacidades requeridas en la lucha contra el dron y de esta manera lograr un cierto grado de eficacia al cumplir su misión, en términos de mayor protección a las tropas terrestres que se traducirá en mayor libertad de acción en el desarrollo de las operaciones.

**Palabras claves:** Operaciones, Organización, Defensa Antiaérea, Aeronaves y Sistemas Aéreos No Tripulados.

## Índice de Contenidos

Resumen.....	ii
Introducción .....	1
Formulación del Problema .....	1
Antecedentes y Justificación .....	1
Objetivos .....	6
Metodología Empleada .....	6
Capítulo I.....	7
Aeronaves y Sistemas Aéreos No Tripulados .....	7
Sección I.....	7
Reseña Histórica de los Aeronaves y Sistemas Aéreos no Tripulados .....	7
Características de los aeronaves y sistemas aéreos no tripulados .....	8
Tipos de Aeronaves y Sistemas Aéreos no Tripulados .....	8
Denominación por su Categoría en el Ejército Argentino .....	10
Componentes de los Sistemas Aéreos No Tripulados.....	11
Los Sistemas Aéreos no Tripulados Como Amenaza .....	12
Misiones Asignadas a los Aeronaves y Sistemas Aéreos no Tripulados .....	13
Proliferación de Drones de Combate en Conflictos Contemporáneos.....	14
Empleo de Drones en el Cáucaso.....	15
Drones y Supresión de Defensas Aéreas.....	16
Empleo de Drones en el Conflicto entre Rusia y Ucrania .....	17
Sección III.....	19
Vulnerabilidades de los Aeronaves y Sistemas Aéreos no Tripulados .....	19

Vulnerabilidad a la Guerra Electrónica.....	19
Conclusiones Parciales.....	21
Capítulo II.....	22
Descripción y Análisis del Sistema de Defensa Antiaérea del Ejército Argentino.....	22
Sección I.....	23
Conceptos Generales de la Defensa Aérea.....	23
La Defensa Aérea Como Actividad de la Función Protección .....	23
La Superioridad Aérea y la Defensa Aérea.....	24
Clasificación de la Defensa Aérea .....	26
El Sistema de Defensa Aérea en los Distintos Niveles .....	26
Conformación del Sistema de Defensa Antiaérea del Ejército .....	28
Las Fuerzas que Conforman el Componente Terrestre.....	30
Sección III.....	31
Características de la Artillería Antiaérea del Ejército Argentino .....	31
Misión de la AA .....	31
Funciones de la AA.....	32
Capacidades de la AA .....	32
Limitaciones de la AA .....	33
Organización de la AA del Componente Terrestre .....	33
Organización de la AA en los Distintos Niveles Orgánicos Dentro del Teatro de Operaciones.....	34
Organización Para el Combate de la AA .....	35
Misión Particular de los GGAA Y BBAA.....	36

Roles a Desempeñar por los Elementos de AA .....	37
Organización de los GAA y BAA.....	39
<i>Organización del GAA Equipado con Misiles</i> .....	41
Sección IV .....	43
Sistemas de Armas Actuales y en Desarrollo de la AA .....	43
Material de Dotación.....	43
Los Misiles .....	44
Los Sensores .....	46
Material de Guerra Electrónica .....	49
El Sistema Antidrones.....	49
Conclusiones Parciales.....	50
Capítulo III.....	53
Aspectos a Considerar en la Organización de los Medios de Defensa Antiaérea Ante la Amenaza de Aeronaves y Sistemas Aéreos no Tripulados.....	53
Sección I.....	53
Conceptos Generales Sobre Organización .....	53
Elementos Conceptuales para la Organización Medios Militares.....	53
Sección II .....	59
Características Actuales de la Defensa Antiaérea Ante la Amenaza de Aeronaves y Sistemas Aéreos no Tripulados .....	59
Criterios de Defensa Antiaérea .....	59
Evolución de la Defensa Antiaérea en el Combate Moderno .....	60
Las Amenazas de Nueva Generación.....	62

Armas para las Amenazas de Nueva Generación .....	63
Armas para la Guerra Contra los Aeronaves No Tripulados .....	64
Sección III.....	65
Conceptos de la Lucha Contra el ANT .....	65
España y su Concepto C-UAS LL .....	65
España y la Intención de Conformar Unidades Específicas Anti-Drones.....	68
La AA y el Modelo de la Fuerza 35.....	69
Conclusiones Parciales.....	71
Conclusiones .....	73
Conclusiones Finales.....	73
Aporte Profesional del Autor .....	78
Referencias.....	80

### **Índice de Figuras**

Figura 1: Denominación de SANT por su categoría en el Ejército.....	10
Figura 2: Integración de los Sistemas de Defensa Aérea.....	30
Figura 3: Roles de la AA en relación con el radio de acción efectivo del material	39
Figura 4: Organización del GAA dotado con Cañones .....	40
Figura 5: Organización del GAA dotado con misiles.....	41
Figura 6: Organización del GAA Mixto.....	41
Figura 7: Organización de la BAA Independiente.....	42
Figura 8: Sección de Tiro Oerlikon Contraves 35 mm con DT Skyguard.....	44
Figura 9: Unidad de Fuego RBS-70.....	46

Figura 10: Radar Primario Argentino RPA 200.....	47
Figura 11: Radar Multifunción RMF 200 táctico para Defensa Aérea .....	48
Figura 12: Inhibidor de drones Aselsan Ihasavar .....	49
Figura 13: Proyecto de Sistema anti-drones .....	50
Figura 14: Sistemas de Defensa Aérea Integrados.....	61
Figura 15: Ciclo del Sistema C-UAS LSS español.....	66
Figura 16: Concepto de “Fuegos en Red” de la Fuerza 35.....	70

## **Introducción**

### **Formulación del Problema**

¿Cuáles son los aspectos a considerar como parámetros para organizar los elementos de AA del CTTO que permitan cumplir con la función de protección ante la amenaza de aeronaves y sistemas aéreos no tripulados?

### **Antecedentes y Justificación**

En la actualidad se encuentran en desarrollo conceptos a nivel mundial referidos a nuevas formas de hacer la guerra. Así surgen términos como mosaico y multidominio, que sintetizan esas nuevas concepciones y modos de emplear los medios militares. Es una realidad la proliferación en el empleo de aeronaves y sistemas aéreos no tripulados en adelante (ANT y SANT) en los conflictos armados. La tecnología que ha mejorado estos artefactos y su uso en el campo de combate moderno tendrán impacto a largo plazo en el uso del poder militar. Ataques selectivos y supuestamente secretos contra blancos enemigos en el pasado, hoy son una práctica común y continuará siendo una norma en el futuro. Por otro lado, las mejoras tecnológicas apoyan el crecimiento comercial del mercado que busca explotar al máximo las capacidades convirtiéndolo en uno de los de mayor crecimiento. Consecuentemente, muchas naciones y actores no estatales han adquirido la capacidad de despegar y emplear ANT y SANT. Podemos mencionar como ejemplos más próximos el actual conflicto entre la Federación Rusa y la República de Ucrania o el del año 2016 entre Armenia y Azerbaiyán, en este último en particular, el aspecto más relevante recae sobre el uso de drones militares en las operaciones en el Alto Karabaj, ya que en esa ocasión los choques entre las fuerzas armadas de Armenia y Azerbaiyán se convirtieron en el primer ejemplo de dos estados nacionales, utilizando de manera intensiva, drones en sus operaciones militares demostrando gran efectividad y un bajo costo en comparación con misiles y cohetes.



De la misma forma, un aspecto sumamente importante ante esta situación que surge en contrapartida a lo anteriormente mencionado se refiere a la vulnerabilidad que representa a las tropas terrestres en particular, esta nueva modalidad de combate aéreo para el que no cuentan con medidas ni previsiones adecuadas para contrarrestarla, manteniendo organizaciones conformadas por sistemas de armas convencionales que han perdido efectividad debido a que muchas veces resultan además de costosos en su empleo, inadecuados en su implementación. Todos estos aspectos limitan su libertad de acción. Por ese motivo, los distintos ejércitos están incorporando a sus filas equipamiento con capacidad de enfrentar a estos ingenios, trayendo aparejado la necesidad de rediseñar sus organizaciones para poder integrarlos y funcionar como un sistema.

Dentro de las funciones de combate que ejecutan las fuerzas terrestres encontramos la de protección, que en rasgos generales se compone de actividades que pretenden preservar a las fuerzas de las acciones del enemigo y abarca entre otras, a la defensa antiaérea (Ejército Argentino, 2015).

La doctrina conjunta establece que la defensa aeroespacial es la que reúne todas las medidas para reducir o anular los efectos de los ataques aeroespaciales enemigos, (Estado Mayor Conjunto de las Fuerzas Armadas, 2009). Es una actividad integral, de carácter conjunto y de responsabilidad primaria de la Fuerza Aérea Argentina (cap 1.p.2).

En definitiva, la defensa aeroespacial específica del Ejército Argentino, por doctrina es el sistema de defensa aérea, materializado por la artillería antiaérea en adelante (AA).

El Ejército Argentino (2001.b) dicta que los elementos de AA deberán satisfacer las exigencias que surjan del desarrollo de las operaciones basados en sus capacidades operacionales, determinadas por el tipo de elemento, su material de dotación y particularmente por su organización, que será diversa y deberá adoptar y readaptar sus estructuras y composición en función de las nuevas tecnologías, tácticas y procedimientos

que desarrolle el enemigo y adecuarse a las exigencias. La diversidad, sofisticación y avance tecnológico de la moderna amenaza aérea, influirán consecuentemente en el necesario desarrollo de sistemas de armas aptos para combatirlos con posibilidades de eficacia y, simultáneamente, deberán adecuarse las organizaciones. (cap.1.p 1)

Un aspecto a destacar es que estos, representan los elementos básicos con que cuentan los comandantes en el nivel táctico para brindar protección a los puntos y zonas vitales a los que se les asigne una determinada prioridad. Al respecto, la doctrina vigente no tiene incorporado en ningún documento, procedimientos ni tácticas a emplear sobre cómo afrontar la amenaza de ANT y SANT, tampoco posibles estructuras a ser establecidas al integrar material y personal afines, solo se limita a su mención en una clasificación de la amenaza aérea. Este es el punto principal de justificación que tendrá el presente trabajo de investigación, que se basará en un vacío doctrinario, que requiere en principio de una actualización y determinación de aspectos a considerar para su organización.

Entre los antecedentes consultados aparte de los mencionados como doctrina, existen diferentes elaboraciones referidas a la AA, Christian Méndez (2016) determinó la necesidad de que la Gran Unidad de Combate cuente orgánicamente con un elemento de AA orgánico. Luis Balmaceda (2020) estableció pautas de adiestramiento que permitan al sistema de AA adaptarse al ambiente geográfico particular de montaña. Javier Riveros Moreira (2021) orientó su atención a la reestructuración de la AA en los distintos niveles y ambientes geográficos particulares mediante un enfoque sistémico proponiendo un diseño de los elementos partiendo de la estructura vigente. Ariel Acosta (2021) propuso el diseño de un elemento de AA en apoyo a una Brigada de manera orgánica mediante la conformación de una BAA Mixta que integre su cuadro de organización. Sergio Zaracho (2022) estableció la importancia de recuperar y fortalecer las capacidades de defensa antiaérea específica, en el marco de la cobertura media y el empleo de misiles de corto y mediano alcance. Miguel

López (2023) determinó las falencias logísticas del GAA Mixto para ejecutar operaciones de forma descentralizada haciendo énfasis en las funciones de abastecimiento y mantenimiento en circunstancias que la unidad deba segregarse elementos a nivel subunidad y propuso una organización que le permita cumplir su misión de mejor manera.

Todos los trabajos consultados y expuestos anteriormente, si bien tratan a la AA no atienden al tema referido a la muy baja cobertura y la vulnerabilidad en cuanto a los ataques con ANT y SANT y a la organización necesaria en caso de integrar elementos para contrarrestarlos.

Por otro lado, también fueron consultados trabajos de investigación referidos a ANT-SANT o UAS.

Isidro Green (2014), describió el empleo de ANT como una herramienta para la adquisición de blancos y la observación del tiro de artillería en otros países y adaptó esos procedimientos a la doctrina del Ejército Argentino. José Losada (2018) se centró en el encuadre jurídico en el marco del derecho internacional humanitario del empleo de drones en los conflictos armados, lo más relevante para esta investigación es lo referido a las misiones asignadas, formas de empleo, dentro de ellas las misiones de apoyo aéreo táctico en apoyo directo a las fuerzas terrestres. Diego Liguori (2020), enfatizó la tendencia en los conflictos modernos del empleo de ANT como medio de obtención de información desatancando las ventajas de su empleo, la necesidad de su utilización en la actualidad y la inclusión en los distintos niveles de conducción en las fuerzas terrestres para el cumplimiento de distintas misiones en apoyo a la toma de decisiones. David Maradona (2021) abordó una cuestión referida a la función de protección, consideró el empleo de armas de energía dirigida para afectar el comando remoto de las ANT y SANT. El trabajo fue realizado desde el punto de vista del empleo de medios de guerra electrónica para contrarrestar amenazas con esas características, también menciona posibles métodos de ataques a SANT.

José Guglielmone (2017) llevó a cabo una descripción detallada referida a que la defensa antiaérea en las capas más bajas representa en definitiva la de principal importancia debido a su proximidad a los puntos vitales a defender y es sobre la que las fuerzas armadas deberán organizar y conformar los sistemas de armas, debido a que será el último recurso de supervivencia ante las variadas amenazas de guerra convencional o asimétrica. Asimismo, menciona a los drones como nuevas amenazas para la defensa antiaérea debido a su constante desarrollo tecnológico y empleo en operaciones en conflictos contemporáneos. También expresa que “las amenazas aéreas ya no se limitan a los aviones, helicópteros o misiles” (Guglielmone. p.165).

El Estado Mayor General del Ejército, por intermedio de la Dirección General de Organización y Doctrina a fines del año 2022, elaboró el Plan Particular de Doctrina para el año 2023, en el mismo ordenó, al Comando de Adiestramiento y Alistamiento del Ejército designe al Departamento Escuela de la Agrupación de Artillería Antiaérea de Ejército 601-Escuela, la elaboración de un capítulo referido a la defensa antidron como parte del reglamento de aeronaves no tripuladas, que se encuentra en etapa de redacción, lo cual pone de manifiesto el interés de la fuerza por actualizar la doctrina pertinente.

Finalmente, en base a lo descripto, se puede afirmar que no existe un trabajo referido a la artillería antiaérea dirigido a enfatizar la proliferación en el desarrollo y empleo de ANT y SANT y la necesidad de actualizar el concepto de empleo y las estructuras de la defensa aérea específica del Ejército Argentino, para contrarrestar esas amenazas de nueva generación.

## **Objetivos**

### ***Objetivo General***

Determinar los aspectos a considerar como parámetros para organizar los elementos de AA del CTTO que permitan cumplir con la función de protección ante la amenaza de aeronaves y sistemas aéreos no tripulados.

### ***Objetivo Particular 1***

Observar y describir las ANT y SANT de uso militar en el campo de combate moderno para identificar sus principales características y empleo.

### ***Objetivo Particular 2***

Describir y analizar el sistema de defensa antiaérea del Ejército Argentino para determinar sus limitaciones al brindar protección ante la amenaza de ANT y SANT.

### ***Objetivo Particular 3***

Observar las características actuales de la defensa antiaérea e identificar las cuestiones organizacionales para determinar los aspectos a considerar como parámetros en el diseño de los medios de AA ante la amenaza de ANT y SANT.

## **Metodología Empleada**

### ***Explicación del Método***

El método a utilizar será deductivo.

### ***Diseño de la Investigación***

El diseño a utilizar será explicativo.

### ***Técnicas de Evaluación***

Las técnicas a emplear serán análisis bibliográfico, análisis documental y análisis lógico.

## **Capítulo I**

### **Aeronaves y Sistemas Aéreos No Tripulados**

#### **Sección I**

##### **Reseña Histórica de los Aeronaves y Sistemas Aéreos no Tripulados**

Las aeronaves y sistemas aéreos no tripulados, en adelante ANT-SANT, pilotados a control remoto o simplemente drones, han experimentado una notable evolución a lo largo de su historia hasta llegar a los tiempos actuales. Los datos más antiguos que se tiene sobre el uso de plataformas aéreas no tripuladas datan de 1849, cuando el ejército austriaco uso en la batalla contra la ciudad de Venecia globos cargados con explosivos que fueron lanzados desde uno de sus barcos. Aunque los globos no concuerdan con la definición actual que le damos a los drones, el concepto si se ajusta al de plataforma no tripulada que porta una carga útil, en este caso explosivos.

El origen de las primeras aeronaves no tripuladas se remonta a la primera guerra mundial, cuando se desarrollaron aviones teledirigidos como blancos aéreos para propósitos de entrenamiento militar. No obstante, su uso principal se consolidó en la segunda guerra, donde desempeñaron un papel crucial en misiones de reconocimiento, aeroplanos lanzables y como blancos aéreos para prácticas de tiro. El desarrollo de los drones fue de la mano al de los misiles como forma de guiar los explosivos hacia un objetivo mediante su seguimiento.

A medida que avanzó la tecnología, especialmente durante la guerra fría, los ANT encontraron aplicación en operaciones encubiertas y misiones de reconocimiento, con aviones teledirigidos como el U-2, paralelamente, la NASA comenzó a utilizarlos en la exploración espacial, contribuyendo al desarrollo de modelos avanzados.

En la década de 1990, comenzaron a diversificarse hacia aplicaciones civiles, como la agricultura de precisión y el monitoreo ambiental. Su auge se produjo en la década de 2000, cuando empresas privadas lanzaron modelos accesibles para el público, esto desencadenó una

explosión en la fotografía y videografía aérea, así como en aplicaciones recreativas, transformando la forma en que las personas interactúan con la tecnología y el entorno. Fueron utilizados en Irak, Afganistán y Siria en acciones dirigidas contra Al Qaeda y misiones de escolta de convoyes militares, para espiar instalaciones, patrullar zonas a proteger y detectar situaciones de riesgo. Conforman el arsenal militar y estrategias de defensa, reduciendo la presencia de tropas en los conflictos.

El siglo XXI se caracterizó por incorporar nuevas tecnologías a los escenarios bélicos dando lugar a potenciar las capacidades en materia de velocidad para la gestión de información y en la capacidad para lograr la integración funcional de todos los recursos a disposición de los comandantes. Los nuevos y complejos ambientes operacionales, demandan que el apoyo de fuego, más que nunca, cumpla con dos requisitos, el de oportunidad y el de precisión, para brindar una manera rápida de influir en las operaciones. Es así como los ANT y SANT de uso militar han invadido las operaciones en los campos de batalla transformándose en una verdadera amenaza para las tropas terrestres.

## **Sección II**

### **Características de los aeronaves y sistemas aéreos no tripulados**

#### **Tipos de Aeronaves y Sistemas Aéreos no Tripulados**

La doctrina americana establece que los ANT-SANT se dividen en grupos del 1 al 5, y esta clasificación se fundamenta en criterios como el peso, la altitud de operación y la velocidad (Ejército de los Estados Unidos, 2023). Cuanto mayor sea la plataforma, más amplias serán sus capacidades inherentes. A pesar de que estas designaciones grupales ayudan a comprenderlos y sus habilidades, hay que tener en cuenta que las diferencias operativas entre los distintos grupos no son rígidas. Los perteneciente a los grupos 1 y 2 son generalmente reconocidos como sistemas de aeronaves pequeñas no tripuladas (ANT), o pilotados remotamente (RPA) tienen una sección de cruce de radar (RDC) más reducida en

comparación con los pertenecientes a los grupos 3, 4 y 5. Los sistemas integrados de defensa aérea y antimisiles pueden lidiar eficazmente con las categorías más grandes (grupos 3, 4 y 5), pero encuentran dificultades en rastrear, identificar y neutralizar a los ANT. La RDC más pequeña dificulta su detección mediante las capacidades de alerta temprana de las fuerzas amigas. Además, los requisitos de lanzamiento y recuperación permiten que un solo individuo o un equipo pequeño pueda desplegar ANT desde áreas no acondicionadas, lo que los hace menos detectables. Gracias a avances tecnológicos pueden emplearse con un nivel reducido o nulo de intervención por parte del operador.

