



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



TRABAJO FINAL INTEGRADOR

Título: "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"

Que para acceder al título de Especialista en Conducción Superior de OOMMTT presenta el Mayor Cristian David MARADONA.

Director del TFI: CR Miguel Augusto KELLER.

Ciudad Autónoma de Buenos Aires, de junio de 2021.

Resumen

La necesidad de información en entornos complejos y cambiantes, con altos niveles de incertidumbre, llevaron a las fuerzas armadas al desarrollo de distintos proyectos que permitan la obtención de los datos que puedan extraerse tanto del campo de combate como de las actividades del enemigo.

Sin embargo, el frenético avance que han sufrido las tecnologías de la información y las comunicaciones, ha creado un cambio de paradigma el cual presenta nuevos beneficios, como así también nuevas amenazas.

Es decir, hemos reforzado e incrementado la función de inteligencia, sin acompañar este progreso con la necesaria ejecución de las operaciones de protección que de ella surgen. Un claro ejemplo es el eficiente empleo que proporcionan los vehículos aéreos no tripulados al momento de ejecutar reconocimientos, exploración y vigilancia.

Es por ellos que surge, luego de analizar las capacidades que otorgan las armas de energía, para ejecutar ataques electrónicos que afecten y neutralicen la creciente amenaza que representan estos vectores, empleados por muchos actores debido a la facilidad de obtención y al bajo costo de estas tecnologías. Este material permite conformar un elemento que proporcione la seguridad necesaria contra estos dispositivos.

Asimismo, esto se ve favorecido por un marco legal que deja vacíos y el cual requiere una revisión y actualización en un tiempo no muy extenso

Palabras claves

Inteligencia, Protección, Ataque Electrónico, Organización, Vehículos Aéreos No Tripulados.

Índice

Contenidos	Página
Introducción	1
Problema.....	1
Objetivos.....	1
Antecedentes y justificación del problema.....	2
Marco jurídico.....	3
Marco teórico.....	4
Metodología a emplear.....	7
Capítulo 1 – Vehículos Aéreos No Tripulados.....	8
Análisis y empleo de los VANT en la fuerzas armadas	8
Análisis de los VANT.....	8
¿Qué tipos de VANT existen?.....	9
Partes componentes de los VANT.....	11
Algunos desarrollos de VANT de las Fuerzas Armadas argentinas.....	13
Ejército Argentino.....	13
Armada de la República Argentina.....	13
Fuerza Aérea Argentina.....	13
Empleo de los VANT.....	14
Conclusiones Parciales.....	15
Capítulo 2 – El elemento de ataque electrónico contra VANT.....	17
El ataque electrónico para neutralizar los VANT.....	17
Vulnerabilidades de las VANT.....	17
Métodos de ataque a un sistema VANT.....	18
Solapamiento de la señal de GPS (GPS spoofing).....	18
Derribo directo por sistemas antiaéreo convencional.....	18
Derribo mediante armas láser.....	18
Contramedidas electrónicas.....	19
Sistemas anti VANT en el mercado.....	19
<i>Anti VANT Defense System (AUDS)</i>	20
<i>Tactical Counter VANT Technology (TCUT)</i>	20
<i>Harrier Drone Surveillance Radar DSR-200</i>	20
<i>Beam 200</i>	20

<i>Drone Detection and Defeat Technology (D3T)</i>	20
<i>Falcon Shield Counter RPAS System</i>	20
<i>Anti-Drone</i>	21
<i>Drone Guard</i>	21
<i>Drone Hunter</i>	21
<i>Drone Defender</i>	22
Criterios organizacionales.....	22
¿Qué debemos considerar para diseñar un elemento?.....	22
Características de las brigadas a apoyar.....	23
La brigada ligera.....	23
La brigada mediana.....	23
La brigada pesada.....	24
¿Qué organización deberá tener un elemento con esta capacidad?.....	24
Magnitud del elemento.....	24
Conformación.....	25
Una fracción de comando y control.....	25
Una fracción de AE móvil contra VANT.....	25
Una fracción de AE portátiles contra VANT.....	25
Una fracción de apoyo logístico.....	25
Equipamiento.....	25
Análisis de la estructura de unidad anti VANT de España.....	26
Conclusiones parciales.....	27
Capítulo 3– Concepto de empleo y procedimientos contra VANT	29
Algunas definiciones a considerar.....	29
Zona de Identificación de Defensa Aérea (ADIZ).....	29
Zona peligrosa.....	30
Zona prohibida.....	30
Zona restringida.....	30
Zona libre de VANTs o SVANTs (NO DRONE ZONE).....	30
Concepto de empleo en apoyo a GUC.....	31
Principios para el empleo del AE contra VANT.....	31
Principio de integración de medios.....	31
Principio de protección en profundidad.....	31

Principio de planeamiento centralizado y ejecución descentralizada.....	31
Procedimientos de empleo.....	32
AE contra VANT a una fuerza en movimiento.....	32
AE contra VANT estática.....	32
Caracterización del apoyo de AE contra VANT según el ambiente geográfico..	32
Apoyo de AE contra VANT en montaña.....	32
Apoyo de AE contra VANT en zonas desérticas.....	32
Apoyo de AE contra VANT en el monte.....	32
Apoyo de AE contra VANT en localidades.....	33
Procedimientos de trabajo.....	33
Comunicaciones y enlaces.....	33
Conclusiones parciales.....	34
Conclusiones Finales.....	35
Bibliografía.....	37
Anexos.....	
Anexo 1 – Esquema gráfico – metodológico.....	39
Anexo 2– Tabla 1-1. Clasificación OTAN de los VANT.....	40
Anexo 3 – Imagen 1-1. VANT LIPAN. Ejército Argentino.....	41
Imagen 1- 2. VANT GUARDIAN. Armada de la República Argentina..	41
Imagen 1- 3. VANT/SANT. Fuerza Aérea Argentina.....	42
Imagen 2- 1. Sistema AUDES. Reino Unido.....	43
Imagen 2- 2. Sistema HARRIER DRONE. EEUU.....	43
Imagen 2- 3. Sistema DRONE DEFENDER. EEUU.....	44
Imagen 3- 1. Sectores del sistema de AE contra VANT.....	45
Imagen 3-2. AE contra VANT a una fuerza en movimiento.....	45
Imagen 3- 3. Apoyo de AE contra VANT en zonas desérticas e infraestructuras críticas.....	46
Imagen 3- 4. Modelo del Sistema de Defensa Aérea Nacional – EEUU.	46

Introducción

Luego de haber analizado el incremento del empleo de Vehículos Aéreos No Tripulados (VANT) en los conflictos actuales, hemos considerado la necesidad de proporcionar una herramienta posible de aplicar a una de las funciones de combate que más se ve afectada en la Gran Unidad de Combate (GUC).