Los ANT también se dividen en tres tipos comunes, según sean de ala fija, de ala giratoria, multirotor o globos. Tienen la capacidad de operar utilizando motores eléctricos, que son conocidos por su funcionamiento silencioso, o motores de combustión interna, que generan una firma de sonido más perceptible. Transportan una carga específicamente adaptada a la misión que están llevando a cabo. La carga útil puede incluir uno o varios tipos de sensores o armamento como sistemas ópticos y electroópticos o infrarrojos, sistemas de radar, dispositivos para la recolección y anulación de señales, dispositivos de designación láser, dispositivos de detección electromagnética, dispositivos de ataque electromagnético, dispositivos de interferencia electromagnética, armas aire-tierra y explosivos para ser utilizados como municiones merodeadoras. Una munición merodeadora es un tipo de SANT diseñado específicamente para impactar objetivos en tierra más allá del alcance visual directo utilizando una cabeza explosiva. Suelen ser de tamaño portátil y tienen como objetivo proporcionar a las unidades terrestres, como la infantería, una munición de alta precisión guiada. Están equipadas con cámaras de alta resolución, tanto electroópticas como infrarrojas, que permiten al operador localizar, vigilar y dirigir el proyectil hacia el objetivo. Una característica destacada de estas municiones es su capacidad de permanecer en una zona del



espacio aéreo durante un período extendido antes de llevar a cabo el ataque, lo que brinda al operador el tiempo necesario para decidir cuándo y cuál objetivo atacar.

### Denominación por su Categoría en el Ejército Argentino

Según la doctrina de la fuerza, teniendo en cuenta su peso los SANT se clasifican en categoría I, hasta 150 kilogramos y categoría II, mayores a 150 kilogramos (Ejército Argentino, 2018). A su vez, dentro de la categoría I encontramos las clases 1 del tipo micro, con un peso menor a los 2 kilos, mini, con un peso de 2 a 20 kilos y ligeros con un peso superior a 20 hasta los 150 kilogramos.

Dentro de la categoría II, se encuentra los de clase 2, del tipo liviano y mediano que van desde los 150 hasta los 600 kilogramos y por último, dentro de la misma categoría, los de clase 3 del tipo pesado con un peso mayor a los 600 kilogramos. La clasificación de categorías I y II responde a la Resolución número 527/2015 de la Administración Nacional de Aviación Civil (ANAC) “Reglamento provisional de vehículos aéreos no tripulados” (VANT).

### Figura 1

Denominación de SANT por su categoría en el Ejército

CLASIFICACIÓN				APTITUDES OPERADOR / PILOTO	ALTITUDES DE REFERENCIA	POSIBLES USUARIOS
CAT	CLASE	PESOS				
I (hasta 150 Kg)	1	Micro	Menor a 2kg	Certificado de Competencia Operador VANT	Hasta 200 ft	Compañía de Obtención Humana, Patrullas de inteligencia, Sección exploración, Sección adquisición de blancos, batería comando y servicios, grupo de artillería de campaña, escuadrón de exploración de GGUU
		Mini	Mayor a 2 kg hasta 20 kg	Licencia de Operador VANT	Hasta 1.000 ft	
		Ligero	Mayor a 20 kg Hasta 150 kg	Licencia Piloto Remoto VANT	Hasta 3.000 ft	
II (mayor a 150 kg)	2	Liviano	Mayor a 150 Kg Hasta 600 Kg		Hasta 15.000 ft	Ca Obt Ae, Sección VANT, Compañía de Obtención Humana, patrullas de inteligencia, grupo VANT, batallón de inteligencia, elemento de exploración de GGUU, Compañía Obtención Aérea, destacamento de inteligencia de combate
		Mediano	Mayor a 150 kg hasta 600 kg		Hasta 40.000 ft	
	3	Pesado	Mayor a 600 kg	Supera los 40.000 ft	Aviación de Ejército BHEA Esc Av Apy Icia B Av Apy Comb	

Nota. Tomado de ROP-10-12, Ejército Argentino 2018.

## **Componentes de los Sistemas Aéreos No Tripulados**

Un sistema aéreo no tripulado comprende todos los elementos esenciales para operar un aeronave no tripulado, que es el dispositivo físico encargado de llevar a cabo el vuelo. Engloba aspectos como el personal, el propio ANT, la carga útil que puede incluir sensores o armamento, la estación de control, los enlaces de comunicación, así como los sistemas de lanzamiento y recuperación. Se dividen en diferentes niveles y capacidades enfocados en abordar distintas partes del sistema, siendo los componentes principales por considerar la aeronave, el controlador y los enlaces de comunicación.

Durante su operación pueden estar en funcionamiento hasta cuatro enlaces de comunicación. El enlace descendente del sistema de posicionamiento global (GPS), que puede depender de un GPS comercial o de otros sistemas de navegación, para su orientación y altitud. El enlace descendente de vídeo, que constituye una actividad electrónica pasiva y no puede utilizarse para detectar la estación de control terrestre o el ANT, aunque es susceptible de ser interceptado, interrumpido y explotado. El enlace descendente de telemetría, que permite al controlador supervisar información de vuelo diversa en tiempo real sobre el ANT, como su posición, altitud, rumbo y velocidad, mediante radiofrecuencia. El enlace ascendente de comando y control es necesario para operar la mayoría de los ANT, y puede utilizarse para geolocalizar al operador real.

Cada uno de estos componentes presenta sus propias vulnerabilidades. Los ANT son susceptibles a los ataques electrónicos y amenazas letales, mientras que las estaciones de control pueden ser vulnerables a protocolos de enlace y amenazas letales. Los diferentes enlaces de comunicación pueden ser aprovechados para geolocalizar al ANT, la estación de control o el centro de operaciones tácticas.

## **Sección II**

### **Los Sistemas Aéreos no Tripulados Como Amenaza**

Los ejércitos se enfrentan al desafío creciente de la proliferación de SANT, ya que los adversarios buscan aprovechar sistemas relativamente económicos, versátiles y de fácil sustitución, mientras aprovechan las dificultades inherentes en la identificación de su origen y las implicaciones para la capacidad de disuasión. Los líderes militares están obligados con la tarea de contrarrestar tanto la amenaza aérea como la capacidad de reconocimiento de los adversarios en su entorno operativo. La lucha contra las amenazas aéreas, en términos generales, y los ANT en particular, se considera una responsabilidad compartida en el ámbito del armamento conjunto y específico.

Como se mencionó anteriormente, en cuanto a sus capacidades, pueden utilizarse en diversas modalidades, como la carga de armas, donde se emplean para lanzar proyectiles a objetivos o incluso pueden funcionar como municiones merodeadoras autónomas. Asimismo, pueden desempeñar un papel crucial en el apoyo de fuego, proporcionando capacidades avanzadas de observación que facilitan la corrección de disparos de artillería. En el ámbito de la guerra psicológica, la mera presencia de ANT, ya sea como plataformas de lanzamiento de armas o para tareas de inteligencia, vigilancia y reconocimiento previas a un ataque, puede sembrar el pánico, al brindar a los adversarios la capacidad de recolectar información casi en tiempo real a través de transmisiones de vídeo en directo. Contribuyen a la conciencia situacional proporcionando una perspectiva aérea del campo de combate, permitiendo a los comandantes ajustar sus órdenes operativas basándose en la información obtenida. Adicionalmente, pueden actuar como repetidores de comunicaciones para extender las capacidades de comunicación en situaciones donde las comunicaciones terrestres están degradadas o limitadas.

Es fundamental destacar que se presentan en una variedad de tamaños y formas, desde ANT más grandes con capacidad letal similar a la de misiles de crucero, que pueden ser

lanzados desde múltiples ubicaciones, hasta los más pequeños que resultan difíciles de detectar debido a su baja sección de cruce en radares y emisión de sonido, convirtiéndolos en la elección preferida para llevar a cabo ataques tácticos. Para comprender con mayor profundidad esta amenaza, resulta esencial comprender las diferentes misiones, tipos, sus componentes y las consideraciones adicionales asociadas a ellos.

### **Misiones Asignadas a los Aeronaves y Sistemas Aéreos no Tripulados**

A medida que las tecnologías y las habilidades de estos ingenios evolucionan, su aplicación en el ámbito militar también se expande. Los SANT tienen la capacidad de ejecutar múltiples misiones de manera independiente o simultánea durante sus vuelos. En la actualidad, se pueden identificar distintas misiones que particularmente pueden ser realizadas por los SANT.

#### ***Plataforma de Lanzamiento de Armas***

Se han empleado para lanzar proyectiles hacia objetivos, incluso pueden funcionar como munición merodeadora o autónoma, incluyendo ataques químicos y radiológicos, causando una sensación de descubierto y gran vulnerabilidad a las tropas terrestres además de la precisión de los ataques.

#### ***Apoyo de Fuego***

Pueden proporcionar una función avanzada de observación que facilita la corrección del fuego indirecto disminuyendo notablemente los tiempos de su ejecución y en ocasiones brindando datos directos a las baterías de artillería.

#### ***Guerra Psicológica***

La simple presencia ya sea como plataformas de lanzamiento de armas o realizando tareas de inteligencia, vigilancia o reconocimiento antes de un ataque, puede generar pánico. En ocasiones solamente son desplegados para que su presencia sea detectada y de esa manera limitar las acciones del adversario sin necesidad de lanzar armas.

### ***Inteligencia, Vigilancia y Reconocimiento***

Unas de las principales ventajas de su empleo. Pueden ofrecer grandes capacidades de obtención de información casi en tiempo real a través de transmisiones de video en directo hacia los puestos observatorios y de vigilancia ocultos y de esa manera evitar el despliegue de tropas para la función.

### ***Comando y Control***

Proporcionan una vista aérea del entorno operacional, permiten a los comandantes ajustar sus órdenes basándose en información en tiempo real, al suministrar una conciencia situacional de las operaciones que favorece la toma decisiones y también la evaluación de daños.

### ***Apoyo de Comunicaciones***

Algunos tienen la posibilidad de actuar como repetidores, extendiendo las capacidades de comunicación en situaciones donde se encuentren degradadas o limitadas. En terrenos dificultosos o también en caso de rescates o lugares inaccesibles.

### ***Supresión de Defensas Aéreas***

Los drones suicidas conocidos como “Kamikazes”, dadas sus características resultan ideales para este tipo de misiones al permitir reducir el riesgo en su ejecución con el objetivo la destrucción, neutralización o reducción de la capacidad de defensa aérea y de comando y control de una fuerza en un área específica durante un período determinado

### ***Proliferación de Drones de Combate en Conflictos Contemporáneos***

Hasta hace pocos años, los drones de combate estaban disponibles en el arsenal de un número muy limitado de países como Estados Unidos o Israel. La entrada en el mercado de drones de ataque de manufactura china y turca ha permitido la proliferación de estos sistemas en África, Oriente Medio y el Cáucaso. Dentro del contexto mundial hubo un momento de máxima expresión en el que el uso de aeronaves no tripuladas caracterizó la contienda y se

convirtió en un hito debido a la influencia en el desarrollo, este fue el ocurrido entre Armenia y Azerbaiyán en el año 2016. Conflicto desde el que hacia estos tiempos sirvió como punto de inflexión en el uso extensivo y generalizado de drones de combate, particularmente por parte azerí; y una incapacidad manifiesta de Armenia de hacer frente a esta amenaza con los sistemas defensivos de sus fuerzas armadas. La victoria final de Azerbaiyán fue alcanzada en gran medida gracias al empleo de esta tecnología. Por otra parte, en el actual conflicto entre la Federación Rusia y la República de Ucrania se ha mantenido la tendencia desde entonces y la proliferación continua de manera exponencial.

### **Empleo de Drones en el Cáucaso**

En el conflicto de Nagorno Karabaj, dos de los grandes protagonistas han sido los drones de tipo munición merodeadora, también conocidos en inglés como “loitering munition”, así como los drones de ataque de manufactura turca Bayraktar TB-2, la presencia omnipresente de ambos artefactos son un claro indicador de la creciente expansión de esta tecnología (Delgado, 2021).

Tanto las fuerzas armadas de Armenia al igual que Azerbaiyán, los medios principales son terrestres, disponiendo de unas fuerzas aéreas con algo más de una decena de aeronaves con capacidad de ataque. Por lo que su rol en la contienda aérea fue principalmente defensivo, centrandose en neutralizar los drones azeríes por medio de su sistema de defensa aérea disponiendo principalmente de sistemas antiaéreos de fabricación rusa de distinta índole, en su mayoría con varias décadas de antigüedad, con la excepción de varios modelos como los sistemas SA-15 o SA-17 o los sistemas de misiles portátiles de defensa aérea (MANPADS) S-24 y S-25. (Allende, 2017)

Con este antecedente, es de esperar que en los combates en territorio ucraniano esto tenga continuidad y obviamente un incremento en especial en el uso de drones civiles adaptados que portan cargas explosivas, realizan reconocimientos o bien dirigen el fuego de

la artillería. Pero sin lugar a duda hay una misión en la cual estos ingenios logran provocar el mayor efecto provocando un grave problema para las tropas terrestres, esa misión fue la supresión de la defensa aérea.

### **Drones y Supresión de Defensas Aéreas**

Las misiones de supresión de defensas aéreas (SEAD) son las que mayor peligro conllevan para las aeronaves y sus tripulaciones. Los drones permiten eliminar de la ecuación el riesgo para la tripulación, por lo que en este tipo de operaciones puede asumirse un mayor nivel de atracción a un costo menor tanto en vidas humanas como económicos. Las fuerzas azeríes han empleado cuatro estrategias principales en la neutralización de las defensas aéreas armenias. (Delgado, 2021.p.567)

#### ***Empleo del Dron TB-2 Frente a los Sistemas de Defensa Aérea de Corto Alcance***

Mediante el uso de la munición micro inteligente de guiado láser MAM-C, con un alcance de 8 kilómetros, y en la variante MAM-L, con alcance extendido de 14 kilómetros, este armamento ha permitido batir sistemas antiaéreos como el SA-13 Gopher o el SA-8 Gecko fuera de la envoltura de sus misiles.

#### ***Empleo de la Munición Merodeadora Específica SEAD Harop/Harpy***

Estos drones fabricados *ad hoc* para esta misión son altamente furtivos y difícilmente detectables, ya que su sección de cruce de radar (RCS) es similar a un ave pequeña y su firma infrarroja es mínima. Se han empleado para neutralizar a los radares asociados a los sistemas de defensa antiaérea, siendo una de sus acciones más referentes la destrucción de varias unidades del sistema S-300PS.

#### ***Utilización de Drones en misiones de Inteligencia, Búsqueda, Reconocimiento y***

#### ***Adquisición para Alimentar el Ciclo de Selección de Blancos***

Los drones fueron empleados en las fases de detección, obtención, seguimiento y, en última instancia, para la fase valoración, es decir, para la evaluación de daños. Consintieron

en un elemento clave para la transmisión de información del campo de combate alimentando el proceso denominado Targeting contribuyendo a la dirección del tiro de la artillería.

### ***Empleo de Tácticas de Supresión de las Defensas Aéreas Basadas en un Tándem Señuelo-Efactor de Sistemas de Armas no Tripulados***

Azerbaiyán modificó obsoletas aeronaves biplano Antonov An-2 para volar de forma no tripulada y ser empleadas como señuelos. La táctica consistía en lanzar los An-2 en combinación con drones TB-2 armados con misiles de micro munición inteligente, así como munición merodeadora Harop o Harpy con capacidad de búsqueda radar. El An-2 provocaba la activación de las defensas antiaéreas armenias, mientras los drones TB-2 y la munición merodeadora detectaban y localizaban su ubicación y procedían a su destrucción.

En general, la combinación de drones en misiones de inteligencia, vigilancia, adquisición de blancos y reconocimiento (ISTAR), con drones de combate TB-2 armados con misiles MIM y munición merodeadora específica para misiones SEAD se ha demostrado extremadamente eficiente frente a las defensas armenias, con la aplicación de tácticas y estrategias específicas para cada tipo de sistemas de armas antiaéreas atacado. (Delgado, 2021. p.570)

Durante el conflicto, se estima que las pérdidas armenias fueron de casi 200 tanques, 90 vehículos blindados, 128 piezas de artillería y morteros, 30 sistemas de defensa aérea en período de tres días. (Allende, 2021) Las bajas y pérdida de material se adjudicaron a los nuevos conceptos de empleo combinado de drones y artillería, y municiones merodeadoras.

### **Empleo de Drones en el Conflicto entre Rusia y Ucrania**

Los ataques mediante el empleo de drones en Rusia y Ucrania se intensificaron durante 2023. Ucrania incrementó el uso de drones explosivos para golpear Rusia como parte de su contraofensiva, buscando dificultar su capacidad para tener abastecidas a sus tropas.



En una guerra donde la aviación no está siendo tan preponderante como en otros conflictos, los drones se han convertido en una herramienta fundamental para las fuerzas militares ucranianas. Son sus ojos en el frente, sus agentes de inteligencia y propaganda, sus vigilantes y tuvieron un papel destacadísimo al inicio del conflicto, cuando lograron, por ejemplo, frenar el convoy de 40 kilómetros que se dirigía a Kiev y sus efectos se sienten dentro del territorio ruso. De los ataques detectados en Rusia y los territorios que controla, la mayoría se concentraron en las regiones cerca de la frontera occidental con Ucrania, así como en Crimea, que Rusia se anexionó en 2014. También se produjeron alrededor de una docena de ataques con drones marítimos contra objetivos rusos en el Mar Negro, incluidas bases navales y el puente de Crimea. Objetivo de estos ANT también fueron instalaciones petroleras e infraestructuras energéticas y obviamente, objetivos militares.

Ucrania utilizó intensivamente varios drones, y el Bayraktar TB2 apareció como gran exponente de la verdadera guerra aérea, provocando grandes pérdidas a las fuerzas rusas. Pero también incrementó su producción local de drones en los que algunos disponen de sistemas innovadores. Es así como logró su desarrollo y fabricación propia durante el último año y medio, dentro de sus creaciones se encuentra el dron “Beaver” (Castor) con autonomía de unos 1.000 kilómetros, aparato que se habría utilizado en el ataque al distrito financiero de Moscú, que alcanzó el edificio del ministerio de economía ruso.

En la lucha por la supervivencia de Ucrania todo el mundo está involucrado, también en el uso de drones, ejemplo de ellos son los conocidos como vista en primera persona (FPV), de pilotaje con visión remota que se fabrican localmente y son utilizados como drones kamikaze. Son baratos y capaces de llevar hasta un kilo y medio de explosivos para ser utilizados como pequeñas municiones, vuelan directamente contra un edificio o un vehículo en movimiento y pueden destruir cualquier objetivo no blindado, como infantería, camiones,

o antenas rusas. Son prácticamente como munición inteligente, pero por un muy menor costo que los proyectiles de artillería de alta precisión.

Otros utilizados en el conflicto son el Switchblad 300 y 600, de Estados Unidos, tiene una primera variante que sirve para destruir objetivos pequeños a 10 millas, la segunda versión puede explotar tanques en un radio de 40 millas. Como solamente se pueden usar una vez, debido a que se destruyen en la misión reciben el apodo de kamikazes. Los sistemas iraníes Shahed 136 del mismo estilo, con múltiples funciones como identificar posiciones enemigas, marcar objetivos para bombardeos o corregir la posición.

Por su parte, Rusia utilizó los drones Orión, entre sus características se destacan su capacidad de alcanzar velocidades de hasta 200 kilómetros por hora, ascender hasta 7.000 m y mantenerse en el aire durante 24 horas con una carga estándar. El Korsar presenta un peso de 200 kg y puede llevar misiles guiados como así también granadas de usos múltiples. Tiene una duración de vuelo de hasta 10 horas, con una altura máxima de 6 km y un radio aproximado de 160 km. Generalmente es empleado en misiones de reconocimiento o para guiar a las unidades de artillería y armas de alta precisión al blanco (Allende, 2021.p.4)

Tanto Ucrania como Rusia se vieron obligados a adaptarse a la nueva realidad de los drones y su uso en el conflicto asumió un gran protagonismo.

### **Sección III**

#### **Vulnerabilidades de los Aeronaves y Sistemas Aéreos no Tripulados**

##### **Vulnerabilidad a la Guerra Electrónica**

Los drones son dispositivos que tienen una fuerte dependencia del espectro electromagnético. Los componentes del sistema de comunicaciones internas, que controlan los sensores, la aviónica de navegación y las comunicaciones, en similitud de un sistema operativo de cualquier computadora, sobre el cual se soportan todas las aplicaciones y se controlan todos los periféricos, si son afectados los componentes antes mencionados

provocan consecuencias y daños en los ANT. También se producirán efectos sobre el sistema de navegación, ya que se toma de los elementos mencionados anteriormente, para controlar motores, estabilizadores, alerones y otros que permiten la operación en el aire del vector.

La vulnerabilidad más importante es la que generan las comunicaciones externas que realizan los ANT con sus estaciones de control remotas, principalmente aquellas que son radioeléctricas, y que por su intermedio se transmiten los datos de los sensores o las comunicaciones de los sistemas de navegación.

La importancia de contar con sistemas de guerra electrónica, como los dispositivos que interfieren con las señales, es crucial al enfrentarse a los drones. Estos artefactos dependen mucho de las señales electromagnéticas, usualmente requieren la señal de sistemas de posicionamiento global (GPS) para navegar y una conexión de comunicación con la estación de control en tierra, que puede ser a través de radio o satélite. Algunos tipos de drones, como las municiones merodeadoras, pueden operar de manera similar a misiles de crucero, utilizando sistemas de navegación distintos al GPS, tales como la navegación inercial. Sin embargo, su precisión suele ser menor y suelen necesitar objetivos que estén fijos o no se muevan. (Delgado,2021)

En el caso de las fuerzas armenias, su capacidad para usar sistemas de guerra electrónica fue limitada, y solo lograron operar uno durante cuatro días con ayuda de Rusia. Por otro lado, los azeríes, destruyeron al menos un sistema de interferencia de comunicaciones VHF llamado R-330P Piramida-I y otro sistema específico contra drones llamado Repellent-128. Además, Rusia desplegó su sistema de guerra electrónica más poderoso, el Krasukha, para proteger sus fuerzas desplegadas, derribando varios drones que se acercaron a esas instalaciones. Por su parte, Azerbaiyán utilizó activamente sistemas de guerra electrónica para interrumpir las comunicaciones armenias entre el área de operaciones y su centro de comando, lo que afectó su sistema de mando y control (Delgado, 2021. P.571)

Además de lo mencionado, en los actuales combates ocurridos en Ucrania, se han empleado rifles de energía dirigida que producen un bloqueo en el SANT provocando su neutralización y posterior destrucción o recuperación. Todo lo mencionado determina que la guerra electrónica es una de las mejores armas a emplear contra los ANT.

### **Conclusiones Parciales**

Las ANT y SANT son un activo esencial en los conflictos actuales, pudiendo ser empleados en un gran espectro de misiones. Su valía en misiones de supresión de las defensas aéreas ha quedado demostrada frente a sistemas antiaéreos en su mayoría obsoletos, pero también frente a sistemas relativamente modernos debido a su reducido tamaño, alta velocidad, mínima sección de cruce radar (RDC) y firma infrarroja. La combinación de drones de ataque y munición merodeadora de bajo costo ofrece variables eficientes frente a muchas de las defensas actuales.

Se puede identificar a su economía a la hora de su empleo militar como una gran ventaja que supone contar con ANT en la actualidad. El reconocimiento y la vigilancia, la designación de objetivo, la inteligencia, el apoyo a los diferentes sistemas en el campo de batalla, o la detección y destrucción de minas terrestres, son algunas de las aplicaciones principales en las misiones terrestres. En las misiones aéreas es posible encontrar aplicaciones como la inteligencia electrónica, la alerta temprana contra otros aviones enemigos, la eliminación de los sistemas antiaéreos y la interceptación. Los ANT pequeños ofrecen ventajas significativas, como los costos y flexibilidad en su uso. Son altamente portátiles y no requieren infraestructuras complicadas. Pueden ser lanzados manualmente o con catapultas y recuperados de manera sencilla. Esto los hace ideales para escenarios de guerra móvil y áreas remotas donde desplegar activos de inteligencia y cobertura aérea sería difícil.

Todos estos avances modificarán tanto las tácticas de combate como la doctrina en la defensa y ataque vinculados con estos dispositivos letales. Los conflictos de Nagorno-Karabaj y Rusia-Ucrania ponen de manifiesto que las unidades móviles terrestres, ya sean blindadas, motorizadas o mecanizadas, se muestran vulnerables frente a la nueva amenaza aérea no tripulada.

La vulnerabilidad a la guerra electrónica es una de las más importantes características de estos artefactos, como así también conocer que los sistemas dependen, según su tamaño de la necesidad de operar desde estaciones terrestres las que representan objetivos de alto valor a la hora de su neutralización. En el caso de los del tipo merodeadores es su sonido particular que permite su reconocimiento pudiendo incrementarse mediante el empleo de sensores acústicos.

La defensa contra ANT y SANT sigue siendo una tarea pendiente debido a su complejidad, ya que su tecnología es más económica y su difusión mucho mayor que la encargada de contrarrestarla. Su proliferación está avanzando a un ritmo alarmante y es probable que continúe, tanto en términos de la cantidad de activos disponibles como de los grupos armados que los emplean.

## **Capítulo II**

### **Descripción y Análisis del Sistema de Defensa Antiaérea del Ejército Argentino**

En este capítulo se describirá y analizará el sistema de defensa antiaérea específico del Ejército, a la luz de tener que enfrentar las amenazas emergentes materializadas por los ANT y SANT con la intención de poder determinar los aspectos a considerar que sirvan como parámetros para la organización de los medios de artillería antiaérea del componente terrestre que permitan desempeñar la función de protección.

Para ello, inicialmente se describirán conceptos generales de la de la defensa aérea, su relación con la superioridad aérea, posteriormente se explicarán las características y

organización del sistema de defensa antiaérea específico, sus capacidades y limitaciones, como se estructura la AA, sus principales medios materiales para brindar el apoyo correspondiente a las fuerzas que conforman el componente terrestre de un teatro de operaciones mediante su organización para el combate para finalmente obtener conclusiones parciales sobre las vulnerabilidades y carencias que presenta para contrarrestar el accionar de ANT y SANT.

## **Sección I**

### **Conceptos Generales de la Defensa Aérea**

#### **La Defensa Aérea Como Actividad de la Función Protección**

El Ejército Argentino (2015), establece la función de combate protección y la define como el “conjunto de actividades tendientes a preservar a las propias fuerzas respecto de las acciones del enemigo” (cap.II.p.9). También determina que esta función entre otras actividades abarca a la defensa antiaérea.

Por su parte, el Estado Mayor Conjunto de las Fuerzas Armadas (2009), define a la defensa aeroespacial como “todas aquellas medidas encaminadas a anular o reducir la efectividad de los ataques aeroespaciales del enemigo” (cap 1.p.2). Asimismo, describe que su finalidad consiste en anular o reducir los efectos de esos ataques, siendo una actividad de carácter conjunto y su responsabilidad primaria recae en la Fuerza Aérea Argentina.

Según la doctrina específica, la defensa aérea comprende un conjunto completo de acciones tanto activas como pasivas, realizadas de manera integral, con el propósito de resguardar los elementos vitales para la Nación contra posibles ataques aéreos por parte del enemigo (Ejército Argentino, 2001 a). A su vez, establece que la defensa antiaérea “es la parte de la defensa aérea que consiste en acciones superficie - aire destinadas a impedir o disminuir los efectos de ataques aéreos del enemigo y que es de carácter específico de cada fuerza armada. (Ejército Argentino, 2001 a. p. III.).

Dentro del conjunto de actividades podemos mencionar las acciones antiaéreas, ejecutadas por las unidades de las armas, tropas técnicas y servicios, mediante el empleo del armamento apto para el tiro contra blancos aéreos, de dotación orgánica llamadas armas antiaéreas, con la finalidad de proporcionarse su propia defensa antiaérea. En otro orden encontramos a la autodefensa, que comprende el acto reflejo de todos los miembros de cualquier unidad orgánica de las fuerzas, que involucra el uso de todas las armas disponibles, incluyendo las armas automáticas individuales y colectivas, cuando la unidad es atacada directamente por una amenaza aérea enemiga. (Ejército Argentino, 2001 a. p. II.).

La defensa contra aérea consiste en el rechazo de aeronaves enemigas con aeronaves propias (Ejército Argentino, 2001. a. p. III.). Todas estas acciones requieren en igual o mayor medida de la vigilancia aérea, que consiste en la exploración permanente y sistemática del espacio aéreo de responsabilidad, con la finalidad de disponer de una continua y adecuada información sobre el movimiento aéreo ya sea propio, neutral o del enemigo. Brindará la alerta necesaria para poder distribuir las alarmas correspondientes, que consisten en comunicaciones codificadas preestablecidas que se emplean para regular las actividades, acciones y previsiones para instrumentar el comando y control respectivo, (Ejército Argentino, 2001 a. p. II.).

### **La Superioridad Aérea y la Defensa Aérea**

El espacio aéreo desempeñará un papel esencial en diversas actividades militares, como maniobras, ataques, vigilancia, reconocimiento, transporte y operaciones de comando y control. Su adecuado control y utilización son cruciales para el éxito de la campaña. Todo comandante debe tener en cuenta tanto el uso del espacio aéreo por parte del enemigo como la necesidad de proteger sus propias fuerzas contra la observación, el ataque y la interferencia enemiga (Ejército Argentino, 2001 a. cap I. p.1).

Actualmente se ha convertido en el escenario donde actúan móviles aéreos muy sofisticados con gran poder destructivo que buscarán durante las operaciones actuar por sorpresa, intentar penetrar la zona defendida a baja y muy baja altura, en particular. Por lo tanto, las fuerzas terrestres se verán comprometidas en la destrucción y/o neutralización del enemigo aéreo.

La doctrina de la fuerza define a la superioridad aérea como la situación en un momento y lugar específicos donde se podrá utilizar el espacio aéreo de manera efectiva y rentable. En este contexto, la interferencia del enemigo en las operaciones conjuntas será mínima y de poca importancia. Se materializa mediante una amenaza aérea, que reúne a todos los medios aéreos y acciones del enemigo que pongan en riesgo el normal desarrollo de las operaciones de las tropas terrestres.

Los medios de la amenaza aérea son aquellos que pueden ejecutar acciones hostiles y pueden estar constituidos por armas, en ellas se incluyen los proyectiles con cargas explosivas, bombas, cohetes, misiles, armas QBN, entre otras. Vehículos portadores de armas o de otros ingenios, dentro de los que se pueden mencionar aviones tripulados, helicópteros, ANT y SANT. Los llamados otros ingenios incluyen a dispositivos o sistemas que tengan la capacidad de perturbar los medios electrónicos de la defensa aérea como también los utilizados para obtener información sobre ella o bien realizar acciones de engaño. Todos son considerados hostiles, por tener como objeto facilitar el empleo eficaz de armas aéreas y a su vez, dificultar el accionar de los sistemas de armas.

Cabe considerar que ambas están muy relacionadas, la defensa aérea contribuye a lograr la superioridad aérea, brindará la libertad de acción necesaria para la ejecución de la maniobra de las tropas terrestres. Además, cuando la superioridad sea desfavorable o equilibrada, la defensa aérea asume un rol protagónico de manera tal que sus acciones



representan un factor determinante en el desarrollo de la operación terrestre y por lo tanto debe ser entendida como tal al momento de organizar sus medios.

### **Clasificación de la Defensa Aérea**

La defensa aérea como acción completa se clasifica en directa cuando se enfrenta a los móviles aéreos enemigos aéreos en vuelo, e indirecta si esos móviles aéreos aun no lo han iniciado. Además, puede ser activa, cuando se emplean todos los medios disponibles actuando contra el enemigo aéreo, mediante la ejecución de las acciones descriptas anteriormente y pasiva, mediante la obtención de información, dispersión, fortificación, enmascaramiento, el engaño, el control de daños y la distribución de alarmas, entre otras.

Por último, encontramos la defensa aérea indirecta, que se materializa al intentar paralizar, destruir o afectar la capacidad aérea enemiga, antes de que sus medios abandonen los emplazamientos en tierra. (Ejército Argentino, 2001 a. cap II. p.7).

## **Sección II**

### **El Sistema de Defensa Aérea en los Distintos Niveles**

Un sistema es un conjunto de elementos interrelacionados que trabajan juntos de manera armónica para lograr un objetivo o realizar una función específica. Estos elementos pueden ser personas, máquinas, procesos, o cualquier entidad que interactúe de manera coordinada para producir resultados predefinidos. Su comprensión y estudio son esenciales para entender su funcionamiento y cómo se pueden mejorar u optimizar para alcanzar sus metas de manera eficiente. Entendiendo el concepto de que los sistemas se encargan de desempeñar una función completa dentro de un conjunto más amplio, podemos entonces afirmar que la defensa aeroespacial específica del Ejército Argentino, por doctrina es el sistema de defensa antiaérea, materializado por la artillería antiaérea en adelante (AA).

Para entender e interpretar el funcionamiento de este sistema específico es necesario recordar que la defensa aérea es de carácter conjunto y de responsabilidad primaria de la

Fuerza Aérea Argentina (FAA), en su carácter de Componente Aéreo le corresponde centralizar y normalizar las actividades de vigilancia, la coordinación y el control del espacio aéreo tanto en la guerra como en la paz. Para llevar a cabo su función el sistema se desglosa en distintos niveles.

El Sistema de Defensa Aérea a Nivel Nacional en tiempo de paz, (SDANAC) en la actualidad se ejecuta mediante el Sistema Nacional de Vigilancia y Control Aéreo (SINVICA). Al constituirse un teatro de operaciones, del mismo modo se constituirá el Sistema de Defensa Aérea del Teatro de Operaciones (SDATO), que brindará apoyo como un todo, podrá ser coordinado por un comando específico de la FAA o en teatros que carezcan o que cuentan con muy escasos medios de dicha fuerza, con la participación de otras para el planeamiento y ejecución. A partir de la conformación de un teatro de operaciones, se establecerá un Comando de Defensa Aérea del Teatro de Operaciones, con la principal responsabilidad de supervisar la coordinación del Sistema de Defensa Aérea en toda su extensión. Este comando estará encargado de llevar a cabo todas las acciones requeridas para enfrentar las operaciones aéreas enemigas que se desarrollen (Ejército Argentino, 2001 a).

El Sistema de Defensa Aérea del Ejército estará operando en conjunto con el Sistema de Defensa Aérea del Teatro de Operaciones (SDATO), que es supervisado por la Fuerza Aérea, centralizando las actividades de vigilancia y control en el Centro de Información y Control (CIC), esto requerirá el desarrollo de doctrina y procedimientos coordinados. Por lo tanto, el Plan de Defensa Aérea del Componente Terrestre se basará en el Plan del Comando del Componente Aéreo del Teatro de Operaciones.

Los sistemas de defensa aérea específicos (SSDAE), serán los que conformen cada uno de los componentes de las fuerzas que integran el Teatro de Operaciones, serán de carácter particular y de naturaleza específica. En el caso del Ejército se conformará el sistema de AA (SAA).

## **Conformación del Sistema de Defensa Antiaérea del Ejército**

Para cumplir con su función el sistema de defensa antiaérea se conforma por distintos subsistemas que a su vez también constituyen sistemas en sí mismos para proporcionar un apoyo óptimo, que incluye tanto las armas en sí como otros medios requeridos para lograr los efectos deseados. Estos subsistemas son; el sistema de alarma temprana, sistema de armas, sistema de comando y control, sistema de comunicaciones, sistema de apoyo de materiales y el sistema de guerra electrónica de defensa aérea.

Esencialmente la defensa antiaérea se compone de dos sistemas que deben operar de manera coordinada. Uno de ellos es el sistema de alarma temprana, que opera de manera continua, y el otro es el sistema de armas, que opera de acuerdo con su disponibilidad y tiempos de reacción, actuando en conjunto. Su eficacia depende en gran medida de un flujo constante de información e inteligencia sobre todos los elementos móviles, lo que permite un uso eficiente del sistema de armas.

El sistema de alarma temprana se encarga de detectar e identificar móviles aéreos desde distancias significativas, transmitir esta información, someterla a un proceso y convertirla en órdenes para los sistemas de armas correspondientes. Además, debe difundir esa información a los niveles de comando superiores, adyacentes y subordinados en el menor tiempo posible. Su funcionamiento se materializa en fases tales como la detección de los móviles aéreos, el reconocimiento, el procesamiento de la información y transmisión de órdenes y la transmisión de la información. Se constituye básicamente mediante sensores, puestos de observación, puestos de comando de defensa aérea (PCDA), centros de información y control (CIC) y los medios de transmisión de información.

El sistema de armas es el encargado de cumplir con la misión primaria de neutralizar o destruir los móviles aéreos para reducir o atenuar los efectos producidos por su accionar, mediante el empleo de distintos tipos de armas como ser misiles superficie aire, artillería de

tubo, entre otras. El sistema se constituye de manera completa por la propia arma, los elementos necesarios para detectar, localizar, lanzar y conducir como también por los medios de apoyo necesarios para mantener su capacidad operativa.

El sistema de comando y control es el encargado del empleo oportuno de las armas para contrarrestar los móviles aéreos enemigos. Los organismos que posibiliten la acción de comando y control, se denominarán: Centros de Información y Control (CIC) o Puestos de Comando de Defensa Aérea (PCDA), su finalidad es asistir a los responsables de la conducción de la defensa aérea, en todos los niveles, proporcionarles asesoramiento para una apreciación de situación y toma de decisiones, constituyendo el enlace entre la información obtenida por el subsistema de alarma temprana, y la ejecución de las acciones de los sistemas de armas. Como elemento de comando y control (CIC/PCDA), será el lugar físico donde llegará la información obtenida por los sensores y puestos de observación, la que luego de ser procesada y evaluada, permitirá, tomar la decisión de alertar los sistemas de armas, y difundir la alarma correspondiente.

El sistema de comunicaciones está constituido por los medios físicos y el personal que facilitan la integración de los sistemas, es el encargado de proporcionar los enlaces de manera rápida, confiable y segura para que la defensa aérea sea eficiente y oportuna procurando mantener el enlace y la coordinación con los comandos superiores, paralelos, subordinados, y la fuerza apoyada.