Desde hace algunas décadas, el empleo de diversos medios para la obtención de información respecto del campo de combate y el despliegue del enemigo, ha incorporado estos tipos de dispositivos, los que por su características, capacidades y costos, han reemplazado otros sistemas, para poder tener imágenes en tiempo real al momento de la toma de decisiones de los comandantes.

Es por ello, que los elementos de inteligencia de todos los niveles y de las distintas fuerzas, han desarrollado proyectos tendientes a proporcionar al decisor, la información que este necesita la momento de concluir su apreciación de la situación, comenzar el planeamiento e inmediata resolución, la que en entornos complejos y cambiantes actuales, reducen el tiempo para la misma.

Habiendo realizado estas consideraciones, hemos observado que se presenta una nueva vulnerabilidad al sistema de protección del elemento militar, en particular de las GGUUC, que desplegadas en ambientes hostiles y con alto grado de incertidumbre, encuentran a estas tecnologías de uso dual (no puede definirse uso civil o militar), afectando la seguridad en las instalaciones y en las operaciones en desarrollo.

Problema

La investigación que hemos desarrollado a continuación, plantea el siguiente problema ¿Cuál es el diseño organizacional de un elemento de ataque electrónico (AE) contra VANT de exploración, reconocimiento y vigilancia en apoyo a una GUC?

Objetivos

Nos hemos establecido como objetivo a alcanzar, el de proporcionar los criterios y las herramientas necesarias, que consideramos, se deben tener en cuenta, para organizar un elemento que disponga la capacidad de AE contra VANT, a fin de incrementar la protección de una GUC.

En los diferentes capítulos se desarrollarán objetivos particulares que permitan extraer las conclusiones necesarias para alcanzar el objetivo general.

Es por ello, que en Capítulo 1, analizaremos cómo son los VANT y cuáles son los empleos con los que son desarrollados y utilizados por las fuerzas armadas en operaciones o previas a estas; con esto trataremos que se presenten los sistemas o subsistemas que constituyen los dispositivos y las facilidades que brindan, por lo cual son incorporados para obtener información. Asimismo, nos permitirá considerar el uso de armas de energía para afectar el comando remoto de estas tecnologías.

En el Capítulo 2 de la presente investigación, analizaremos cuáles son los criterios organizacionales que consideramos deben ser tenidos en cuenta al momento de conformar un elemento que tenga la capacidad de dar apoyo a una GUC para incrementar la función de protección, y ello lo compararemos con organizaciones existentes en otras fuerzas armadas.

Para finalizar, en el desarrollo del Capítulo 3, buscaremos concluir cuál es el concepto de empleo que consideramos más conveniente, una vez conformado el elemento, de acuerdo a las capacidades y limitaciones que tendría según el material, personal y magnitud de dicha organización.

Antecedentes y justificación del problema.

Luego de haber analizado el estado del arte relacionado con esta temática, hemos observado lo antes mencionado en diferentes investigaciones que mencionaremos a continuación, permitiéndonos con ello, sentar los antecedentes necesarios para llevar adelante esta investigación. Inicialmente referenciaremos la conclusión arribada por el mayor María (2013), sobre la importancia que comenzó a considerarse respecto a las capacidades que proporcionan los sistemas de transmisión de imágenes y, lo considerado por el mayor García (2012) respecto del empleo de las nuevas tecnologías para facilitar la toma de decisiones y el comando y control de las operaciones. Asimismo, en relación al incremento de las acciones de guerra electrónica en el espectro electromagnético (Estado Mayor Conjunto, 2012), lo establecido por el mayor Chiavaro (2018), de la influencia de la guerra electrónica sobre el diseño operacional. El mayor Ferreyra (2019), considera el empleo de los elementos de guerra electrónica y el comodoro de marina Grünschläger (2016) concluye en el empleo de las armas de energía dentro del campo de combate. Finalmente, el capitán del ejército del aire (España) Delgado (2019), determina la necesidad de conformar un elemento con capacidad para neutralizar a los VANT, luego de algunos sucesos acontecidos en ese país. En cuanto a la organización del Sistema Táctico de Guerra Electrónica (SITAGE) y las capacidades que pueden desarrollar,

analizaremos el Reglamento *Conceptos Básicos sobre Sistemas de Comunicaciones, Informática y Guerra Electrónica de la Fuerza* (Ejército Argentino, 2016) como también las actividades de GE que prevee la artillería anteaérea dentro del Ejército Argentino en el Reglamento *Conducción de la Artillería Antiaérea* (Ejército Argentino, 2001). Para ampliar los conceptos desarrollados en la doctrina específica, consideraremos el Reglamento *Guerra Electrónica para la Acción Militar Conjunta* (Estado Mayor Conjunto, 2012). Desde el punto de vista de la función de inteligencia, el análisis del mayor Gómez (2012), de la FAA, determina los usos, alcances y limitaciones de los sistemas de información en tiempo real en el teatro de operaciones; y para finalizar, el teniente coronel (Chile) Sabando (2014), determina el desarrollo y la integración del concepto Inteligencia, Vigilancia, Adquisición de Blancos y Reconocimiento en el campo de batalla táctico. El análisis técnico de la investigación a desarrollar, contemplaremos el estudio referido a las tecnologías empleadas en los VANT, como en los sistemas anti VANT, por ejemplo el desarrollado por la Dirección General de Materiales y Armamento del Ministerio de Defensa de España, en conjunto con el Sistema de Observación y Prospectiva Tecnológica (SOPT) del mismo país, Proyecto RPAZ y tecnologías anti-RPAS (Sistemas de Observación y Prospectiva Tecnológica, 2016).

Marco jurídico.

El marco jurídico que permite disponer de una organización que cumpla con la finalidad perseguida en esta investigación, puede observarse en el Decreto Nro 727/06 (Presidente de la Nación Argentina, 2006) para la *Reglamentación de la Ley de Defensa Nacional*, el Decreto Nro 1407/04 (Presidente de la Nación Argentina, 2004) del *Sistema de Vigilancia y Control Aeroespacial*, el Decreto Nro 145 (Presidente de la Nación Argentina, 1996) de *Plan Nacional de Radarización*, y los Reglamentos de *Defensa Aeroespacial Integral* (Estado Mayor Conjunto, 2018) y *Procedimientos de Defensa Aeroespacial Directa para la Acción Militar Conjunta* (Estado Mayor Conjunto, 2018). Asimismo, y con la finalidad de regular el empleo de los VANT por parte de los ciudadanos, se dictó el *Reglamento Provisional de los Vehículos Aéreos no Tripulados* (Administración Nacional de Aviación Civil, 2015), que determina el ámbito de aplicación, la clasificación de los medios, la operación y uso, y el registro de pilotos de estos artefactos. Este reglamento prohíbe el uso de UAV en espacios aéreos controlados, corredores visuales y helicorredores, lo que enmarca parcialmente la finalidad para la cual fue conformado un elemento anti VANT (antidrones), dentro de la Dirección de Operaciones, del Comando Aeroespacial (COAE) de la Fuerza Aérea Argentina (FAA), particularmente para proteger aeropuertos con mucho tráfico aéreo.