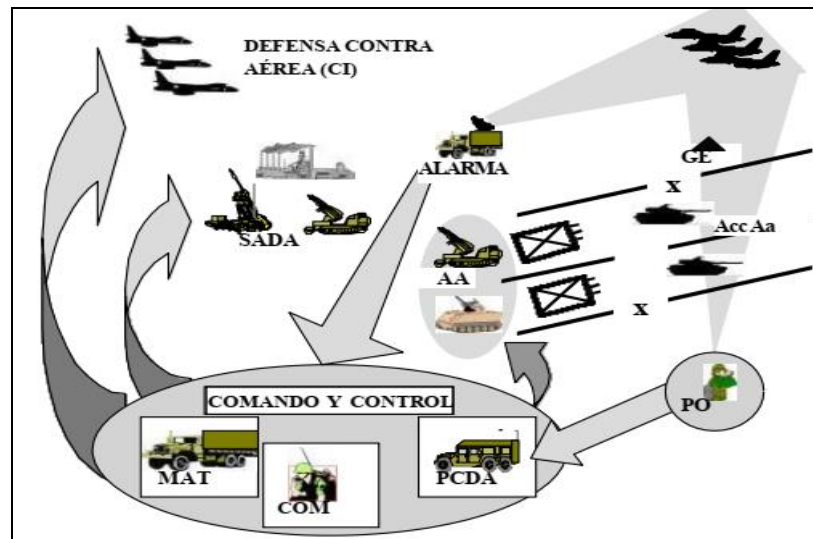
El sistema de apoyo de material tiene como propósito preservar la capacidad de combate y mediante el sostenimiento, garantizar el funcionamiento continuo de sus sistemas a través de una organización efectiva de las actividades de mantenimiento y abastecimiento.

El sistema de guerra electrónica de defensa aérea se conforma por el personal y medios, propios de la defensa aérea, vinculados con la guerra electrónica mediante un conjunto de actividades realizadas dentro del espectro electromagnético, que se materializan

en la utilización, de la energía electromagnética presente en el medio ambiente, en la neutralización o reducción de esa energía irradiada por los medios del enemigo, y en última instancia, en asegurar el empleo eficaz de las emisiones realizadas por los medios propios.

**Figura 2**

Integración de los sistemas de defensa aérea



*Nota.* Tomado de Ejército Argentino, 2001.a

### Las Fuerzas que Conforman el Componente Terrestre

Las organizaciones de las fuerzas terrestres serán estructuradas según sus probables empleos operacionales. En el teatro de operaciones, el Componente Terrestre podrá estar conformado por un Comando de Componente Terrestre, Grandes unidades de Batalla (GUB), Grandes unidades de Combate (GUC) y otras grandes unidades de nivel brigada (Ejército Argentino, 2015).

Retomando la estructura del sistema de AA y las organizaciones que conformarán el componente terrestre de un teatro de operaciones un nivel por debajo encontramos a la GUB, agrupamiento de elementos de distintas armas, tropas técnicas, tropas para operaciones especiales y servicios, bajo un comando único con relativa autonomía para operar (Ejército Argentino, 2015). Este elemento no posee un cuadro de organización fijo, se organiza en

términos de orden de batalla y se estructura en funciones prioritarias de cada espacio geoestratégico de interés y/o en relación con la misión particular impuesta. Normalmente estará conformada por un elemento de comando, un número variable de formaciones, un número variable de grandes unidades de combate, teniendo en cuenta la capacidad de conducción del elemento de comando. La GUB conducirá operaciones complejas, pudiendo atender varias direcciones de operaciones, en forma simultánea, con la cantidad de GGUUC asignadas operará en amplios espacios, en muchos casos a través de ambientes geográficos diferentes. Podrá constituir el componente terrestre del teatro de operaciones, puesta a disposición de un comando conjunto. En el Ejército Argentino, las GGUUB están representadas por la División de Ejército (DE) y la fuerza de Despliegue Rápido (FDR).

La Gran Unidad de Combate (GUC), constituye el menor agrupamiento de armas, tropas de operaciones especiales, tropas técnicas y servicios, bajo un comando único. Posee organización fija determinada en un cuadro de organización diferenciado por espacio geográfico de interés y una estructura variable, según sea su tipo, dada por la naturaleza de los medios y cantidad de elementos que la configuran. Se compone por un elemento de comando y un número variable de unidades y subunidades de las armas, tropas técnicas, servicios y, eventualmente, tropas para operaciones especiales. Constituye la expresión más acabada del sistema de armas combinadas, desarrollando todas las funciones de combate mediante un sentido sistémico y posee capacidades limitadas. (Ejército Argentino, 2015)

### **Sección III**

#### **Características de la Artillería Antiaérea del Ejército Argentino**

##### **Misión de la AA**

Para cumplir con su función, la misión general de la AA será la de accionar sobre la amenaza aérea, desde las mayores distancias posibles para prevenir, anular interferir o reducir los ataques de los medios aéreos enemigos en vuelo, a fin de proteger los

objetivos materiales, el despliegue de los medios terrestres y contribuir al logro y mantenimiento de la superioridad aérea y atenuar los efectos de una superioridad desfavorable. La AA del ejército cumplirá su misión en la muy baja, baja y mediana cobertura. (Ejército Argentino, 2001 a, cap III, p. 17).

### **Funciones de la AA**

Las funciones derivadas de la misión general de la AA comprenden, en primer lugar, la detección del blanco, que incluye tanto la vigilancia como su localización. Luego, se lleva a cabo la identificación, que abarca labores relacionadas con la clasificación amigo-enemigo y la evaluación de la peligrosidad de los blancos. La adquisición del blanco involucra actividades de designación y seguimiento. Otra función es la selección del arma, es un componente crucial, implicando la elección de la agencia de fuego más adecuada para alcanzar el efecto deseado sobre el blanco buscando el menor costo posible. Posteriormente, se lleva a cabo el lanzamiento del arma, marcando el inicio de la apertura de fuego por parte de las distintas unidades. Por último, en el caso de misiles, se ejecuta el guiado del arma para asegurar una precisión óptima en la misión.

### **Capacidades de la AA**

La capacidad se puede resumir en aptitudes y habilidades que posibilitan realizar determinadas funciones. La AA facilitará el desarrollo de las operaciones y otras actividades tanto militares como civiles. Además, proporcionará alarmas oportunas sobre la presencia de aeronaves enemigas en su área de responsabilidad. Desempeñará un papel central como medio principal a disposición del componente terrestre en lo que respecta al comando, control y coordinación de la defensa aérea. De manera eventual, también puede proporcionar apoyo de fuego cercano a las unidades de maniobra, empleando puntería directa. Además, tiene la capacidad de llevar a cabo acciones de guerra electrónica mediante sus propios medios específicos.

## **Limitaciones de la AA**

La eficacia en el cumplimiento de su misión se verá disminuida cuando se vea obligada a participar en el combate cercano. Necesitará un apoyo continuo y costoso en términos de materiales. En situaciones de conflicto, será especialmente vulnerable a las incursiones terrestres por parte del enemigo. La operación de estos sistemas requerirá personal altamente especializado y capacitado. También deben considerarse las posibles vulnerabilidades a los medios de guerra electrónica, lo que agrega una capa adicional de complejidad. Para lograr el éxito en su misión, será esencial contar con tecnología similar o superior a la empleada por la Amenaza Aérea.

## **Organización de la AA del Componente Terrestre**

Luego de desarrollar la estructura básica que conformará el componente terrestre de un teatro de operaciones, determinar su misión principal, sus capacidades y limitaciones, queda por explicar como la AA se organiza y estructura para brindar el apoyo correspondiente a esos elementos en cada nivel.

Según la doctrina, la AA del Ejército Argentino se organiza en jefaturas de agrupación de artillería antiaéreas, grupos de artillería antiaérea (GAA) y baterías de artillería antiaéreas (BAA). En la estructura de los elementos se incluyen los subsistemas de alarma temprana en sistemas de inteligencia de defensa aérea, armas, comando y control, comunicaciones y guerra electrónica. (Ejército Argentino, 2001 a. cap IV. P.27)

Doctrinariamente, la agrupación de AA es un agrupamiento temporario conformado por una jefatura, una subunidad comando y servicios y de dos a seis GGAA o BAAA asignados o agregados, para llevar a cabo una operación y cumplir una misión específica. Su misión es brindar defensa antiaérea al CTTO.

El GAA es unidad táctica básica orgánica de AA cuya estructura está establecida en un cuadro de organización. Representa el principal medio de apoyo de defensa antiaérea.



Operará como unidad táctica pero eventualmente podrá segregarse baterías de tiro puestas bajo un comando distinto, eventualmente la descentralización podrá llegar hasta nivel sección, no siendo lo recomendable (Ejército Argentino, 2001 b.)

La BAA podrá ser la base de los GG AA o bien ser la subunidad independiente para ejecutar el apoyo de defensa antiaérea. Constituye el menor agrupamiento táctico.

### **Organización de la AA en los Distintos Niveles Orgánicos Dentro del Teatro de**

#### **Operaciones**

Los elementos de AA del componente terrestre podrán ser asignados a los teatros de operaciones, a la zona de interior o a otras áreas de interés.

La AA del componente terrestre normalmente estará conformada por jefaturas de agrupación de AA, GGAA dotados con sistemas de armas de misiles y/o de tubo de baja y muy baja cobertura, GGAA dotados con sistemas de armas de misiles de mediana cobertura y BBAA dotadas con sistemas de misiles portátiles. El comando de componente terrestre determinará la asignación de estos elementos a las GGUU directamente dependientes de aquellos medios de AA que no deje bajo su control directo en función de las necesidades surgidas del planeamiento.

En el nivel de GGUUB o DE serán asignadas jefaturas de agrupación de AA, elementos de AA de muy baja, baja y mediana cobertura materializados por grupos o baterías de AA asignados o agregados bajo la dependencia de la agrupación de la GUB. También se podrán asignar o agregar unidades y subunidades a las GGUC dependientes. La integración y coordinación de los medios será responsabilidad del jefe de agrupación siendo de gran relevancia disponer de un eficiente sistema de alarma temprana. La cobertura de gran altura de la GUB será proporcionada por los medios conjuntos, la muy baja, baja y mediana será de su responsabilidad con los medios que integren su orden de batalla.

Por su parte, a nivel GUC o brigada, la AA podrá estar constituida por una BAA orgánica de manera eventual o normalmente por BBAA o GGAA asignados o agregados. Actualmente, por doctrina solo las brigadas mecanizadas y blindadas cuentan en su orgánica con BAA, pero las mismas no se encuentran conformadas realmente.

### **Organización Para el Combate de la AA**

La AA se organiza para el combate mediante la asignación de misiones tácticas o estableciendo relaciones de comando. Una misión táctica determinará la responsabilidad de apoyo de defensa antiaérea, la que podrá ser asignada a un elemento de AA. Enunciadas en orden decreciente, considerando el grado de control retenido por la jefatura que asigna la misión táctica, estas responsabilidades se dividen en dos categorías principales, en primer lugar, el apoyo general (AG), que implica un nivel de control más amplio y generalizado sobre el fuego de AA; en segundo lugar, el apoyo directo (AD), que implica un nivel más específico y directo de control, lo que lo convierte en una responsabilidad más focalizada y estrechamente coordinada en el contexto de la misión táctica.

Un elemento de AA con una misión táctica de AG desempeñará el papel de proporcionar defensa antiaérea a una fuerza en su conjunto. En este contexto, dicho elemento permanecerá bajo la dependencia de la jefatura de AA que ha asignado la misión. Por su parte, un elemento con misión táctica de AD proporcionará defensa antiaérea en forma continua a un determinado elemento de la fuerza. Ambas imponen distintas responsabilidades, satisfacer distintos requerimientos, enlaces y pone bajo dependencia del comande responsable de la fuerza apoyada.

La misión táctica modificada es aquella que variará alguna de las responsabilidades inherentes y que deberán figurar en los planes correspondientes. La misión táctica con orden preparatoria será impuesta con la finalidad de alertar a los elementos de AA sobre cambios previsible en las misiones a tácticas a cumplimentar durante el combate.

Cuando no fuera conveniente imponer misiones tácticas por la amplitud de los espacios y distancias, los elementos de AA podrán ser segregados, asignados o puestos en apoyo de una fuerza. Por lo tanto, la cadena de comando se estructurará estableciendo relaciones de comando o funcionales tales como autoridad de coordinación, control funcional y apoyo.

### **Misión Particular de los GGAA Y BBAA**

El Ejército Argentino (2001) dicta que los elementos de AA deberán satisfacer las exigencias que surjan del desarrollo de las operaciones en los distintos sectores en los que se encuentren desplegados los elementos de la fuerza apoyada y que, en cada uno de ellos, cumplirán con roles que le sean específicos, basados en sus capacidades operacionales, determinadas por el tipo de elemento, su material de dotación y particularmente por su organización, que será diversa y deberá adoptar y readaptar sus estructuras y composición en función de las nuevas tecnologías, tácticas y procedimientos que desarrolle el enemigo y adecuarse a las exigencias. (Ejército Argentino, 2001 b. p. II.)

Por otro lado, la diversidad, sofisticación y avance tecnológico de la moderna amenaza aérea, influirán consecuentemente en el necesario desarrollo de sistemas de armas aptos para combatirlos con posibilidades de eficacia y, simultáneamente, deberán adecuarse las organizaciones. (cap.1. p. 1)

Los Grupos y Baterías de AA como integrantes del CTTO, ejecutarán la parte de la misión de la AA que le corresponda en función de sus características correspondientes y cumplirán su misión en función de su equipamiento.

De manera resumida se puede afirmar que brindarán protección a los elementos apoyados para prevenir, anular, interferir o reducir los ataques aéreos enemigos y atenuar los efectos de una situación aérea desfavorable contribuyendo al logro y mantenimiento de la superioridad aérea. Serán los elementos básicos con que cuentan los comandantes en el nivel

táctico para brindar protección a los puntos y zonas vitales a los que se les asigne una determinada prioridad. Como ya se mencionó, esta misión se cumplirá mediante el establecimiento de roles y asignación de misiones tácticas. Los primeros serán en función del material y equipamiento, mientras que las segundas serán producto de la organización para el combate necesaria para el desarrollo de las operaciones.

### **Roles a Desempeñar por los Elementos de AA**

La defensa aérea se fragmenta en secciones del espacio aéreo materializadas en distintas coberturas, estas tienen en cuenta un alcance en distancia y en altura. Los GAA y BAA desempeñarán diferentes roles según sus características y principalmente según sus capacidades. Estos roles se clasifican teniendo en cuenta su alcance y cobertura.

#### ***Defensa Antiaérea en la Muy Baja Cobertura***

Será proporcionada por los elementos que dispongan de material y equipo aptos para el corto alcance y muy baja con un radio de acción efectivo de hasta cinco mil metros. Los GGAA podrán estar equipados con misiles o material de tubo. Conformados por material homogéneo o mixto, eventualmente compuesto

Un elemento homogéneo es aquel que cuenta con material de dotación de un solo tipo y características. Por su parte se considera mixto cuando en su dotación dispone de sistemas de armas de distinto tipo, pero de iguales características. Mientras que un elemento de AA compuesto es el que cuente como dotación de sistemas de armas de distinto o igual tipo, pero de características diferentes según cual sea su tipo, como por ejemplo disponer de cañones 35 mm Oerlikon y cañones 30 mm Hispano Suizo, si bien ambos son material de tubo sus características son distintas. Las BAA normalmente deberán estar equipadas con misiles portátiles de un mismo tipo.

Estos elementos de AA podrán proporcionar defensa antiaérea sobre áreas abarcadas próximos a la línea de contacto o el desarrollo de las operaciones cercanas, complementar el

apoyo a las operaciones que se desarrollen en la profundidad del dispositivo enemigo y en la zona de retaguardia de la fuerza apoyada como también ejecutar emboscadas antiaéreas y proteger objetivos puntuales.

### ***Defensa Antiaérea en la Baja Cobertura***

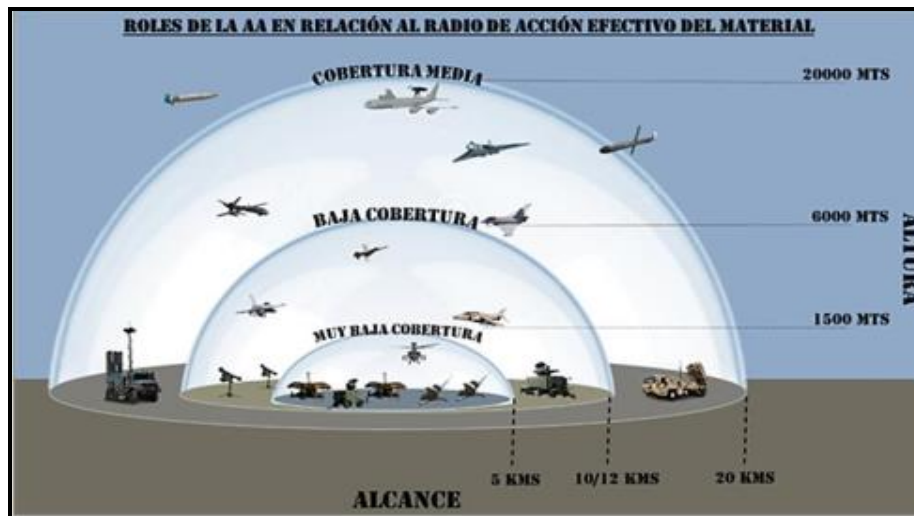
Será proporcionada con elementos equipados y organizados para el combate en la baja altura y en el corto alcance. Este rol se cumplirá con sistemas de armas con un radio de acción efectivo de hasta doce mil metros en forma individual. Los elementos que desempeñen este rol deberán estar equipados con misiles tierra-aire y su composición podrá ser homogénea o compuesta. Las tareas encomendadas a estos elementos podrán ser la de proteger los elementos de maniobra, principalmente los de primera línea de la amenaza aérea enemiga, las zonas vitales más importantes en los sectores de las operaciones cercanas en desarrollo y algunas prioritarias en la retaguardia de la fuerza apoyada.

### ***Defensa Antiaérea en la Cobertura Media***

Será proporcionada por elementos equipados para el combate en la mediana altura y mediano alcance. Con sistemas de armas con un radio de acción efectivo superior a los doce mil metros de forma individual. En esta cobertura los GGAA deberán estar equipados con misiles y su tarea fundamental será la defensa de grandes áreas, combatiendo aviones, misiles cruceros u otros ingenios desde grandes distancias, con la finalidad de degradar su poder de combate antes de que afecten los sectores de responsabilidad de otros elementos de AA de las otras coberturas menores. Deberá satisfacer las necesidades de protección durante el desarrollo de las operaciones en la profundidad del dispositivo enemigo contribuyendo con la misión de los otros roles. También deberán proteger objetivos en la zona de retaguardia de la fuerza apoyada como también cubrir los flancos.

### **Figura 3**

## Roles de la AA en relación con el radio de acción efectivo del material



*Nota.* Tomado de Zaracho, 2021.

### Organización de los GAA y BAA

La organización de la GAA y la BAA incluirá los subsistemas de inteligencia de defensa aérea (SIDA), armas, comando y control, comunicaciones, logístico y de actividades de guerra electrónica, estará establecida en los respectivos cuadros de organización (CO). Los subsistemas mencionados conforman el sistema de AA que, integrados adecuadamente, ofrecerán las capacidades y facilidades necesarias para cumplir la misión.

Tanto el GAA y la BAA se componen principalmente de dos subsistemas coordinados y empleados simultáneamente: el SIDA en funcionamiento las 24 horas del día, y el sistema de armas, que operará según los estados de disponibilidad y de acuerdo con sus tiempos de reacción. Ambos operan en un ambiente operacional específico, donde las actividades de guerra electrónica, propias y enemigas, adquieren gran relevancia.