Marco teórico.

El marco teórico que contemplaremos será en base a algunos elementos que conforman la finalidad que buscamos alcanzar con la investigación. Como primer elemento, consideraremos a la GUC como un Sistema de Armas Combinadas (SAC), según lo establece el reglamento *Conducción para las Fuerzas Terrestres* “constituye la expresión más acabada del sistema de armas combinadas, donde cada una de las armas/servicios/tropas de operaciones especiales (TOE)/tropas técnicas (Tpa Tec), se fusionan y articulan con un sentido sistémico mediante el aporte de sus capacidades, desarrollando funciones de combate que potencian su poder de combate gracias a la sinergia lograda en el empleo de sus medios para el cumplimiento de la misión impuesta” (Ejército Argentino, 2016), para lo cual, contemplando la Teoría General de Sistemas (Bertalanffy, 1976), atribuida al biólogo Ludwig von Bertalanffy, de donde tomaremos su observancia con una perspectiva holística e integradora de interrelaciones entre las partes de esta organización y de las nuevas capacidades que por ello emergen; además de la concepción de sistemas abiertos y la relación de estos con el ambiente que los rodea (en nuestro caso la información como input del sistema).

Por otra parte, otro elemento del marco conceptual que analizaremos es Norbert Wiener, que en su teoría sobre el control y la comunicación en máquinas y animales (Wiener, 1988), considera a la información como una oposición a la entropía de los sistemas, por reducir la incertidumbre que produce el caos del entorno donde se desenvuelve. Es por ello que se deberemos contemplar la misma, porque la investigación pretende conformar una organización que niegue el acceso a la información al enemigo. Además enuncia la noción de *feedback*¹, necesaria para la teoría antes mencionada, determinando el circuito de la información para controlar el comportamiento de un sistema; lo cual será analizado desde la importancia de disponer de datos relevantes al momento de tomar decisiones para todo comandantes, en particular aquellos que se refieren al enemigo u oponente.

Desde el punto de vista de la organización a conformar, como otro elemento, observaremos el pensamiento de Lawrence y Lorsch, quienes derivando de la Teoría General de Sistemas en el ámbito de la organización, establecieron como idea básica en su enunciado, la influencia del entorno en la actividad y estructura de las organizaciones, determinando su coherencia entre el funcionamiento y la tecnología que utiliza, y la determinación del poder dentro de la misma. Considerando esto, se podrá observar un diseño organizacional, que responda a las

¹Feedback: Retroalimentación a un sistema.

demandas complejas, dentro de la GUC, en la que este elemento proporcionará apoyo, asimismo como el material de dotación y la especialización del personal que la integra.

El último elemento a considerar, es el pensamiento complejo que establece la teoría del filósofo y sociólogo francés Edgar Morín (Rubio, 2020), teniendo una concepción holística y globalizadora de los fenómenos actuales, descartando el reduccionismo y permitiendo aplicar este concepto en las operaciones que desarrollan las organizaciones militares y la necesidad del comandante de resolverse con cierto grado de incertidumbre y contemplado las interrelaciones entre los componentes que existen en la realidad con la que se enfrenta, enfocaremos esta teoría en uno de los siete saberes o principios básicos para la educación del futuro que considera este filósofo, en particular el de enfrentar la incertidumbre.

En relación a los aspectos netamente técnicos, el elemento que consideraremos será la teoría del serbio Nikola Tesla, quien propuso, con base científica, el concepto de armas de energía dirigida, a través de un dispositivo que fuera capaz de proyectar partículas de diferentes dimensiones, sobre pequeñas superficies, a grandes distancias, transmitiendo energía mucho mayor a cualquier otro rayo. Es por ello, que se aplicará este concepto en el material de dotación, a fin de que se puedan afectar los sistemas que integran los vectores de obtención de información del enemigo.

Luego de ello, el físico Enrico Fermi, propuso que esa violenta liberación de energía, produciría una potente emisión de radiofrecuencia de un gran ancho de banda, considerándose como el origen de las armas de pulso electromagnético. El empleo de ellas dentro del elemento a conformar en esta investigación, facilita la afectación de los sistemas de control que disponen los dispositivos de exploración aérea empleados por el adversario.

Es importante que limitemos algunos conceptos que servirán para acotar la investigación y alcanzar los objetivos que pretendemos alcanzar. Es por ello que, al considerar el marco legal antes mencionado, el Decreto Nro 1407/04 *del Sistema Nacional de Vigilancia y Control Aeroespacial* (Presidente de la Nación Argentina, 2004), prevé contribuir a preservar los intereses vitales de la República Argentina y controlar el tránsito irregular e ilícito, aspecto importante que se determinan en el caso de la ejecución de operaciones militares, por lo cual se observará en la investigación, la necesidad de disponer de un elemento que contribuya con este tema, pero específicamente sobre VANT de ISR.

Dentro del *Reglamento de Vehículos Aéreos No Tripulados (VANT) y de Sistemas de Vehículos Aéreos No Tripulados (SVANT) de la Administración Nacional de Aviación Civil* (Administración Nacional de Aviación Civil, 2015), consideramos las definiciones operativas establecidas como Zona de Identificación de Defensa Aérea: “Espacio aéreo designado espe-

cial de dimensiones definidas, dentro del cual las aeronaves deben satisfacer procedimientos especiales de identificación y notificación, además de aquellos que se relacionan con el suministro de Servicios de Tránsito Aéreo”; Zona Prohibida: “Espacio aéreo de dimensiones definidas sobre el territorio o las aguas jurisdiccionales de un Estado, dentro del cual está prohibido el vuelo de las aeronaves”; Zona Restringida: “Espacio aéreo de dimensiones definidas sobre el territorio o las aguas jurisdiccionales de un Estado, dentro del cual está restringido el vuelo de las aeronaves, de acuerdo con determinadas condiciones especificadas”; y Zona Libre de VANTs o SVANTs(*NO DRONEZONE*): “Espacio aéreo dentro del cual, por disposición de la Autoridad Aeronáutica, se encuentra prohibido el uso de VANTs o SVANTs”; que nos permitirán determinar aquellos sectores donde es posible el empleo de los medios del elemento a organizar, por contemplarse dentro de las limitaciones de operación y la autoridad de fiscalización, de estos dispositivos, según considera la normativa mencionada.

Desde el punto de vista de la guerra electrónica, las definiciones que observaremos en el reglamento *Guerra Electrónica para el Acción Militar Conjunta*, que la misma es parte integrante de las tácticas y procedimientos a ejecutar, siendo parte del ambiente operacional y logando entre otros efectos la negación y protección, ya sea del campo de batalla como también del personal que en ella ejecuta las operaciones, siendo estos aspectos los considerados en la investigación a desarrollar. El efecto de negación es definido como: “En el contexto de GE, la negación es el control de la información que recibe el adversario a través del Espectro Electromagnético para evitar su acceso a información concreta de las fuerzas amigas/aliadas, etc”. (Estado Mayor Conjunto, 2012). Estos efectos serán alcanzados ejecutando ataques electrónicos (AE) contra el equipamiento de VANT, a fin de neutralizar o degradar esta capacidad de combate, dificultando la obtención de información necesaria para la toma de decisiones, por esto se define al ataque electrónico (*Electronic Attack - EA*): “consiste en el uso de la energía electromagnética, energía dirigida o armas anti-radiación para atacar al personal, instalaciones y equipamientos con la intención de degradar, neutralizar o destruir la capacidad de combate del enemigo” (Estado Mayor Conjunto, 2012).

Para establecer un límite sobre el nivel donde el elemento deberá proporcionar apoyo, consideraremos la GUC, que es definida en el reglamento *Conducción para las Fuerzas Terrestres* como: “Constituye el menor agrupamiento de armas, tropas de operaciones especiales, tropas técnicas y servicios, bajo un comando único”. (Ejército Argentino, 2016); por lo que la misma a través de su organización sistémica, permite dar cumplimiento a las funciones de combate, pero en particular la función de protección es una de las que más se ve afectada. Esto se debe a que solo dispone dentro de su cuadro de organización, de una batería de defen-

sa aérea, la cual complementada con el apoyo que puede proporcionar un elemento de ataque electrónico contra VANT de ISR, pueden incrementar las capacidades del SAC, a proteger al personal y material de la exploración enemiga, durante la ejecución de operaciones tácticas.

Asimismo, limitaremos la investigación al empleo del AE solo contra los sistemas de comando y control, ya sea que empleen radiofrecuencia o posicionamiento satelital, de los dispositivos que posee el enemigo para obtener información a través de plataformas aéreas no tripuladas.

Metodología a emplear.

La metodología que emplearemos para llevar adelante la investigación será un método deductivo, un diseño explicativo y utilizando las técnicas de validación a través del análisis bibliográfico, análisis documental y análisis lógico, todo esto representado en el Esquema Gráfico – Metodológico que se agrega como anexo (Anexo 1).

Capítulo 1

Vehículos Aéreos No Tripulados.

Las fuerzas armadas en la actualidad, se despliegan en escenarios con características muy complejas y cambiantes, que conllevan a la necesidad de reacciones rápidas y a la adaptación a los entornos de constante evolución, que solo pueden asegurarse a través sofisticados sistemas de comunicación, control y obtención de información. El mantenimiento operativo de estos, proporciona la superioridad de la información que garantiza el éxito de las operaciones. Durante el presente capítulo desarrollaremos las características de los vectores que son empleados para obtener la información del campo de combate y del enemigo, para arribar a conclusiones que nos permitan determinar la factibilidad del empleo de armas de energía para atacar los sistemas que componen estos dispositivos, a fin de negar la obtención de imágenes y afectar la toma de decisiones de los conductores enemigos.

Análisis y empleo de los VANT en las fuerzas armadas.

Análisis de los VANT.

La incorporación de VANT o drones a las fuerzas militares de todo el mundo, es una tendencia que se ha acentuado desde hace dos décadas. Sin embargo, la bibliografía especializada ha centrado su interés en el uso que pocos actores, los más desarrollados, dan a estos sistemas o en el impacto que tienen, en el ámbito del Derecho Internacional Humanitario.

Si bien el desarrollo y las aplicaciones militares de VANT tienen más de cincuenta años, es desde los inicios de este siglo, que el uso militar de ellos ha sido conocido por la opinión pública internacional, que los ha vinculado, casi de manera exclusiva, con las operaciones de los Estados Unidos de Norteamérica (y sus aliados) en Afganistán e Irak, en la denominada por los medios de comunicación como la “Guerra contra el Terror”.

Está claro que los VANT son el presente y el futuro, y según vayan ajustándose las normativas legales que regula la operación de los mismos, serán las alternativas más eficientes a los relevamientos del campo de combate tradicionales. Para áreas de terreno excesivamente extensas, obtienen una productividad infinitamente mayor que un levantamiento clásico y es más económico, pero también pueden constituirse en una latente amenaza.

Para el sistema de defensa, y fuera de las fronteras de los estados, puede ser una herramienta muy útil y eficaz, para la realización de estudios y posterior toma de decisiones para el despliegue de fuerzas, donde deban ser proyectadas. Estos medios permiten generar cartografías y productos de una forma rápida y precisa, que mejoran enormemente la planificación y ejecución de cualquier base de despliegue territorial de las fuerzas.

Este tipo de tecnologías ha incrementado su uso por el bajo costo de los mismos y por la simpleza de sus componentes, permitiendo su empleo no solo por parte de las fuerzas regulares de los estados, sino también por otros actores y por la población en general. Su aplicación es tan variada que comprende actividades de defensa, seguridad, agricultura, periodísticas, culturales, turísticas, sociales y catastrales, entre otras.

Es por esto necesario, analizar la vulnerabilidad que representa al control de nuestro espacio aéreo, este tipo de artefactos, que más allá de lo que analizaremos en la presente investigación, significa una amenaza permanente a los intereses vitales de la República Argentina, a las fuerzas militares, a las instalaciones críticas y a la población en general.

El control del espacio aéreo, a diferencia de los espacios marítimos y espacios terrestres, en los cuales están implicados diversos organismos, ha sido asignada a la Fuerza Aérea Argentina, sin contar ésta con un marco legal acorde y con equipamiento escaso y antiguo para hacer frente a las diversas amenazas, que se han ido adaptando a las nuevas tecnologías existentes en el mercado.

Sin embargo, esta prestigiosa institución, con una flexibilidad necesaria de toda organización inteligente, ha conformado un elemento que proporciona defensa aérea frente a estas nuevas amenazas. Este le permite con bajos costos, en relación a armamento o aeronaves convencionales, anular o neutralizar el empleo de estos artefactos, en zonas prohibidas bajo su control.