La defensa antiaérea depende del flujo constante de información e inteligencia sobre la amenaza aérea, que se logra a través del subsistema de comunicaciones. El SIDA explorará de forma continua el espacio aéreo, procesará los datos de los sensores y mantendrá el flujo de información sobre el tránsito aéreo propio y el enemigo aéreo. Para el enlace adecuado entre estos subsistemas aparece el puesto comando de defensa aérea (PCDA) del GAA que

materializa el cerebro que conduce, coordina las acciones y desde el que se toman las decisiones correspondientes.

La unidad táctica orgánica básica de la AA será el GAA y normalmente, operará reunida. Sin embargo, en situaciones que lo requieran, las baterías de tiro del GAA podrán ser separadas y colocadas bajo un comando diferente al de la unidad que están orgánicamente asignadas. También puede estar equipado con material que sea homogéneo (ya sea tubos o misiles de muy baja, baja o mediana cobertura), mixto (combinando tubos y misiles de muy baja, baja o mediana cobertura) o compuesto (utilizando tubos o misiles de diferentes tipos).

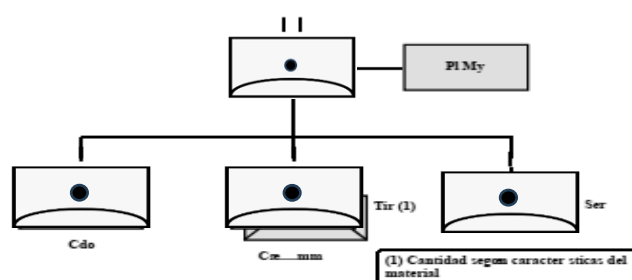
Por su parte, la BAA, como subunidad independiente y orgánica fundamental de la AA, generalmente operará ya sea en conjunto o de manera descentralizada por secciones, que pueden ser agregadas, asignadas o brindar apoyo a un elemento específico. Además, estará equipada con armas complementarias y desempeñará principalmente el papel de proporcionar una cobertura muy baja. Su organización le conferirá la capacidad de operar en prácticamente cualquier ambiente. Sin embargo, su uso habitual estará estrechamente relacionado con el equipo y el material con el que esté equipada.

#### ***Organización del GAA Equipado con Cañones***

La unidad de AA dotada con cañones se organiza con una batería comando, una batería servicios y baterías de tiro que variará su cantidad de acuerdo con las características del material. Según el material de dotación podrá ser compuesto u homogéneo.

#### **Figura 4**

Organización del GAA dotado con cañones



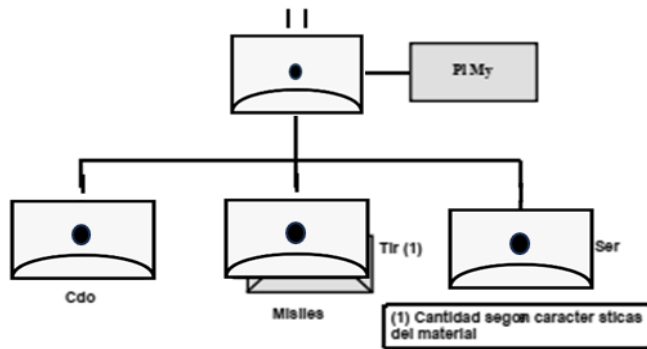
*Nota.* Tomado de Ejército Argentino, 2001 b

### ***Organización del GAA Equipado con Misiles***

La unidad dotada con misiles se compone de una batería comando, una batería servicios y baterías de tiro de misiles de cantidad según las características del material. Al igual el dotado con cañones podrá ser homogéneo o compuesto según las características del material de dotación.

#### **Figura 5**

Organización del GAA dotado con misiles



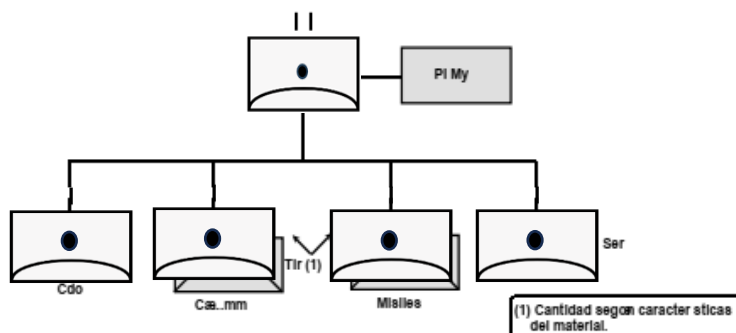
*Nota.* Tomado de Ejército Argentino, 2001 b.

### ***Organización del GAA Mixto***

El GAA con material de dotación mixto podrá organizarse con una batería comando, un batería servicios y cantidad variable baterías de tiro dotadas con cañones y baterías de tiro dotadas con misiles, según las características del material.

#### **Figura 6**

Organización del GAA Mixto





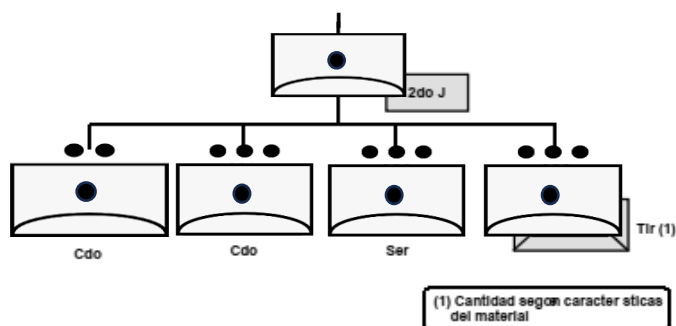
*Nota.* Tomado de Ejército Argentino, 2001 b.

### **Organización de la BAA**

La BAA independiente podrá estar organizada con un grupo comando de BAA, una sección comando, una sección servicios y una cantidad variable de secciones de tiro según las características del material de dotación. La doctrina no hace referencia sobre si podrá ser homogénea, compuesta o mixta, sino que determina una organización básica.

#### **Figura 7**

Organización de la BAA independiente



*Nota.* Tomado de Ejército Argentino, 2001 b.

Actualmente, todo el sistema de defensa antiaérea del Ejército Argentino se encuentra centralizado en la Agrupación de Artillería Antiaérea del Ejército 601. Este elemento se conforma por un elemento de comando Jefatura de Agrupación, dos unidades de combate los GAA 601 y GAA Mix 602 y una unidad logística, el Grupo de mantenimiento de Sistemas Antiaéreos 601. En este elemento recae la tarea principal de proporcionar la protección contra ataques aéreos en un contexto específico, abarcando desde el Componente Terrestre del Teatro de Operaciones (CTTO) hasta las Grandes Unidades de Combate (GUC), en diversas zonas geográficas.

Como establece Riveros Moreira, (2019) cumplir con esta demanda se presenta como un desafío, especialmente considerando las limitaciones de los recursos disponibles y la especialización requerida por el personal militar. En su trabajo referido a la reestructuración

de la artillería antiaérea de ejército realiza un análisis y descripción muy detallada haciendo hincapié en la concentración de los medios en una sola agrupación, la carencia de medios en otros elementos y la necesidad de subsanarlas proponiendo posibles organizaciones de elementos de AA para las diferentes GGUC y ambientes geográficos específicos. Del mismo modo, señala que, a su entender la AA debe separarse de la artillería de campaña debido a que cumplen con distintas funciones de combate, la de apoyo de fuego y la de protección. Si nos referimos, además, a brindar protección ante la amenaza de drones, es aún mayor la dificultad y limitación en el cumplimiento de su misión.

#### **Sección IV**

##### **Sistemas de Armas Actuales y en Desarrollo de la AA**

###### **Material de Dotación**

Pasando la parte estructural y entrando en lo que a equipamiento se refiere, ambas unidades de combate se encuentran dotadas con material de cañones Oerlikon Contraves de 35mm como sistema de armas principal. Dentro de sus características principales se pueden mencionar que se compone de dos piezas de 35 mm bitubo conectadas a un director de tiro Skyguard, con capacidad de proporcionar defensa antiaérea a un área de 9 kilómetros cuadrado, detectar objetivos aéreos a una distancia de hasta 17 km a baja y muy baja altura, operar de manera semi independiente durante períodos limitados estando enlazado a un sistema de alarma temprana, ejecutar acciones de guerra electrónica no relacionadas a comunicaciones y excepcionalmente puede llevar a cabo disparos de saturación.

Sus limitaciones más importantes se pueden resumir en su vulnerabilidad al combate cercano y terrestre, necesidad de contar con un continuo apoyo logístico, al ser remolcado su movilidad se ve restringida en terrenos desfavorables, no dispone de identificador amigo – enemigo, entre otras. En cuanto a su director de tiro, en conjunto con los cañones de 35mm conforman un sistema de armas móvil y de todo tiempo diseñando para enfrentar aeronaves y

misiles que vuelen a alturas bajas y muy bajas en capacidad de cumplir con funciones tales como detectar y adquirir objetivos aéreos a distancias de hasta 17 kilómetros mediante un radar de exploración, con el uso del apuntador óptico, blancos y objetivos cercanos que aparezcan repentinamente y a corta distancia, realizar seguimiento automático en tres dimensiones (3D) orientación, posición y distancia de objetos mediante radar, realizar seguimiento automático en dos dimensiones de un objetivo aéreo mediante televisión y su determinación de distancia mediante radar, efectuar seguimiento manual en dos dimensiones y determinar los ángulos verticales y horizontales para controlar hasta tres cañones. Todo el sistema es alimentado mediante grupos electrógenos remolcados que utilizan combustible diésel.

### **Figura 8**

Sección de tiro Oerlikon Contraves 35 mm con Director de Tiro Skyguard



*Nota:* Tomado de Desarrollo, defensa y tecnología bélica blog spot, 2018.

### **Los Misiles**

Con el pasar de los años los sistemas de misiles fueron desactivados provocando una de las principales falencias que en la actualidad se encuentra encaminada a resolver mediante la adquisición de sistemas de misiles portátiles RBS-70 NG que, si bien incrementaría las capacidades de AA, no terminan siendo un elemento eficiente ante esta amenaza, por sus

características, pero principalmente por el costo que significa derribar un pequeño y económico dron en relación a un misil ( Ferreira Neto, 2019).

Debido a que el material RBS-70 aun no es de dotación en las unidades antiaéreas se tomará la experiencia del ejercito brasileño sobre el tema. Según la monografía referida a las posibilidades y limitaciones de la defensa antiaérea del Ejército Brasileño cuando se emplea contra SANT en el teatro de operaciones, llevada a cabo en la Escuela de Artillería de Costa y Antiaérea del Ejército Brasileño, menciona que el sistema RBS-70 es un sistema de arma altamente efectivo, conocido por su capacidad de resistir amenazas de guerra electrónica enemigas y su movilidad. Pertenece a la familia de los denominados “MANPADS” (Sistema Portátil de Defensa Aérea para el Hombre), lo que significa que es un misil tierra-aire portátil con un sistema de guía precisa que puede operarse con una pequeña tripulación. Una de las características principales es su resistencia a la guerra electrónica enemiga, gracias a su sistema de guía por láser que es menos vulnerable a interferencias por bloqueo. Además, ofrece ventajas, como su capacidad para infligir daños significativos a las amenazas aéreas, su versatilidad para enfrentar varios tipos de aeronaves y su rápida movilidad y tiempo de reacción. Puede enfrentar objetivos aéreos en un rango de velocidad desde 0 a 300 m/s, en un área que abarca más de 500 km<sup>2</sup> y altitudes de hasta 4,000 m. Además, puede enfrentar helicópteros de ataque a una distancia de hasta 7 km empleado en conjunto con un radar es de tipo todo tiempo. (Ferreira Neto, 2019)

Al ejecutar el disparo, el operador sigue el objetivo utilizando el telescopio del dispositivo de puntería, y guía el misil utilizando el láser del sistema de puntería del arma. Es importante destacar que los misiles antiaéreos suelen tener un alcance mínimo de empleo debido a la incapacidad de realizar un guiado completo al comienzo de la trayectoria del misil. Su guiado representa un punto vulnerable y hasta una limitación según las

circunstancias, requiriendo de redundancia de medios para poder afrontar las amenazas. (Maya Flores, 2021).

### **Figura 9**

Unidad de fuego RBS-70



*Nota:* Tomado de. Ejército Brasileño. Ferreira Neto, 2019.

### **Los Sensores**

En cuanto a sensores que conforman el sistema de alarma temprana e inteligencia de defensa antiaérea, los radares del tipo Cardion AN/TPS 44 Alert MK II de la década del 70, han llegado a entregar el máximo de su vida útil, aunque con un buen alcance de 200 millas náuticas, sus características analógicas y operar en dos dimensiones para la vigilancia también los limita tanto para el caso de aeronaves convencionales, helicópteros, pero principalmente para la detección de ANT y SANT. Sumado a que los ANT-SANT cuentan con una reducida RDC que impide ser detectados por estos instrumentos pasando desapercibidos en las mayorías de las veces provocando una peligrosa limitación.

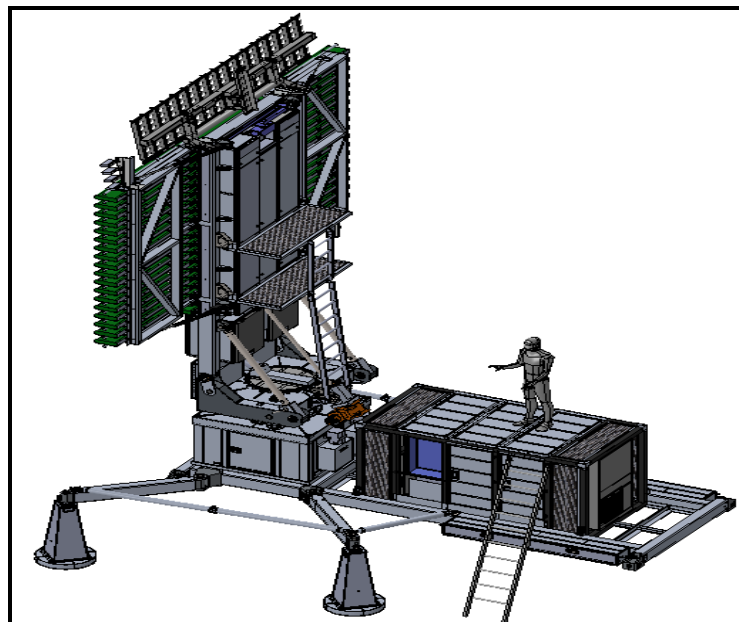
Estos aspectos se encuentran enfocados en el proyecto de adquisición del Ministerio de Defensa y el Ejército Argentino con la empresa INVAP, para la incorporación del sistema de radares de vigilancia aérea de última generación de largo alcance Radar Primario

Argentino móvil de rango medio RPA 200 y radares tácticos de defensa aérea de mediano, Radar Multifunción RMF 200.

El RPA 200 es un radar 3D que puede ser montado sobre un vehículo liviano, que opera en banda L/D, lo que incrementaría en gran cantidad las capacidades al sistema de alarma temprana, permitiendo lograr una cierta profundidad en sus emplazamientos, además de lograr detectar y rastrear objetivos de baja velocidad y altura como drones, con destacada capacidad de actuar en situaciones de guerra electrónica. Además, al contar con un interrogador secundario, también puede utilizarse como un sensor de apoyo para el control del tráfico aéreo civil, sus haces especiales para baja elevación permiten un desempeño destacable en la detección de aeronaves de pequeño porte furtivas. sumado a la velocidad de su antena y la potencia de sus señales posibilitando su integración con los sistemas que ya se encuentran operando de la Fuerza Aérea, con un alcance de 370 km (200 MN).

### **Figura 10**

Radar Primario Argentino RPA 200.



*Nota.* Tomado de exposición de INVAP. Seminario Tecnología para la Defensa 2023.

El sistema completo, compuesto por dos puestos de operación y comunicaciones, está alojado en el espacio de dos cabinas y puede ser transportado por vehículos con fijaciones estándar. Todo el equipo necesario para ponerlo en funcionamiento puede ser transportado en un solo avión C-130. El despliegue y la puesta en marcha se completan en menos de 30 minutos, lo que lo convierte en un sistema altamente móvil y de rápida respuesta.

El MDF-200 es un radar de defensa aérea de corto alcance, con capacidades multifuncionales y un diseño compacto y ligero, incorpora tecnología de vanguardia. Ofrece un alcance de detección de hasta 200 km (170 MN) y una cobertura de elevación de más de 70 grados. En menos de un segundo, es capaz de escanear todo el espacio aéreo, detectar y rastrear una amplia variedad de objetivos, incluyendo aquellos de muy baja velocidad, opera en banda denominada X y puede ser montado en un vehículo livianos por lo que lo convierte en una herramienta altamente versátil y eficiente en la identificación y seguimiento de amenazas aéreas

### **Figura 11**

Radar Multifunción RMF 200 táctico para Defensa Aérea



*Nota.* Tomado de exposición de INVAP. Seminario Tecnología para la Defensa 2023.

## Material de Guerra Electrónica

La guerra electrónica es un elemento que se encuentra en experimentación mediante el empleo de una unidad de Inhibidor de drones Aselsan Ihasavar Mini-Micro UAV Manpack Rf Jammer System, de origen turco, portátil y con capacidad de interferir el funcionamiento de pequeños drones mediante interferencias en su sistema de control provocando que aterrice o bien vuelva a su lugar de despegue. Este material fue provisto a principios del año 2023 a la Agrupación de AA de Ejército 601, GAA 601, con el propósito de evaluar su efectividad, en otros países como Brasil, estos equipos son centralizados por la guerra electrónica. Del mismo modo se adjudicó un radar de vigilancia terrestre tridimensional ASELSAN Aca-Dual para poder ser empleado en conjunto con el inhibidor y poder desarrollar un concepto de empleo combinado de ambos principalmente como medios de autodefensa ante posibles incursiones de aeronaves no tripuladas de pequeño porte.

### Figura 12

Inhibidor de drones Aselsan Ihasavar Mini-Micro UAV Manpack Rf Jammer System



*Nota:* Tomado de catálogo Aselsan.

## El Sistema Antidrones

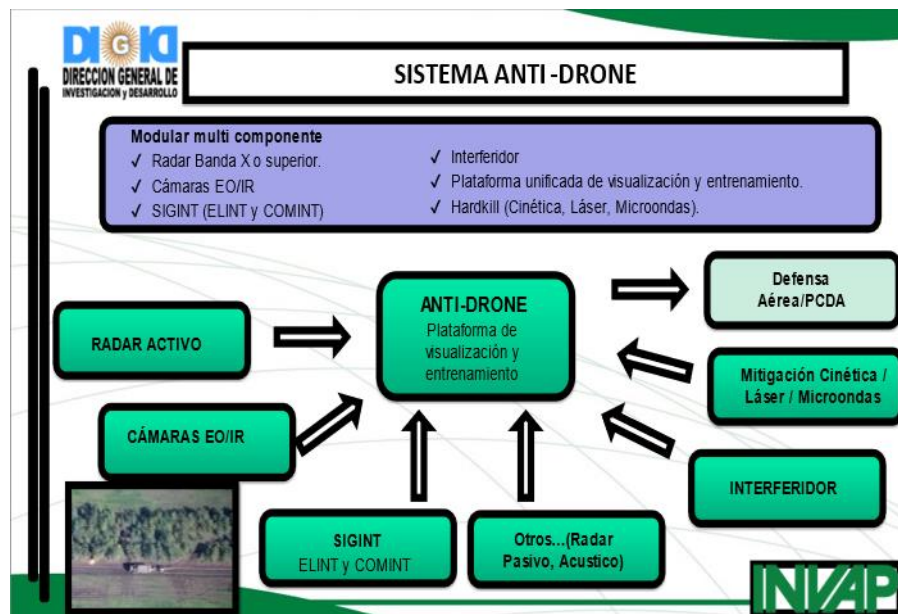
Durante el seminario de tecnología para la defensa llevado a cabo en el mes de septiembre de 2023 en la Escuela Superior de Guerra, en el bloque de exposición



correspondiente a la empresa INVAP, se presentó un proyecto referido a un sistema antidron (Villegas, 2023) cuyas características principales fueron definidas por el expositor como modular multicomponente, compuesto por distintos tipos de sensores como radar activo de banda X o superior, radar pasivo, acústicos, cámaras electro ópticas e infrarrojas, que permitan realizar inteligencia de imágenes, interferidores con elementos de mitigación cinética mediante láser o microondas conectados a una plataforma unificada de visualización y entrenamiento. Este sistema fue pensado para ser integrado al sistema de defensa aérea y los puestos comando de defensa aérea equipados con consolas tácticas multisensor, que permiten centralizar la información de los distintos medios de obtención en un solo lugar que a su vez podrá ser integrado con otros y compartir la información en tiempo real.