¿Qué tipos de VANT existen?

Estos dispositivos se pueden clasificar por su tamaño, prestaciones, carga útil que pueden transportar según el siguiente modo:

- VANT Clase 1: son de tamaño pequeño y pueden cargar hasta 10 kilogramos.
- VANT Clase 2: se trata de vehículos de tamaño mediano y con una capacidad de carga útil de 30/40 kilogramos.
- VANT Clase 3: son aquellos de gran tamaño y cuya capacidad de carga es hasta 250 kilogramos. Dentro de esta categoría se consideran aquellos VANT de combate.

Además se pueden clasificar de acuerdo a la misión principal que tienen, según esta tipificación pueden ser:

- De blanco: para simular aviones o ataques aéreos en los sistemas de defensa antiaérea.
- De reconocimiento: son aquellos que proporcionan información del campo de combate o instalaciones críticas. Entre ellos se destacan los Micro VANT (MVAT).
- De combate: son aquellos para producir ataques o misiones peligrosas, muchos son considerados como suicidas, porque avanzan hasta su objetivo hasta impactar con estos y destruirse con las cargas que transportan.
- De logística: diseñados para transportar materiales hasta usuarios que lo necesiten.
- De investigación y desarrollo: proporcionan soporte para pruebas de distintos sistemas.
- Comerciales o civiles: son aquellos que cumplen distintos propósitos (prensa, cinematografía, agricultura, siniestros y otros empleos).

También pueden categorizarse según el techo de altura y la distancia que pueden alcanzar:

- *Handheld*: hasta unos 200 pies de altitud y unos 2 kilómetros de alcance.
- *Close*: hasta unos 5.000 pies de altitud y hasta 10 kilómetros de alcance.
- *NATO*: unos 10.000 pies de altitud y 50 kilómetros de alcance.
- *Tactical*: unos 16.000 pies y hasta 160 kilómetros de alcance.
- *MALE (Medium Altitude Long Endurance)* hasta 30.000 pies de altura y un alcance de 200 kilómetros.
- *HALE (High Altitude Long Endurance)* por encima de los 30.000 pies de altura y un alcance indeterminado.
- *Hipersonic* alta velocidad, supersónico (Mach 1 a 5) o hipersónico (Mach mayor a 5), unos 50.000 pies de altura o altura suborbital y un alcance de 200 kilómetros.
- *Orbital*: en órbitas bajas terrestres (Mach mayor a 25).
- *CIS Lunar*: viaja entre la tierra y la luna.

También debemos considerar la clasificación que se establecer en la Organización del Tratado del Atlántico Norte (OTAN), ya que nos permitirá identificar un grupo de dispositivos que tienen mayor desarrollo y crecimiento, porque los mismos son de bajo costo y las prestaciones que proporcionan a las fracciones, les permiten a los elementos de empleo semiindependiente, obtener información en tiempo real y con ello acelerar el tiempo de toma decisiones, el cual en los conflictos actuales y, con situaciones complejas y cambian-

tes, demandan al conductor o al jefe de fracción especializada, solucionar distintos tipos de problemas o tomar resoluciones con escaso tiempo y vacíos de información, asumiendo riesgos. (Tabla 1-1. Clasificación OTAN de los VANT)

Como ya lo hemos mencionado, la disminución de los costos de desarrollo y producción de los VANT clase I, la incorporación de nuevas prestaciones, la reducción en los valores de adquisición, mantenimiento y operación, los han convertido en material para ser adquirido por distintas unidades de las fuerzas armadas.

Asimismo, el desarrollo tecnológico de las baterías de alimentación, han incrementado la autonomía; así como la escasa logística, que no requiere grandes recursos para ser desplegados y sin mayores inconvenientes para su transporte.

Sin embargo, como estos dispositivos son de uso dual (tanto en el ámbito civil como comercial), las necesidades de sistemas de protección que requieren los VANT aplicados para los elementos de defensa y seguridad, han obligado a la producción propia por parte del desarrollo dentro de las fuerzas.

Partes componentes de los VANT.

Hay una amplia variedad de VANT en el mercado, de distintas formas, características, tamaños y configuraciones, los que no solo son comercializados sin restricciones, sino que también son desarrollados por las fuerzas armadas de los distintos estados y de otros actores no estatales. Asimismo, históricamente este tipo de artefactos han sido piloteados remotamente, pero actualmente se está incrementando el empleo de dispositivos con control autónomos.

Asimismo, su uso no solo se ha centrado en el reconocimiento y la obtención de información a través de la recepción y envío de imágenes en tiempo real, sumamente necesarios para la toma de decisiones de todo comandante; además han incrementado sus configuraciones como armas de alta precisión.

Comenzaremos a analizar cómo están armados los VANT o drones y caracterizaremos cada una de las partes que los componen:

- Chasis o marco: esta pieza puede considerarse como el esqueleto de estos dispositivos, ya que sobre este se colocan el resto de los elementos, siendo esto lo que determina qué clase de VANT y las capacidades que puede otorgar. Los materiales pueden variar desde titanio, magnesio o aluminio, y hasta fibra de carbono, vidrio o plástico.

- Grupo Motopropulsor: es el conjunto de motores y hélices o rotores que permiten al dispositivo que despegue, aterrice, se mantenga en vuelo y se desplace. Los motores se encargan de que las hélices giren para que el VANT se encuentre en el aire, estos pueden ser motores eléctricos (trifásicos o bifásicos). Las hélices permiten que se eleve el equipo, siendo de dos o tres aspas. Su longitud determinará su empuje y pueden ser construidas de nylon, fibra de carbono o plástico.
- Baterías: es uno de los elementos claves y determinará la autonomía del equipo. Las mismas pueden ser de Niquel-Cadmio (Ni-Cd), Niquel-Metal-Hidrocarburo (Ni-MH), Ion-Litio y Polímero de Litio (Li-Po).
- Placa controladora de vuelo: puede denominarse como el cerebro del dispositivo, ya que recibe los datos del sistemas, la sean de posicionamiento, de velocidad, de los giroscopios y acelerómetros, los mandos que el control remoto les ordena. Están conectados a sensores.
- Estación de control: este subsistema es desde donde se opera remotamente al VANT y está conformado por tres elementos principales: el emisor/receptor de señal que cumple la función de enviar y recibir la información necesaria para controlar el vuelo a través de emisiones de radio; los elementos de control o mandos que permiten manejar los motores; y los elementos de visualización y gestión de datos, que permiten recibir imágenes que genera el dron y programar el piloto automático.
- Reguladores de velocidad: son los que se encargan de establecer la velocidad de los motores de acuerdo a través de circuitos eléctricos, según las necesidades que demande para generar los movimientos durante el vuelo.
- Gimbal: es aquella parte que se encarga de estabilizar la cámara, controlarla y nivelarla, permitiendo los giros y evitando que las interferencias afecten las imágenes que son captadas.
- Cámara: este equipo puede encontrarse integrado al VANT o instalarse en forma externa, y pueden generar imágenes en tiempo real o realizar un almacenamiento de imágenes y videos.
- Tren de aterrizaje: es otra parte importante de estos vectores, que le permiten no sufrir daños al llegar al suelo. Pueden ser retráctiles, que se alzan al tomar altura y no afectan las imágenes que se pueden recibir.

Una vez que enumeramos las partes que conforman los VANT, podemos observar aquellos cuales son los elementos que pueden ser afectados por armas eléctricas, permi-

tiendo con ello alcanzar el objetivo que persigue la investigación, de emplear el ataque electrónico contra este tipo de dispositivos.

Algunos desarrollos de VANT de las Fuerzas Armadas argentinas.

Ejército Argentino. Algunos de los VANT Clase I desarrollados por esta institución son el “Lipan” y “Carancho”. El primero de ellos, investigado e incorporado en la fuerza desde 1996, con el propósito de ser empleado para operaciones de vigilancia, reconocimiento aéreo e inteligencia, concebido y mantenido íntegramente por el propio personal castrense. A estas invenciones se le siguieron incorporando capacidades, como por ejemplo visión nocturna y mayor resistencia a condiciones meteorológicas adversas. Estos dos dispositivos se complementan en sus capacidades para obtener información para el ciclo de inteligencia.

Así también, en las últimas versiones, el modelo “Lipan”, ha automatizado su aterrizaje y despegue según programación, y ha mejorado su alcance, velocidad, autonomía y carga útil. (Imagen 1-1. VANT LIPAN. Ejército Argentino)

Como otros desarrollos que buscan satisfacer diferentes necesidades, podemos mencionar el “Tehuelche 320”, desarrollado en la Agrupación de Artillería Antiaérea 601, diseñado como remolcador de blancos aéreos para los sistemas de armas que dispone esta unidad.

Armada de la República Argentina. Con la finalidad de mejorar la capacidad de vigilancia y reconocimiento para el comando y control de las operaciones navales, se ha llevado adelante el desarrollo del VANT Guardián. Sin embargo, sirve como referencia para incorporar mayores tecnologías y nuevas prestaciones a través de este tipo de sistemas. (Imagen 1- 2. VANT GUARDIAN. Armada de la República Argentina)

Fuerza Aérea Argentina. A través del Instituto Universitario Aeronáutico de Córdoba, desarrolló un VANT Clase II denominado PAE 22365 y junto a la empresa Nostromo Defensa S.A. avanzó con la adquisición del VANT Yará.

Asimismo, esta institución académica y con el financiamiento del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva en el año 2012, fue desarrollado el VANT Clase II IUAVE. Se trata de un vehículo con una envergadura de 6 metros; un largo de 4.10 metros; una superficie de alas de 3.6 metros² y un peso de 300 kilogramos. Con

los motores que lo emplea, le permiten transportar una carga de 50 kilogramos a una velocidad de 200 km/h y una altura máxima de 5.000 pies. Para su navegación emplea un GPS/INS con capacidad de despegue y aterrizaje autónomo.

Actualmente, según lo establece en su informe el especialista Luis Piñero (2020), “la Dirección General de Investigación y Desarrollo (DGID) de la Fuerza Aérea, trabaja en Sistemas de Aeronaves No Tripuladas (SANT), a través del Centro de Investigación Aplicada (CIA) ubicado en la provincia de Córdoba. Además, se han modificado las denominaciones de las aeronaves, llevando ahora todas la sigla AR (Aeronave Remota). Teniendo en cuenta sus características y funciones son: AR-1F Buho, ex Vigía 1E, AR-1A AUKAN, AR-2T Vigía, ex Vigía 2T y AR-2E KUNTUR, ex Vigía 2B. (Imagen 1-3. VANT/SANT. Fuerza Aérea Argentina)

Empleo de los VANT.

Dentro de los elementos de inteligencia de las fuerzas armadas, se encuentran aquellos organizados, equipados e instruidos, para realizar interpretación de imágenes, con el propósito de identificar objetos de la situación a fin de realizar el procesamiento necesario para arribar a conclusiones que sean de interés a los comandantes.

Inicialmente estas actividades se realizaron con sistemas aéreos como las plataformas OV-10A MOHAWK, los que disponen de diferentes sensores integrados al vehículo, los cuales son pasivos y activos, generando productos resultantes que pueden estar disponibles rápidamente y ser transmitidos a superficie.

Ante este incremento de las capacidades que se disponían, las distintas organizaciones, debieron ajustar procedimientos y métodos que le permitieron reducir la incertidumbre y que a pesar de mayores volúmenes de información, la misma proporcionó las herramientas necesarias para la toma de decisiones.

Esto también demandó una integración a los sistemas de comando y control, adecuando el acceso a la información disponible en todo tiempo, de forma gráfica y de fácil interpretación.

Los elementos de inteligencia reorganizaron sus estructuras para incluir una fracción de Inteligencia de Obtención Aérea, que incluyó como principal plataforma aérea no tripulada a los proyectos que habían sido desarrollados en las mismas fuerzas y que fueron consignadas anteriormente.

Con la incorporación del VANT LIPAN los elementos adquirieron la capacidad de obtener información aérea con diferentes sensores a 360°, remotamente y su transmisión de las imágenes en tiempo real, lo que permite al Comandante apreciar la situación del conjunto.

Todas estas tecnologías que fueron aumentando las capacidades de obtención de información a través del análisis de imágenes aéreas, buscaron permanentemente incrementar la inteligencia respecto del enemigo y del campo de combate para que el decisor disponga de los elementos de juicio necesarios para su resolución, reduciendo con ello la incertidumbre reinante en los contextos actuales. Con ello podía obtener referencias precisas del despliegue y distribución de los medios del oponente, como también los elementos que se pueden presentar en el terreno y cómo pueden afectar las operaciones a desarrollar. Claro está, que estos medios se agregaban a los sistemas de sensores y radares que ya se encontraban integrando el sistema de inteligencia.

Si consideramos el empleo en las Fuerza Aérea Argentina, los mismos buscaron satisfacer necesidades de obtención de información, por ejemplo, referidos a sistemas de defensa antiaérea existentes en el campo de combate o bien ubicación de posibles blancos a afectar con los vectores propios.

Por su parte, la Armada de la República Argentina, considera el empleo de los VANT, por ejemplo, para obtener los datos necesarios de una zona de desembarco para la proyección de una fuerza anfibia.