**Figura 13**

Proyecto de Sistema anti-drones



*Nota.* Tomado de exposición de INVAP. Seminario Tecnología para la Defensa 2023.

### Conclusiones Parciales

El arma de Artillería se conforma por el SAC y el SAA, ambos orientados a cumplir dos funciones de combate diferentes, con misiones que también lo son. El sistema de defensa aérea específico del Ejército se constituye sobre la AA mediante el SAA.

En la descripción y análisis de su composición se aprecia que se conforma por seis subsistemas dentro de los que el de alarma temprana y de armas tienen una conexión importante y gran relevancia. Del mismo modo en la actualidad surge la necesidad de incorporar un nuevo subsistema para enfrentar la amenaza de drones que adoptará una igual importancia junto a los dos mencionados.

La AA se encuentra limitada tanto en su estructura como en su equipamiento actual para hacer frente a estas nuevas exigencias. La centralización del sistema en un solo elemento que reúne la totalidad de los medios de AA para brindar protección al CTTO como un todo, sumado a que los elementos que por doctrina figuran en las GGUUC blindadas y mecanizadas no se encuentran conformados demuestra que ante la amenaza de ANT y SANT no podrán cumplir con su misión.

Los subsistemas más afectados son el de alarma temprana, de armas y de guerra electrónica. Entre las limitaciones más generales podemos mencionar la incapacidad de detección debido al reducido RDC de estos artefactos, la carencia de otro tipo de sensores como ser acústicos, ópticos, térmicos, y la vulnerabilidad a la guerra electrónica. Este último aspecto, si bien al disponer de elementos en forma experimental seguramente estará generando nuevos conceptos de empleo, pero no son suficientes debido a que por el momento se limita a ser incorporados al subsistema armas como medios de autodefensa del propio elemento de AA que, es sumamente vulnerable a los ataques de ANT y SANT y al mismo tiempo debe estar en condiciones de brindar protección a otros elementos.

Los elementos que conforman la base para el cumplimiento de la misión son los GGAA y BAA. Doctrinariamente tienen determinadas estructuras en función al material de dotación con el que dispongan. Las dos unidades de combate que forman parte de la Agrupación de AA 601, son de tipo homogéneas, contando como principales sistemas de armas el material 35 mm Oerlikon Contraves y directores de tiro Skyguard. Este material

posee muy buenas capacidades, pero no es suficiente en su cantidad y características para por sí solo brindar protección ante ANT y SANT. Se encuentra pendiente, incrementar las capacidades del subsistema armas, aunque en primera instancia, los conflictos actuales demuestran que la AA de tubo, tiene un buen desempeño en la muy baja cobertura contra ANT, el cual puede ser incrementado empleando munición con espoletas de proximidad de manera que incremente las posibilidades de su accionar.

Se encuentra en proceso de adquisición el material de misiles portátiles RBS-70, que permitirá incrementar las capacidades, aunque no termina siendo un elemento económico para contrarrestar a un dron por su disparidad en cuanto al costo.

Se encuentra en desarrollo el incremento de capacidades de los sensores por medio de los radares RPA 200 y RMF 200, que significarán una importante actualización en este ámbito del subsistema de alarma temprana, pero es necesario incrementar en la variedad de sensores para lograr una mayor vigilancia del espacio aéreo de manera completa.

Otro aspecto en desarrollo es el sistema anti-drones que significará una modificación en la doctrina al tener que incorporarlo al sistema de defensa antiaérea como un subsistema más.

Como se puede observar luego del análisis, si bien el sistema como un todo doctrinariamente se conforma por otros sistemas, la realidad demuestra que no están materializados de manera concreta. Los medios tales como sensores son limitados y obsoletos, no se cuenta con medios acústicos, los sistemas de armas, aunque de buenas características, principalmente el material 35 mm Oerlikon Contraves, todo tiempo, la carencia actual de material de misiles incrementa sus limitaciones convirtiéndola básicamente en un elemento excesivamente escaso. Ante la necesidad de contrarrestar la amenaza de ANT y SANT, se produce una amplia disparidad de los medios disponibles para la acción directa.

Asimismo, el combate moderno requiere conformar organizaciones que puedan dar respuesta a varios tipos de amenaza.

### **Capítulo III**

#### **Aspectos a Considerar en la Organización de los Medios de Defensa Antiaérea Ante la Amenaza de Aeronaves y Sistemas Aéreos no Tripulados.**

##### **Sección I**

##### **Conceptos Generales Sobre Organización**

Durante este capítulo se llevará a cabo una explicación sobre conceptos esenciales referidos a organización complementándolos con la doctrina para destacar aquellas consideraciones principales para llevar a cabo el diseño de una organización en el ámbito militar. Posteriormente se hará un repaso por la situación actual de la defensa antiaérea caracterizando sus amenazas modernas y las armas correspondientes para enfrentarlas extraídas de publicaciones de interés referidas al tema. Luego se observarán los conceptos que se desarrollaron en el Reyno de España referidos a la lucha contra las ANT y SANT y algunas ideas surgidas luego de realizar un estudio para el desarrollo de capacidades pertinente. Finalmente se extraerán conclusiones parciales sobre los aspectos abordados para conformar los aspectos a considerar en la organización de los medios de defensa antiaérea para brindar protección ante la amenaza de ANT y SANT:

##### **Elementos Conceptuales para la Organización Medios Militares**

Los componentes del instrumento militar, el terrestre en particular, se conforman por tres elementos esenciales, la doctrina, el equipamiento y la organización. La organización consiste en la vinculación coordinada y armónica de distintos elementos para lograr el cumplimiento de un fin denominado misión. Ahora bien, esa organización se desempeña dentro de un contexto, un entorno al cual se lo denomina ambiente operacional, que la doctrina lo define como el conjunto de factores de variada naturaleza que se encuentran

presentes de manera estable e inestable en una región y que afecta directamente imponiendo limitaciones en la composición de la fuerza y en la aplicación del poder de combate (Ejército Argentino, 2015). A su vez, esa organización funciona como un sistema abierto debido a que intercambia información con el entorno y se comunica constantemente, desarrollando distintos procesos y finalmente entregando un producto llevado a cabo por las operaciones que realiza, las funciones que cumple o bien el efecto que logra.

Al referirnos a las estructuras organizacionales Henry Mintzberg sostiene que la continua adaptabilidad con el ambiente condiciona el tipo de organización, basándose en diferentes hipótesis. El autor identifica distintos tipos de ambientes y plantea hipótesis sobre cómo deberían ser las estructuras organizacionales en cada caso. En entornos simples y estables, las organizaciones se beneficiarán de estructuras burocráticas y centralizadas. Por otro lado, en entornos complejos y estables, deberían adoptar estructuras burocráticas pero descentralizadas. En situaciones en las que el entorno es simple pero dinámico, las organizaciones serán más efectivas con estructuras flexibles y orgánicas. Finalmente, en entornos complejos y dinámicos, se requerirán organizaciones con estructuras flexibles, orgánicas y descentralizadas (Mintzberg, 2001). Se entiende que tanto la misión como el contexto influyen en el diseño de la organización.

El ambiente operacional actual se caracteriza por ser volátil, incierto, complejo y ambiguo, conocido por el acrónimo VICA, estas características sintetizan las variables que la componen. Las exigencias del ambiente operacional imponen a las fuerzas terrestres que sus organizaciones se adapten y adecúen a la misión impuesta a fin de satisfacer los requerimientos. Esa capacidad de adecuación de las organizaciones se estructura sobre la base de cuatro criterios, ellos son; flexibilidad, interoperabilidad, modularidad y sustentabilidad (Ejército Argentino, 2022).

Las fuerzas son organizaciones que funcionan de manera sistémica y son conducidas mediante la aplicación del comando para dar solución a problemas militares. Cada uno de los problemas requiere del empleo de técnicas particulares que se aplican condicionadas por tres factores que son la misión asignada, los recursos o medios disponibles y el enemigo (Ejército Argentino, 2015). Esa conducción se lleva a cabo a través de las actividades básicas de la conducción, siendo una de ellas la organización, que la doctrina la define como “actividad de vincular y armonizar todos los medios materiales y humanos a disposición a fin de satisfacer las exigencias impuestas con la mayor eficiencia y al menor costo” (Ejército Argentino, 2015).

Durante el desarrollo del planeamiento, dentro de la asistencia se encuentra el paso denominado organización de la fuerza, que se llevará a cabo para determinar los agrupamientos de fuerzas que son necesarios para cumplir las operaciones correspondientes al esquema de la maniobra concebida. Su finalidad es determinar el mejor agrupamiento de medios, tareas a cumplir y cadena de comando para cumplir con la misión asignada (Ejército Argentino, 2022) Dentro de este paso una de las tareas principales es la organización de las fuerzas que deberá llevarse a cabo respetando las exigencias de los criterios organizacionales, que constituyen requisitos basados en factores de efectividad estructural.

El requisito de proporcionalidad establece que la conformación orgánica de la organización debe ajustarse a la tarea o misión a cumplir. Debe existir una proporción entre los fines y los medios, de no existir traerá consecuentemente una carencia de factibilidad en el planeamiento y una formulación de requerimientos, de nuevas asignaciones y cambios de objetivos. El requisito de configuración establece que la organización debe tener internamente una conformación con equilibrio y flexibilidad, de manera que se logre un sistema integral, balanceado y flexible en su composición. (Cap VII. p.10).

Del mismo modo Mintzberg formuló dos hipótesis fundamentales en el ámbito de la organización y el diseño organizacional a las que denominó hipótesis de configuración e hipótesis de congruencia (Mintzberg, 2001).

Estas hipótesis se emplean para entender cómo los distintos elementos de una organización se relacionan entre sí y deben estar en armonía para lograr un funcionamiento eficiente. La teoría de la contingencia de Mintzberg establece que la estructura de una organización debe ser diseñada de manera que se adapte a la situación específica. Los factores contingentes son condiciones que explican por qué una organización configura su estructura de una manera particular. Es decir que, una organización posee una estructura efectiva cuando existe coherencia entre dicha estructura y las circunstancias presentes. Estos factores se dividen en cuatro categorías, y el autor formuló una hipótesis para cada uno de ellos, determinando cómo influyen en la organización.

Esos factores son, la edad y tamaño, el sistema técnico, el ambiente o entorno y el poder que es el control externo que ejerce sobre la organización. Centrándonos en el tercer factor, el ambiente o entorno de la organización, abarca aspectos como los mercados, el clima político y las condiciones económicas, se desglosa en cuatro dimensiones fundamentales del entorno organizacional tales como la estabilidad, en cuanto al grado de constancia o cambio en el ambiente que rodea a la organización; la complejidad, que se refiere al nivel de complicación o simplicidad del ambiente externo de la organización; la diversidad, que hace referencia a la variedad de mercados o sectores que afectan a la organización; y la hostilidad, que indica el grado de amabilidad u hostilidad que presenta el entorno hacia la organización. Cada una de estas dimensiones puede variar desde un extremo hasta otro, y es esencial considerarlas al analizar cómo el entorno afecta a la organización.

Las hipótesis que estableció para este factor son las siguientes:

- “Cuanto más dinámico es el entorno, más orgánica la estructura.”

- “Cuanto más complejo sea el entorno, más descentralizada quedará la estructura.”
- “Cuanto más diversificado sean los mercados de la organización, mayor será la tendencia a dividirla en unidades basadas en el mercado.”
- “La extrema hostilidad del entorno conduce a toda la organización hacia una centralización provisional de su estructura.”
- “Las disparidades en el entorno estimulan la descentralización selectiva de la organización hacia las constelaciones de trabajo diferenciadas.” (Mintzberg, 2001)

El diseño organizacional es un proceso complejo que requiere una consideración cuidadosa de múltiples factores interconectados para lograr una estructura efectiva que se adapte al entorno y a los objetivos de la organización. Para llevarlo a cabo deben tenerse en cuenta parámetros. Un parámetro de diseño es una variable o factor específico que se utiliza para guiar o determinar la creación, configuración o desarrollo de un objeto, sistema, estructura o proceso. Estos parámetros son esenciales para establecer límites, criterios y características claves durante el proceso de diseño, con el fin de lograr los objetivos deseados y garantizar que el producto final cumpla con ciertos estándares o requisitos.

En el contexto del diseño, los parámetros son fundamentales para tomar decisiones y garantizar que se satisfagan las necesidades y los objetivos. Pueden incluir diferentes aspectos que serán relevantes para el diseño. Cada uno de estos parámetros influirá en cómo se diseñan los componentes y la estructura de la organización correspondiente.

Mintzberg propone también cinco configuraciones de diseño organizacional:

La estructura simple donde el control es centralizado y la supervisión directa, siendo la más adecuada para entornos estables.

La burocracia mecánica que se basa en la estandarización de los procesos y limitada descentralización y toma decisiones de manera directa. La coordinación se logra



principalmente a través de la supervisión directa de los miembros de la organización. Esta estructura es adecuada para entornos estables y simples.

La burocracia profesional se caracteriza por la descentralización y confianza en habilidades profesionales de sus integrantes, logrando la coordinación a través de la estandarización de destrezas.

La forma divisional es la configuración en la que los conductores de nivel medio buscan autonomía y descentralizan el poder desde la cúpula estratégica hacia unidades basadas en mercado. Cada unidad tiene cierta autonomía para tomar decisiones, lo que limita la coordinación y la estandarización entre ellas. Este diseño es común en organizaciones diversificadas.

Por último, la adhocracia conformada por grupos flexibles y colaborativos, donde la organización se encuentra estructurada en constelaciones de trabajo que tienen la libertad de coordinarse tanto internamente como con otros a través del ajuste mutuo. Este enfoque se adapta a entornos dinámicos y cambiantes donde la colaboración y la adaptabilidad son esenciales.

Las organizaciones de AA deberán adoptar, adecuar y readaptar sus estructuras a las exigencias de una conducción que la requiera en el combate moderno en función de las nuevas tecnologías, tácticas y procedimientos. (Ejército Argentino, 2001.b)

Tomando como base estos conceptos iniciales se aborda la investigación procurando establecer los aspectos generales que actualmente posee la defensa antiaérea que deben ser considerados como parámetros al momento de llevar a cabo la organización de los medios de AA del Componente Terrestre para estar en condiciones de brindar protección con determinada eficacia ante la amenaza de ANT y SANT.

## Sección II

### **Características Actuales de la Defensa Antiaérea Ante la Amenaza de Aeronaves y Sistemas Aéreos no Tripulados**

En la revista del Centro Estudios de Vigilancia y Prospectiva Tecnológica en el Área de Defensa y Seguridad del año 2007 se publicó un artículo referido a la defensa antiaérea en el que describe muy clara y detalladamente algunos puntos de interés que se consideran pertinentes a este trabajo. Entre los que se pueden mencionar, se encuentra la determinación de criterios de defensa antiaérea. El autor establece que existen tres criterios básicos utilizados para la organización de la defensa con medios antiaéreos, y estos pueden ser empleados para proteger objetivos ubicados en una zona. Cuando se implementan operan de manera independiente entre sí. Sin embargo, cuando se aplican en un contexto más amplio, es fundamental considerarlos en conjunto, ya que su interacción es esencial para determinar la efectividad de la defensa antiaérea (Guglielmone, 2017).

#### **Criterios de Defensa Antiaérea**

Guglielmone (2017) establece que los tres criterios de la defensa antiaérea son la masa de fuego, la mixtura de sistemas y la movilidad.

El criterio de masa de fuego se logra al desplegar una cantidad adecuada de sistemas de armas antiaéreas con el propósito de proteger un objetivo vital ante posibles amenazas aéreas. Busca generar un apoyo mutuo y superponer el fuego de múltiples sistemas de armas, garantizando al mismo tiempo una cierta profundidad en la defensa. La idea principal es contar con un número suficiente de armas antiaéreas para abordar simultáneamente diversas amenazas aéreas y, al tener una combinación equilibrada de diferentes tipos de armas antiaéreas, se logra una letalidad suficiente y necesaria. (p.149.)

El criterio de mixtura de sistemas se refiere a la operación conjunta de diversos tipos de sistemas de armas para que se complementen entre sí. Esto se relaciona estrechamente con

el de masa de fuego, que implica desplegar una combinación adecuada de armas antiaéreas para dificultar e interferir la tarea del enemigo que, al planificar un ataque, debe considerar la amenaza que representan dos o más sistemas de armas con características distintas. Esto requiere que optimice sus tácticas y técnicas de ataque para minimizar las bajas. Sin embargo, al enfrentarse a una combinación de armas antiaéreas, sus pérdidas aumentarán significativamente cuando sus aeronaves ingresen al área defendida. Incluye también la capacidad de utilizar complementariamente sistemas de armas como misiles y cañones, así como otros sistemas actuales o futuros con diversas características técnicas y operativas, proporcionando mejor protección antiaérea. (p.149)

Por último, el criterio de movilidad es esencial para complementar la masa de fuego y la mixtura de sistemas, debido a que asegura la protección y la coordinación de los sistemas en movimiento. Esto permite que los sistemas puedan cambiar de posición y realizar movimientos junto a otras unidades de manera efectiva. La dificultad para fortificar las unidades antiaéreas resulta costosa y las expone a ser descubiertas y atacadas. Es por ello que, mantener un alto nivel de movilidad es el factor más efectivo para la defensa y garantiza la supervivencia de las unidades antiaéreas frente a ataques tanto aéreos como terrestres. (p.149)

### **Evolución de la Defensa Antiaérea en el Combate Moderno**

Los países avanzados, como China, Rusia, Estados Unidos, Alemania, Francia, Israel y Japón, han adoptado una nueva filosofía de defensa aérea basada en sistemas integrados por capas. Estas capas se dividen en diferentes semiesferas que cubren distintas altitudes y distancias, actuando como barreras para los posibles enemigos que intenten destruir objetivos. La configuración de estas capas se determina considerando los sistemas antiaéreos propios, las amenazas enemigas y los tiempos de reacción necesarios para una defensa efectiva. Generalmente, en las últimas capas se encuentran los objetivos vitales que se deben

defender, y por esta razón, son de vital importancia ya que representan la última oportunidad para interceptar y neutralizar los blancos aéreos. Los países que puedan integrar la mayor cantidad de capas necesarias para lograr una defensa efectiva podrán obtener una menor vulnerabilidad frente a los ataques del enemigo y estarán mejor preparados para detectar, interceptar y neutralizar amenazas aéreas en diferentes altitudes y distancias. (Guglielmo, 2017,p.150).

### Figura 14

#### Sistemas de Defensa Aérea Integrados



*Nota:* Tomado de Guglielmo, 2017. Revista TEC 1000.

Lo más importante y novedoso radica en que, gracias al avance tecnológico, se ha logrado una mayor interoperabilidad entre las capas y con los medios relacionados, mediante un sistema confiable de comunicaciones e intercambio de información. Las comunicaciones seguras y la coordinación son esenciales en la defensa antiaérea, respaldadas por un sistema C4I (Comando, Control, Comunicaciones, Computación e Inteligencia) que facilita la adquisición, procesamiento y distribución de datos sobre amenazas aéreas dando agilidad a la toma de decisiones. Desempeñará el papel fundamental de facilitar la comunicación entre las diversas capas de los sistemas de defensa aérea.

La denominada superioridad de la información es esencial para dar ventaja a los sistemas de armas y asegurar el éxito en la defensa de los objetivos. Los sistemas de sensores, junto con los recursos humanos y tecnológicos, se encargan de obtener, procesar y comunicar información sobre amenazas a través de la cadena de comando. Es crucial que este proceso de obtención de información sea compartido entre todos los medios involucrados en las operaciones para mantenerlos informados adecuadamente. La digitalización de las fuerzas mejora la integración tecnológica, y es esencial que los sistemas de defensa antiaérea estén operativos de manera continua.

Estos conceptos en grandes rasgos son similares a los que la doctrina argentina incorpora. Como se puede observar, las capas más bajas representan la mayor posibilidad de ganar o perder el combate antiaéreo y es justamente en la que los aeronaves y sistemas aéreos no tripulados actúan deliberadamente.

### **Las Amenazas de Nueva Generación**

En el ámbito de la defensa antiaérea, ha surgido un nuevo concepto denominado "Rocket – Artillery – Mortar" (RAM), que incluye cohetes, artillería y morteros como nuevos objetivos que deben ser considerados. Tanto las municiones inteligentes, las bombas guiadas como las RAM presentan una sección de radar cruzado (RDC) muy reducido, lo que dificulta su detección y seguimiento, a pesar de los avances tecnológicos en sensores. Además, una amenaza en desarrollo son los misiles hipersónicos, que pueden recorrer grandes distancias a velocidades hasta siete veces superiores a la del sonido, lo que hace que sea extremadamente difícil para los sistemas antimisiles interceptarlos. Asimismo, la evolución de los ANT y SANT se suman a estas amenazas representando un alto riesgo no habiendo sistemas de armas que sean totalmente efectivos y que otorguen una total seguridad ante ellos.

Los requisitos impuestos a la defensa antiaérea de baja altura se han vuelto significativamente más complejos en términos de cantidad y calidad. La amenaza aérea está

en constante evolución y expansión, centrándose cada vez más en ANT y municiones guiadas de precisión que son más compactas, veloces y maniobrables que nunca.

### **Armas para las Amenazas de Nueva Generación**

Para enfrentar a estas amenazas de nueva generación, solo con sistemas integrados de defensa aérea y con los sistemas de armas de defensa antiaérea más sofisticados, se las puede detener; estos deben encontrarse en alerta permanente incluso en tiempo de paz. La mejor manera de defenderse de los drones es contar con los sistemas de detección adecuados para dar la alerta de su aproximación, difundir las alarmas a las tropas de las zonas objetivo y luego utilizar los sistemas de comando y control y otros sistemas para encontrar el mejor interceptor, y si es posible el más eficaz y rentable, a lo largo de la ruta del dron.

En la muy baja altura, los sistemas de cañones continúan siendo utilizados y actualmente se los identifica como Sistemas CIWS (Close In Weapon System). Estos Sistemas de Armamento de Proximidad o de corto alcance, ya hace tiempo que han ido cambiando su concepción, buscando lograr masa de fuego, en algunos casos lograda por la cadencia de fuego de los cañones y en otros casos lograda por características particulares de la munición. Estos sistemas han sido desarrollados para ser utilizados por las fuerzas armadas de diferentes países, para contrarrestar las amenazas aéreas o misiles cruceros que se aproximan a pocos metros sobre el mar. Actualmente son montados sobre distintas plataformas como camiones o blindados, no solo para poseer masa de fuego sino también movilidad y se encuentran asociados individualmente a sistemas de control del tiro de gran precisión, conformando un sistema totalmente autónomo.

Los cañones Oerlikon Gun MK2 de 35mm, desarrollados por Oerlikon Contraves, utilizan munición AHEAD (Advanced Hit Efficiency and Destruction) en inglés, lo que traducido al español sería "Eficiencia Avanzada en Impacto y Destrucción", para aumentar la probabilidad de impacto. Tienen una alta cadencia y pueden disparar gran cantidad de

submuniciones que se dispersan para aumentar la precisión lográndose una mayor eficacia en el combate. Otros armamentos a la cadencia le suman la capacidad de cañones rotatorios. Estos armamentos son conocidos como C-RAM en respuesta a los RAM.

En el campo de los misiles, se encuentran los “Sistemas de Defensa Aérea Portátiles por el Hombre” (MANPADS), que abarcan una amplia gama, desde los más simples hasta los más sofisticados. En ciertos casos, la tecnología más avanzada se incorpora directamente en el misil. Estos se conocen como "dispara y olvida", ya que una vez que el misil es lanzado, tiene la capacidad para rastrear el objetivo utilizando varios métodos de control y orientación. La mayoría de estos sistemas avanzados pueden ser lanzados por una sola persona desde el hombro o montarse en vehículos con ruedas u orugas, ya sea de forma individual o con varios lanzadores

Dentro de las más novedosas y disruptivas se encuentran las armas láser que se clasifican como armas de energía dirigida (EDW), junto con armas como las de pulso electromagnético, haces de partículas y microondas de alta potencia, entre otras y son las de mayor avance y se encuentran en desarrollo demostrando ventajas y desventajas en su empleo particularmente en campaña debido a su necesidad de contar con proveedores de energía para ser recargadas.

### **Armas para la Guerra Contra los Aeronaves No Tripulados**

En cuanto a la guerra contra los ANT o piloteados remotamente se llevaron a cabo distintos desarrollos en busca de su neutralización, captura o destrucción. Actualmente existen varias maneras de neutralizarlos, podemos mencionar las que procuran su desarme, las que buscan su destrucción física y las que afectan sus componentes electrónicos. Para ellos se puede sintetizar en tecnologías que emplean el láser de alta energía mediante la concentración en un punto determinado, el jaqueo explotando vulnerabilidades de los sistemas del ANT, bloqueadores de radiofrecuencia mediante la emisión de radiación

electromagnética para interferir sus comunicaciones, los bloqueadores interrumpen las bandas y bloquean la señal y hasta el empleo de otros drones como táctica.

La clásica artillería antiaérea mediante el empleo de municiones y misiles tradicionales, los C-RAM junto con sistemas de selección de objetivos. Si bien esta última en ocasiones demostró ser efectiva, tiene un alto grado de riesgo a daños colaterales principalmente por ser combatidos a baja altura además de su alto costo en función de la amenaza. También están los sistemas como el Vampire norteamericano, una innovadora tecnología antiaérea diseñada para contrarrestar drones, compacta y lo suficientemente pequeña como para ser montada en la parte trasera de una camioneta común. Esta tecnología de misiles contra drones ofrece un alcance superior al de una ametralladora convencional y brinda la ventaja de ser altamente portátil, permitiendo su despliegue ágil para interceptar drones que se acercan.

Ucrania implementó una estrategia efectiva contra los drones que consta de tres niveles de protección. Esto incluye el patrullaje constante de aviones de combate las 24 horas del día, el uso de misiles antiaéreos desde tierra y equipos de soldados con ametralladoras. Esta combinación de medidas ha demostrado ser exitosa en la protección contra drones en el país. También conformó y desplegó brigadas móviles equipadas con ametralladoras livianas DSHK de 12,7mm y 14,5mm montadas sobre camionetas para disparar contra los drones no tripulados, las que se desplazan entre las líneas de la AA añadiendo otra capa de defensa efectiva contra estos aparatos.

### **Sección III**

#### **Conceptos de la Lucha Contra el ANT**

##### **España y su Concepto C-UAS LL**

En el año 2019, el ministerio de defensa del Reyno de España, por medio de su estado mayor llevó a cabo un documento denominado “Concepto Nacional Contra Sistemas Aéreos



no Tripulados de Pequeño Tamaño, que Operan a Baja Altura y Velocidad” (C-UAS LSS). El propósito del concepto es guiar el desarrollo que tenga la capacidad de evitar, detectar, reconocer, tomar decisiones y, si es necesario, eliminar la amenaza de UAS LSS que se utilicen de manera hostil o imprudente contra unidades desplegadas en operaciones e instalaciones militares, tanto dentro como fuera del territorio nacional. (Ministerio de Defensa del Reyno de España,2019).

El problema se planteó en base al crecimiento del uso de drones en entornos urbanos, tanto por actores estatales como no estatales que representa un desafío de seguridad para las fuerzas en operaciones tanto en el extranjero como en el territorio nacional en el que los sistemas de defensa aérea y protección actuales no son suficientes para abordar esta amenaza.

Cabe aclarar que, en España se distinguen dos conceptos, la defensa aérea y la protección de la fuerza. La primera busca controlar el espacio aéreo para proteger las fuerzas y ubicaciones estratégicas, mientras que la segunda se encarga de reducir la vulnerabilidad de las fuerzas y activos ante diversas amenazas, garantizando la capacidad operativa y la libertad de acción del comandante (p.B-1).

La principal cuestión tenida en cuenta fue la interoperabilidad. Los sistemas C-UAS LSS deberán tener la capacidad de ser interoperables con los sistemas de defensa aérea y protección de las fuerzas, empleando distintos grados de interconexión e integración según el escenario y tipo de protección procurando sumar esfuerzos para multiplicar resultados.

Dentro de las recomendaciones que realiza el documento es de destacar la idea de que el un sistema C-UAS LSS es un sistema de sistemas conformado por un conjunto de sensores, sistemas de comando y control y de armas diseñados para todas las etapas del ciclo C-UAS LSS que son la prevención, detección, identificación, decisión y neutralización.

### **Figura 15**

Ciclo del Sistema C-UAS LSS Español



*Nota:* Tomado de Documento del Ministerio de Defensa Reyno de España, 2019.

Asimismo, determina que deben ser modulares, escalables, y actualizables para enfrentar amenazas cambiantes. Deberán permitir la integración de diferentes tipos de sensores para la detección, identificación, decisión, y de sistemas de armas para la neutralización; que se basen en la cooperación de tecnologías complementarias como radar, optrónica, acústica, energía dirigida, submuniciones y disponer de movilidad y requerimientos mínimos para su puesta en funcionamiento tras un cambio de ubicación. (p.7)

Además, menciona que, debe ser altamente automatizado para permitir una toma de decisión rápida. En las fases de detección e identificación, así como la toma de decisión, deben ser automáticas debido a los cortos tiempos de respuesta. La fase de neutralización debe ser configurable en modos manual, semiautomático y automático, dependiendo de varios factores. Se debe buscar la sencillez tanto en la operación como en el mantenimiento para reducir las necesidades de instrucción y adiestramiento como también la huella logística para el despliegue. Contar de un alto grado de disponibilidad operativa, con sistemas confiables y funcionamiento continuo las 24 horas del día. Deberán disponer de sistemas portátiles y móviles, pero también de sistemas fijos.

En términos de organización menciona que la integración de la futura capacidad de defensa C-UAS LSS se puede orientar mediante dos capacidades complementarias, la protección de la fuerza y defensa antiaérea. Considera que la mejor forma de integrar la capacidad C-UAS LSS sería a través de un enfoque mixto y complementario. Es decir que, según la perspectiva de la protección de la fuerza, se utilizarían los sistemas de defensa antiaérea de manera coordinada con el sistema de defensa aérea, dependiendo del escenario y los recursos disponibles. Del mismo modo considera importante establecer una estructura de coordinación al máximo nivel que centralice las diversas áreas de interés (p.13).

En cuanto a la interoperabilidad recomienda que los sistemas C-UAS LSS sean capaces de operar de manera interconectada con los sistemas de mando y control táctico de la defensa antiaérea y de la protección de la fuerza para compartir información y planificar operaciones en conjunto para lo que sugiere establecer un nivel mínimo de integración local debido a la necesidad de una respuesta rápida, pero se debe avanzar hacia una integración más completa a nivel de comando y control que permita una visión global de la amenaza UAS LSS, aprovechando al máximo la tecnología disponible además de utilizar la información de tráfico aéreo a baja altura que resulta esencial para tener una visión completa y rápida de la situación. Esto ayuda a tomar medidas de protección y asignar recursos eficazmente en situaciones de amenaza aérea (p.14).

### **España y la Intención de Conformar Unidades Específicas Anti-Drones**

El artículo de José Delgado (2019) aborda la creciente amenaza de drones en el espacio aéreo y ultraterrestre y propone la creación de una unidad especializada para contrarrestar esta amenaza. El autor argumenta que las vulnerabilidades derivadas del posible uso de drones pilotados remotamente por estados u organizaciones no estatales justifican la protección de estos espacios.

Analiza el Sistema de Defensa Aérea (SDA) español y concluye que este sistema no está optimizado para enfrentar la amenaza de drones debido a su concepción basada en amenazas tradicionales. El autor aboga por la creación de una unidad *ad hoc* especializada en contrarrestar la amenaza de drones, que cuente con una estructura organizativa definida, liderazgo claro, personal capacitado y recursos materiales adecuados.

La estructura de esta unidad se basaría en un control centralizado y ejecución descentralizada, con departamentos responsables de la seguridad interior y exterior. Cada departamento tendría secciones dedicadas a análisis e investigación, evaluación e instrucción, y operaciones. La unidad también incluiría una secretaría de dirección, un órgano auxiliar y una sección de material y logística. Finalmente establece que el comando de esta unidad recaería en el Ejército del Aire debido a su experiencia en defensa aérea. El personal sería una combinación de fuerzas armadas y fuerzas de seguridad para abordar las dimensiones cívico-militares de la amenaza. El material incluiría sistemas de armas cinéticos y no cinéticos, y las instalaciones estarían estratégicamente ubicadas.

Lo destacable del artículo recae en la idea de crear unidades específicas para enfrentar la amenaza de ANT y SANT además de su posible organización que en este caso sería a nivel nacional.

### **La AA y el Modelo de la Fuerza 35**

Luego de los conceptos observados anteriormente España encaró el proyecto de la “Fuerza 35” (Ejército de Tierra del Reyno de España, 2019).

El proyecto consiste en una visión a futuro tomando como horizonte el año 2035, mediante una transformación de las fuerzas terrestres españolas sobre la base de una brigada en el que procura la optimización de las estructuras de las organizaciones además de dotarlas de recursos tecnológicos avanzados. En grandes rasgos la brigada estará conformada por 3

grupos de combate (GCBT) capaces de actuar independientemente y un núcleo de tropas (NTB) sobre la base de un batallón de infantería con los respectivos apoyos (p. 28).

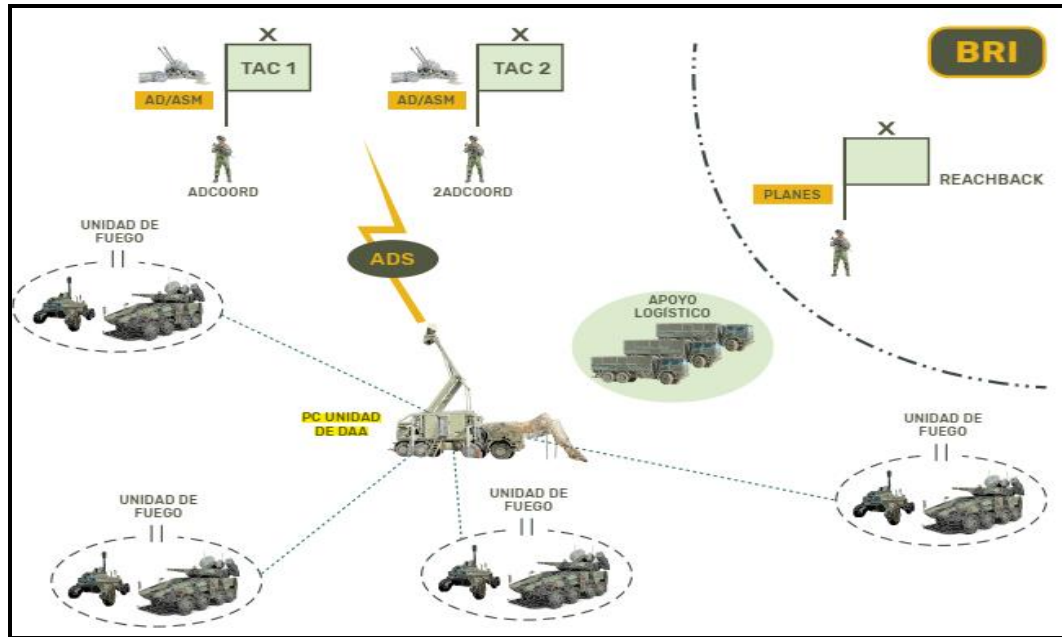
El concepto de empleo se sustenta sobre amplios espacios, operaciones multidominio, operaciones distribuidas y operaciones y operaciones autónomas con pequeñas unidades.

Referido a la defensa antiaérea menciona que el horizonte 2035 plantea una amenaza aérea diversificada, incluyendo avances en misiles, SANT, y amenazas emergentes como "slow movers" (aeronaves o vehículos que vuelan a velocidades muy bajas). Para enfrentar esta variedad de amenazas, la Brigada 35 dispondrá de sistemas de misiles y cañones antiaéreos de corto y muy corto alcance, capaces de combatir helicópteros y ANT a baja altitud. Se requerirán sistemas específicos para neutralizar ANT pequeños, utilizando sensores y armas convencionales y de energía dirigida.

El sistema de Defensa Antiaérea debe ser versátil y contar con capacidades diversas para abordar todos los aspectos de la amenaza aérea. Esto implica una defensa en múltiples capas con sistemas de armas que se complementen entre sí, adaptándose tanto a la fuerza que se protege como a las condiciones específicas de cada escenario operativo. La integración de estos sistemas en plataformas multipropósito permitirá una mayor movilidad y eficacia. Los medios de comando y control evolucionarán hacia la capacidad de "fuego en red" mediante el desarrollo de un centro de mando polivalente. Deberán ser móviles y modulares para permitir su despliegue en apoyo de las fuerzas principales o para proteger toda la zona de acción de la Brigada. Esto incluye la capacidad de establecer defensas descentralizadas en apoyo de los grupos de combate y el Núcleo de Tropas de Brigada, formando "burbujas" de Defensa Antiaérea según sea necesario (p. 42.)

### **Figura 16**

Concepto de "Fuegos en Red" de la Fuerza 35



*Nota.* Tomado de Ejército de Tierra, 2019.

### Conclusiones Parciales

En un ambiente operacional caracterizado por su volatilidad, incertidumbre, complejidad y ambigüedad, las organizaciones deben ser flexibles y capaces de adaptarse y modificar su estructura. Los criterios para organizar los medios militares son la flexibilidad, la interoperabilidad, la modularidad y la sustentabilidad. Estos aspectos son esenciales para enfrentar los desafíos cambiantes del combate moderno. Además, la teoría de la contingencia de Mintzberg subraya la importancia de ajustar la estructura de una organización a su entorno a través de parámetros de diseño, que considera factores como la estabilidad, la complejidad, la diversidad y la hostilidad del entorno. Para las organizaciones militares, la evolución constante y la adopción de configuraciones organizacionales adecuadas son fundamentales en este contexto, pero para llevarlas a cabo deben cumplir con los criterios organizacionales de proporcionalidad y configuración. En base a lo anterior, actualmente existen tres criterios clave para la defensa antiaérea a tener en cuenta para su organización ellos son, la masa de fuego, la mixtura de sistemas y la movilidad, los que procuran una protección efectiva contra amenazas aéreas y dificultan las tácticas del enemigo.