En la presente investigación, observaremos solo el empleo antes mencionado, de reconocimiento, exploración e inteligencia de los drones, dejando de lado la utilidad que se le ha dado para transportar cargas explosivas e incluso algunos que son piloteados directamente contra objetivos a afectar.

Conclusiones Parciales.

De acuerdo a lo que hemos analizado en el desarrollo del capítulo, podemos observar y determinar claramente cuáles son los elementos que constituyen a estos dispositivos y que pueden ser afectados con armas de generación de energía.

Esta aplicación particular de energía a través de armas que neutralicen los sistemas de comando y control de los VANT.

Además hemos podido observar que estos vectores son utilizados para obtener información e imágenes en tiempo real, ya sea del campo de batalla y de las capacidades del enemigo, comple-

tando al resto de los procedimientos de reconocimientos, exploración y con ello producir la inteligencia necesaria para la toma de decisiones del comandante, en todos los niveles de conducción y cualquiera sea la fuerza que lo requiera.

Estos aspectos mencionados, nos permiten avanzar con la finalidad que persigue la investigación, ya que podemos identificar características técnicas y formas de empleo de los VANT que facilitan la ejecución de ataques electrónicos contra ellos.

Capítulo 2

El elemento de ataque electrónico contra VANT.

La incorporación de tecnología a las organizaciones no garantiza un incremento en la productividad de la misma ni en las capacidades y funciones que puede llegar a realizar. Es por ello que analizaremos cuáles son algunos medios de ataque electrónico que pueden ser empleados, según las características de los mismos y cuáles son los aspectos que se deben considerar al diseñar un elemento que permita proporcionar una adecuada protección contra los VANT utilizados por fuerzas enemigas en la actualidad. También analizaremos un elemento conformado en las fuerzas armadas de España, para observar en esta las partes componentes importantes a considerar. Es importante que busquemos los parámetros del diseño organizacional, para que le permita proporcionar la protección necesaria a una GUC, considerando los distintos tipos de brigadas que dispone el Ejército Argentino.

El ataque electrónico para neutralizar los VANT.

Las vulnerabilidades de los VANT.

Inicialmente, y de acuerdo a lo analizado por el Sistema de Observación y Prospectiva Tecnológica de España en su Proyecto RAPAZ y tecnologías anti-RPAS (2016), podemos considerar que 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 nos concentramos en el sistema de recepción o captación de información que luego es enviada a la estación de control, ya sean cámaras, sensores, radares, sistema de posicionamiento. Esto pudo observarse en algunas situaciones donde a través de punteros laser apuntados de modo coordinado (como un enjambre), afectaron las cámaras y sensores de VANT empleados por fuerzas de seguridad en distintas protestas sociales.

Si afectamos los componentes antes mencionados, también terminaremos produciendo efectos sobre el sistema de navegación, ya que se toma de los elementos que se consideraron

en los párrafos que anteceden, para controlar motores, estabilizadores, alerones y otros que permiten la operación en el aire del vector.

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

Métodos de ataque a un sistema VANT.

Solapamiento de la señal de GPS (GPS spoofing). Un ataque GPS spoofing, implica una actuación indirecta sobre los sistemas de navegación de un dron y por lo tanto podría dirigir la aeronave hasta el lugar donde nos interese, ya sea fuera de la zona de seguridad, provocar su autodestrucción o direccionarla a una zona donde pueda ser recuperable para su análisis.

Para que esta señal de GPS sea superpuesta, el transmisor local debe encontrarse próximo, con las garantías de la original, simulando a esta y llevando al sistema a un cálculo erróneo de navegación, siendo principalmente útil en unidades pequeñas.

Derribo directo por sistemas antiaéreo convencional. Esta medida drástica y con posibles daños colaterales, considerando que no existen sistemas de detección de VANT (sobre todo pequeños), a una distancia de seguridad suficiente como para este tipo de acciones y menos aún en zona urbana.

Estos sistemas combinan un grupo de detección combinado por radares, sonares, de radiofrecuencia o visuales, que le permiten al centro de tiro, el uso de las capacidades antiaéreas.

Derribo mediante armas láser. Esta tecnología, aparentemente es la más adecuada. Existen varias opciones, pero todos demandan una línea de vista directa con el objetivo y un seguimiento muy preciso del mismo durante el tiempo que demande el haz para producir el daño esperado.

Las mismas pueden ser divididas dependiendo el objetivo buscado. Inicialmente consideraremos aquellos que producen un daño sensorial, es decir apantallando los sistemas ópticos y afectando algunos sensores, lo que se cumple si el arma dispone de la potencia necesaria y en la banda de frecuencia. También consideraremos aquellas que producen un daño di-

recto, los que se alcanza con láser de pulso de alta potencia, además de que el VANT no disponga de un mínimo fuselaje.

Algunas de estas armas, de acuerdo con la potencia que generen en su haz, pueden afectar no solo a vectores no tripulados, sino también aeronaves convencionales, cohetes, misiles y hasta proyectiles de artillería.

Contramedidas electrónicas. Dentro de este grupo podemos englobar los sistemas de ataque electrónica (AE), los haces de microondas de alta potencia (HPM) y los sistemas de armas de impulsos electromagnéticos de alta energía (HPEW).

Inicialmente analizaremos los sistemas de AE, que tienen como objetivo, interferir, reducir o sustituir las señales de radiofrecuencia del enlace entre el centro de control, los satélites GPS y el VANT. Demanda una gran cantidad de potencia y un rango de frecuencia amplio, pudiendo afectar la navegación, el control y el transmisor de imágenes que se captan. Así como también produciendo un engaño sobre la información que necesita el sistema para operar en vuelo.

A continuación consideraremos los sistemas de microondas de alta potencia (HPM), que buscan destruir los dispositivos mediante la súbita generación de calor (depende del material que esté constituido el VANT) y, por otro lado a través de una descarga eléctrica de alta tensión y fuerte intensidad, afectando los circuitos eléctricos y electrónicos de los vectores.

Por último, los sistemas de impulsos electromagnéticos de alta energía (HPEW), poseen mucha potencia pero una baja direccionalidad, con un ángulo de apertura que está aproximadamente en 30°, lo que produce la desventaja de que el objetivo se encuentre a corta distancia para que afecte eficientemente. El desarrollo y fabricación de estas armas es muy costoso y requiere una gran cantidad de energía para ser empleada, por eso son consideradas armas estratégicas.

Sistemas anti VANT en el mercado.