Los países avanzados han adoptado una estrategia de defensa antiaérea basada en sistemas integrados. La clave radica en la interoperabilidad y comunicación efectiva entre estas capas, respaldadas por sistemas de comando y control, comunicaciones, computación e inteligencia (C4I), lo que garantiza la superioridad de la información y agiliza la toma de decisiones. Sin embargo, la evolución de las amenazas aéreas plantea desafíos significativos, aumentando la complejidad de la defensa antiaérea. En este entorno dinámico, la adaptabilidad y la capacidad de enfrentar amenazas emergentes son cruciales para mantener una defensa eficaz.

La defensa antiaérea moderna se basa en sistemas avanzados, que incluyen cañones de proximidad de gran cadencia (C-RAM) y misiles portátiles (MANPAD). Estos sistemas ofrecen movilidad y precisión. Están diseñados para enfrentar amenazas aéreas avanzadas y pueden ser desplegados tanto por individuos como en vehículos. La adaptabilidad y el desarrollo continuo son clave en este campo en constante evolución.

Para combatir ANT se han desarrollado tecnologías que incluyen el uso de láser, jaqueo de sistemas ANT, bloqueo de radiofrecuencia, empleo de otros drones y artillería antiaérea convencional. Cada una de ellas tiene ventajas y desafíos, pero todos reflejan la necesidad de adaptarse a esta amenaza en constante evolución.

España desarrollo un concepto que marca la importancia de abordar la amenaza de drones hostiles en entornos urbanos y operacionales. A la interoperabilidad de los sistemas de lucha contra el dron y su modularidad, agrega otros como la escalabilidad y alto grado de automatización, la disponibilidad operativa y la confiabilidad. Además, promueve la coordinación efectiva a través de una estructura centralizada y enfatiza la necesidad de operar de manera interconectada con los sistemas de defensa aérea y de compartir información, con la capacidad de adaptarse y escalar según las necesidades y el nivel de amenaza.

Finalmente, José Delgado marca la necesidad de una unidad especializada para abordar la amenaza de drones a nivel nacional al considerar que el sistema de defensa aérea español no está preparado para esta amenaza y sugiere la creación de una unidad con estructura organizativa clara y recursos adecuados mediante un modelo de control centralizado y ejecución descentralizada, con personal de fuerzas armadas y seguridad. El material incluiría sistemas de armas y se ubicaría estratégicamente bajo el comando del Ejército del Aire.

El proyecto "Fuerza 35" de España está diseñado para transformar sus fuerzas terrestres en 15 años. En términos de defensa antiaérea, se prevé la implementación de sistemas de misiles y cañones antiaéreos de corto y muy corto alcance, así como la necesidad de sistemas específicos para neutralizar drones pequeños. La estrategia se basa en una defensa en múltiples capas y la integración de sistemas multipropósito, lo que proporcionará movilidad y adaptabilidad en diferentes escenarios. Además, se destaca la importancia de una mayor capacidad de comando y control para una respuesta efectiva y coordinada. Menciona el término de "fuego en red", referido a la capacidad de sistemas de armas y unidades militares para trabajar en conjunto de manera altamente coordinada y eficiente mediante el intercambio de información en tiempo real.

## **Conclusiones**

### **Conclusiones Finales**

Las ANT y SANT han demostrado ser activos militares esenciales debido a su versatilidad y eficiencia, siendo efectivos tanto contra sistemas obsoletos como modernos gracias a su pequeño tamaño, alta velocidad y capacidad de evitar fácilmente la detección por radar. En el ámbito terrestre, se utilizan para reconocimiento, vigilancia, designación de objetivos, inteligencia y apoyo a las fuerzas en el campo de batalla, así como para la detección y destrucción de minas terrestres. Tienen un gran efecto psicológico sobre las



tropas al ser lanzados. En operaciones aéreas, desempeñan funciones de inteligencia electrónica, alerta temprana contra amenazas aéreas, adquisición de blancos, y dirección de los fuegos y son utilizados particularmente en la supresión de sistemas antiaéreos.

Su capacidad para sortear sistemas antiaéreos, tanto obsoletos como modernos, se debe a su tamaño reducido, alta velocidad y baja detección radar, lo que los hace difíciles de detectar y rastrear. Además, su economía en términos de costo y flexibilidad en el despliegue los convierte en activos valiosos en conflictos terrestres y aéreos.

Sin embargo, su vulnerabilidad a la guerra electrónica y la dependencia de estaciones terrestres para la operación son características importantes. Su proliferación está aumentando rápidamente, lo que plantea desafíos en la defensa contra estos sistemas. La necesidad de desarrollar contramedidas efectivas y estrategias de defensa es crucial dada su creciente difusión y uso por diversos grupos armados. Estos sistemas están cambiando las tácticas de combate y la doctrina militar, y su papel en el campo de batalla continuará evolucionando.

El sistema de defensa aérea del Ejército se materializa en la AA y se compone de varios subsistemas, entre ellos el de alarma temprana y de armas son los que llevan a cabo las principales tareas para ejecutar la función. Sin embargo, el sistema actual presenta limitaciones en su estructura y equipamiento para hacer frente a estas nuevas demandas.

Sobre la amenaza de ANT y SANT los principales subsistemas afectados son el de alarma temprana, de armas y de guerra electrónica. La capacidad de detección es limitada debido al pequeño tamaño y baja firma de radar de los drones, principalmente los de menor tamaño, en conjunto con la falta de sensores adicionales como acústicos u ópticos. Por otro lado, existe también vulnerabilidad a la guerra electrónica. Aunque se han realizado avances experimentales en este aspecto, no son suficientes para proteger adecuadamente a las unidades de defensa antiaérea y a otros elementos.

El cumplimiento de la misión recae sobre las unidades de combate que son los GGAA y BBAA que representan los elementos básicos para desempeñar la función de protección que dispone el comandante terrestre. Doctrinariamente tienen estructuras definidas en función del equipo y material disponibles. Aunque estos sistemas de armas son efectivos, su cantidad y características actuales no son suficientes para hacer frente a las amenazas de drones. Se encuentra en proceso de adquisición los sistemas de misiles portátiles, pero su alto costo limita su eficacia contra drones. También se encuentran en desarrollo radares más avanzados y un sistema anti-drones, pero aun así existe una disparidad significativa en los medios disponibles para la defensa antiaérea.

Del análisis se observa la necesidad de incorporar un nuevo subsistema para enfrentar la amenaza de drones que se agregue a los actuales para incrementar las capacidades y la eficacia.

Cuando la superioridad aérea es equilibrada, la posibilidad de poner en vuelo ANT marca la diferencia y la defensa antiaérea asume mayor relevancia en el logro de la superioridad aérea.

El sistema de defensa antiaérea actual tiene limitaciones en términos de detección, armamento y sensores, a eso se suma la falta de movilidad característica de su material de dotación, que lo hace insuficiente para enfrentar eficazmente la amenaza de drones.

El ambiente operacional, caracterizado por su volatilidad, incertidumbre, complejidad y ambigüedad exige que las organizaciones militares sean flexibles y adaptables. Para la organización de las fuerzas militares, los criterios esenciales son la flexibilidad, interoperabilidad, modularidad y sustentabilidad, y en su configuración deben encuadrarse para cumplir con los requisitos de proporcionalidad y configuración. La adaptabilidad a través de la organización y la capacidad de ajustar las estructuras según el entorno son fundamentales.

En el contexto de la defensa antiaérea, actualmente la interoperabilidad y la comunicación efectiva entre sistemas integrados son esenciales para garantizar una defensa eficaz. La defensa antiaérea moderna se basa en sistemas avanzados, como cañones de proximidad y misiles portátiles, que ofrecen movilidad y precisión para enfrentar amenazas aéreas avanzadas. Las capas más bajas asumen mayor importancia por ser las que tendrán la última posibilidad de enfrentar la amenaza. La adaptabilidad es crucial en un campo en constante evolución, se desarrollaron tecnologías como láseres, bloqueo de radiofrecuencia y el uso de otros drones y artillería antiaérea convencional para combatir amenazas aéreas no tripuladas.

España desarrolló un concepto integral para abordar la amenaza de drones hostiles en entornos urbanos y operacionales, destacando la importancia de la interoperabilidad, modularidad, escalabilidad y coordinación efectiva. También establece la necesidad de operar interconectado con los sistemas de defensa aérea y compartir información para adaptarse a las necesidades y niveles de amenaza.

Otros estudios proponen la creación de una unidad especializada para abordar la amenaza de drones a nivel nacional, con una estructura organizativa clara y recursos adecuados, esto demuestra cómo se asigna mayor importancia.

El proyecto "Fuerza 35" español en su búsqueda por transformar sus fuerzas terrestres, al referirse a la defensa antiaérea incluye la implementación de sistemas de misiles y cañones antiaéreos de corto alcance, adoptando una estrategia de defensa en múltiples capas e integrando sistemas multipropósito. Destaca la importancia de una mayor capacidad de comando y control para una respuesta efectiva y coordinada en un entorno de "fuego en red" a ellos se suma la capacidad de una alta movilidad y necesidad de elementos versátiles, polivalentes que tengan la capacidad de cumplir la función de protección de distintas maneras, con distintos tipos de armamentos y en distintos escenarios. La automatización

representa uno de los elementos de mayor relevancia y debe ser tenida particularmente en cuenta para la organización de los medios como un factor junto con el ambiente operacional en los parámetros para su diseño.

Finalmente, a modo de síntesis, se puede mencionar que para llevar a cabo la organización de los medios de AA del CTTO, inicialmente se deben considerar los criterios organizaciones de interoperabilidad, modularidad, flexibilidad y sustentabilidad. Como primer pilar.

En segundo lugar, para poder responder a los requisitos de proporcionalidad, es necesario incorporar elementos que se integren al sistema de defensa antiaérea en la lucha contra el dron o SANT como ser el subsistema anti-drones, para que los medios estén en función de los fines y obtener la factibilidad para cumplir la misión. El requisito de configuración debe materializarse por una capacidad integral que permita afrontar distintas amenazas sumada a las cuestiones logísticas que generen las servidumbres correspondientes, pero esto es otro problema que amerita ser estudiado de forma particular

Un tercer pilar esta dado por los criterios actuales de defensa antiaérea, la masa de fuegos, la mixtura y la movilidad, que serán contribuyentes a los requisitos de proporcionalidad y configuración, siendo la movilidad una necesidad imperante.

El cuarto pilar, esta materializado por la característica de versatilidad y polivalencia, que busca integrar los criterios anteriores de masa, mixtura y movilidad, este pilar podría ser representado por medio del concepto de plataformas.

El quinto pilar a considerar es el concepto de “fuego en red” que debe sintetizar la integración de todo el sistema de defensa antiaérea con la finalidad de configurar una nube de sensores interconectados a distintos decisores con capacidad de lograr una superioridad de la información que permita la selección del arma más adecuada con mayor o menor automatización en función de la amenaza y el escenario particular.

Todos estos pilares deben estar envueltos por un concepto transversal a todos que es la simplicidad, de manera tal que la complejidad del ambiente operacional no sea paralizante.

A modo de propuesta de una posible organización, sobre la base de la estructura del GAA Mixto, conformado por una subunidad con material de cañones y una subunidad con material de misiles, al que se debería integrar una batería con elementos conformados por armas antiaéreas, material de guerra electrónica y sensores, organizados en secciones diferenciadas por la movilidad y la portabilidad del armamento, de manera tal que permita brindar protección a las tropas durante desplazamientos o a instalaciones fijas. Cada subunidad deberá disponer de puestos de comando de protección que se integren al PCDA del GAA para poder integrar los esfuerzos e incrementar la vigilancia del espacio electromagnético y el aéreo. Esta unidad sería la organización básica a la que deberían evolucionar las actuales.

Por su parte la BAA independiente adoptaría una organización similar, pero a menor escala, es decir, inicialmente debe ser mixta y dentro de sus secciones debe también integrarse una específica para la protección contra ANT, con similares características que la batería orgánica del GAA.

Para las GGUUC que no disponen doctrinariamente de elementos de AA, es primordial conformar secciones orgánicas de autodefensa o subunidades independientes de protección, ya que la amenaza del dron es indiferente a los ambientes geográficos siendo esta una de sus principales ventajas.

### **Aporte Profesional del Autor**

La anticipación mediante la capacidad de detección y la movilidad son los elementos esenciales necesarios para hacer frente a la amenaza de las ANT y SANT.

En el ambiente operacional moderno sumergido en el multidominio y combate mosaico, la defensa antiaérea asume responsabilidades en varios de esos dominios, el espacio aéreo y

electromagnético conforman un solo ámbito de vigilancia, el cognitivo se ve afectado en la necesidad de obtener la superioridad de la información para poder detectar y accionar, el terrestre obviamente es el ámbito en el cual lleva a cabo su función.

La defensa antiaérea es responsable de proporcionar protección, pero si no evoluciona en función de la amenaza no solamente es inerte, sino que pasa a ser parte de los vulnerables.

## Referencias

- Acosta, A. (2021). *“La organización de la artillería antiaérea en apoyo a las Grandes Unidades de Combate sobre la experiencia del conflicto de Malvinas y los ejércitos regionales de Chile y Brasil”*. Escuela Superior de Guerra "Teniente General Luis María CAMPOS"
- Allende, W. (2017). Drones: la siguiente guerra. Revista TEC 1000 2017 Estudios de Vigilancia y Prospectiva Tecnológica en el Área de Defensa y Seguridad. Centro de Estudios de Prospectiva Tecnológica Militar CEPTM “Gral. MOSCONI”. Buenos Aires.
- Allende, W. (2021). El uso de drones en la guerra. Revista TEC 1000 2021 Estudios de Vigilancia y Prospectiva Tecnológica en el Área de Defensa y Seguridad. Centro de Estudios de Prospectiva Tecnológica Militar CEPTM “Gral. MOSCONI”. Buenos Aires.
- Balmaceda, L. (2020). *“El adiestramiento de la artillería antiaérea en función del ambiente geográfico particular de montaña”*. Escuela Superior de Guerra "Teniente General Luis María CAMPOS"
- Delgado, J. (2019). Unidad especial contra drones, ¿una necesidad? Revista de Aeronáutica y Astronáutica. Número (886. pp.656-663).
- Delgado, J. (2021). Guerra de drones en el Cáucaso Sur: lecciones aprendidas de Nagorno Karabaj. Revista Instituto Español de Estudios Estratégicos (IEES.ES), España.
- Ejército Argentino. (2001 a). *Conducción de la Artillería Antiaérea*. Buenos Aires. Estado Mayor General del Ejército.
- Ejército Argentino. (2001 b). *El Grupo de Artillería Antiaérea y la Batería de Artillería Antiaérea*. Buenos Aires. Estado Mayor General del Ejército.

- Ejército Argentino. (2015). *Conducción para las Fuerzas Terrestres*. (RO. Departamento de Doctrina. Buenos Aires.
- Ejército Argentino. (2018). *Operaciones con Sistemas de Aeronaves no Tripuladas en el Ejército Argentino*. Buenos Aires. Estado Mayor General del Ejército.
- Estado Mayor General del Ejército. (2022). Mensaje Militar del Sub Jefe de Estado Mayor General del Ejército Nro 73/D6/D/22. Plan Particular de Doctrina Año 2023.
- Ejército Argentino. (2022). *Organización y Funcionamiento de los Estados Mayores-Tomo I*. Departamento de Doctrina. Buenos Aires.
- Ejército de los Estados Unidos de Norteamérica. (2023). *Counter-Unmanned Aircraft System (C-UAS) (ATP 3-01.81)*. Departamento del Ejército
- Ejército de Tierra del Reyno de España. (2019). Fuerza 35. Ejército de Tierra
- Ejército de Tierra del Reyno de España. (2023). Observaciones de la Guerra De Ucrania 24 Febrero 22-31 Diciembre 22. Madrid.
- Estado Mayor Conjunto de las Fuerzas Armadas. (2009). *Procedimientos de Defensa Aeroespacial Directa para la Acción Militar Conjunta*. Buenos Aires. Ministerio de Defensa.
- Ferreira Neto, M. (2019). *“As Possibilidades e Limitações da Defesa Antiaérea Do Exército Brasileiro Quando Empregada Contra Sistemas De Aeronaves Remotamente Pilotadas No Teatro De Operações”*. Exército Brasileiro. Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea. Rio de Janeiro.
- Green, I. (2014). *“Empleo de vehículos no tripulados para la adquisición de blancos y conducción de los fuegos de artillería en el ámbito de la Gran Unidad de Combate”*. Escuela Superior de Guerra "Teniente General Luis María CAMPOS"
- Guglielmone, J. (2017). La oportunidad de sobrevivir en la última capa de la defensa antiaérea. Revista TEC 1000 2017 Estudios de Vigilancia y Prospectiva Tecnológica



- en el Área de Defensa y Seguridad. Centro de Estudios de Prospectiva Tecnológica Militar CEPTM “Gral. MOSCONI”, (pp.146-166)
- INVAP. (2023) Exposición Seminario Tecnología para la Defensa 2023. Escuela Superior de Guerra "Teniente General Luis María CAMPOS".
- Liguori, D. (2020). “*Empleo de aeronaves no tripuladas como medio de obtención a nivel Gran Unidad de Combate*”. Escuela Superior de Guerra "Teniente General Luis María CAMPOS"
- López, M. (2023). “*Reorganización del subsistema logístico de un grupo de artillería antiaéreo*”. Escuela Superior de Guerra "Teniente General Luis María CAMPOS"
- Losada, J. (2018). “*El empleo de drones armados en los conflictos del siglo XXI y su regulación en el derecho internacional*”. Escuela de Guerra Naval.
- Maradona, D. (2021). “*Conformación de un elemento de ataque electrónico contra aviones no tripulados de exploración, vigilancia y reconocimiento terrestre, en apoyo a una Gran Unidad de Combate*”. Escuela Superior de Guerra "Teniente General Luis María CAMPOS"
- Maya Flores, B. (2021). “*Sistema De Aeronave Remotamente Pilotada (SARP) Do Tipo Loitering Munition: O Emprego da Artilharia Antiaérea Brasileira Frente A Essa Ameaça*”. Exército Brasileiro. Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea. Río de Janeiro.
- Méndez, C. (2016). “*La artillería antiaérea para nivel GUC*”. Escuela Superior de Guerra "Teniente General Luis María CAMPOS"
- Ministerio de Defensa del Reyno de España (2019). “*Concepto Nacional de Contramedidas para Vehículos y Sistemas Aéreos No Tripulados Pequeños y de Vuelo Lento -C-UAS LSS*”. Madrid.
- Mintzberg, H. (2001). *Diseño de las organizaciones eficientes*.

- Riveros Moreira, J. (2021). “*Estructuración de la artillería antiaérea en el ámbito del Ejército Argentino*”. Escuela Superior de Guerra "Teniente General Luis María CAMPOS"
- Zaracho, S. (2022). “*La defensa antiaérea en la cobertura media, una necesidad concreta y específica, postergada*”. Escuela Superior de Guerra "Teniente General Luis María CAMPOS"
- Zerruya, A. (2013). “*Desarrollo de UAV en Argentina.*” Revista de la Escuela Superior de Guerra Aérea, número (228)