A continuación, observaremos algunos de los productos que se pueden encontrar en el mercado, y que reúnen las condiciones para ser empleados dentro de un elemento de ataque electrónico contra VANT. De acuerdo a lo analizado en el Proyecto RAPAZ y tecnologías anti RPAS (Sistemas de Observación y Prospectiva Tecnológica, 2016) de España, destacaremos los siguientes sistemas.

Anti VANT Defense System (AUDS). Está diseñado por la empresa británica *Liteye Systems Inc.* Tiene por objetivo interferir y/o neutralizar VANT cuyas acciones puedan ser consideradas potencialmente maliciosas. Combina la detección y clasificación de objetivos mediante un radar de barrido electrónico, seguimiento electro-óptico y capacidad de inhibición de radiofrecuencia direccional en tres bandas de radiofrecuencia independientes. Tiene un alcance de 2 kilómetros para micro VANT, 3 kilómetros para mini VANT y 8 kilómetros en el caso de pequeños y grandes VANT. Opera las 24 horas y con condiciones climáticas adversas. (Imagen 2-1. Sistema AUDS. Reino Unido).

Tactical Counter VANT Technology (TCUT). Es un sistema desarrollado por la empresa SRC NC de Estados Unidos de Norteamérica. Está constituido por un radar con un alcance de 10 kilómetros, para detectar objetivos a baja altitud, de vuelo lento, con baja huella radar. Se le suma un componente de GE para neutralizar los vectores a través de interferencias.

Harrier Drone Surveillance Radar DSR-200. Diseñado por la empresa Detect Inc. De Estados Unidos de Norteamérica. Dispone de un radar doppler, optimizado para objetivos pequeños, que sumado a un sistema de aprendizaje, permite la clasificación basada en cerca de 50 etiquetas de datos (por ejemplo tamaño, velocidad, rumbo). Además posee un rechazo automático de falsos positivos que pueden ser generados por aves. Según su configuración la observación puede ser térmica y de video. Es compatible con otros sistemas de seguridad y visualización. (Imagen 2-2. Sistema HARRIER DRONE. EEUU).

Beam 200. Desarrollado por Torrey Pines Logic Inc. de origen estadounidense. Está compuesto por un sistema óptico de escaneado activo contra objetivos que realizan actividades de vigilancia. Detecta cámaras y telescopios, incluso se supone que tiene la capacidad de detectar una cámara de celular. Tiene un alcance máximo de 1 kilómetro y hasta una elevación de 90°.

Drone Detection and Defeat Technology (D3T). Está producido por la empresa Cellantenna, de Estados Unidos de Norteamérica. Su capacidad es la detección de emisiones de radiofrecuencia que emplean las VANT para su control y transmisión de video. Su alcance de 2 kilómetros y su instalación es cada 300 metros en el límite e interior de la zona a pro-

teger. Su AE permite tomar el control del objetivo, baja su señal de GPS quitándole precisión y se complementa con otros tipos de AE.

Falcon Shield Counter RPAS System. Este sistema está desarrollado por la empresa italiana Selex Es. Emplea sistemas pasivos de vigilancia electrónica y sensores ópticos, combinados con radares específicos para proporcionar la detección integrada de la amenaza, la identificación y seguimiento, inclusive en entornos urbanos. Luego de eso, al tener incorporado, efectores con capacidad de tomar el control y/o interrumpir la gestión de radiofrecuencia, negando y/o eliminando la amenaza, minimizando los efectos colaterales en gran medida.

Anti-Drone. Es un producto de la empresa Prime Consulting & Technologies, de Dinamarca. Permite una protección perimetral para la detección de intrusiones, su identificación y seguimiento y la capacidad de AE para su neutralización o su control. Su alcance es hasta 16 kilómetros y su radar puede ser complementado con cámaras de video y térmicas y dispositivos acústicos de largo alcance.

Drone Guard. Es un sistema de la empresa israelí Elta Systems LTD (IAI), para la detección de VANT, su identificación e interrupción de vuelo. Logra esto integrando radares tridimensionales y sensores electro-ópticos especialmente adaptados y el correspondiente subsistema de AE. Su alcance máximo es de 20 kilómetros. El AE ha alcanzado un efecto muy eficiente y avanzado, lo que produce que el vector pierda el control, retornando a origen o bien apagando el mismo y obligando a un aterrizaje forzoso.

Drone Hunter. Es un sistema de origen español de la empresa IPB System. Permite detectar VANT por radiofrecuencia y sensores sonoros, ópticos, termográficos o de radar, para luego inhibir la señal de control o posicionamiento a través de un AE. Tiene la capacidad de afectar a enjambre de drones. Su detección alcanza a 5 kilómetros por radiofrecuencia. Algunos pueden instalarse fijos o bien en vehículos.

Drone Defender. Este sistema es desarrollado por la empresa Battelle y adquirido en 2019 por Dedrone de origen norteamericano. Pesa unos 7 kilogramos y tiene una autonomía de 2 horas de forma continua. Interrumpe el sistema de control remoto del VANT y su GPS, obligándolo a aterrizar forzosamente. Al ser portátil, es apto para fracciones que se encuentran ejecutando seguridad, exploración o dentro de zonas de difícil movilidad o compartimentada, inclusive dentro de zonas urbanas. (Imagen 2-3. Sistema Drone Defender – Battelle – EEUU).

Criterios organizacionales.

¿Qué debemos considerar para diseñar un elemento?

Considerando que el elemento que hemos analizado proporciona apoyo a una GUC, y luego de enumerar las distintas tecnologías que se han desarrollado para emplear el AE contra los VANT, es importante contemplar lo establecido en el reglamento Conducción para las Fuerzas Terrestres (Ejército Argentino, 2016).

Según este lo aclara, las exigencias que el ambiente operacional llevará a que las organizaciones deban disponer la capacidad de adaptarse y adecuarse a la misión que se les imponga. Es por ello que deberán estructurarse sobre la base de cuatro criterios salientes e interdependientes.

El primero que analizaremos es el de flexibilidad, que se logra mediante estructuras versátiles, capaces de adecuarse a la situación, permitiéndole incrementar o disminuir sus capacidades, pero sin perder la aptitud requerida. Esto permite racionalizar recursos, siempre escasos, y cumplir diversos roles.

El siguiente que observaremos es el de interoperabilidad. Este criterio le otorga a los sistemas (organizaciones) la habilidad de proveer o recibir servicios o insumos, para emplearla de una forma efectiva e integrada. Puede observarse en ciertos niveles de compatibilidad, estandarización y homogeneidad de efectos, técnicas, procedimientos y tácticas. Esta integración con mínima preparación, le permitirá conformar misiones de diferentes características y en todos los ambientes geográficos particulares que tienen las fuerzas terrestres de la nuestro país.

Muy relacionado con la interoperabilidad, el criterio organizacional de modularidad, nos permite componer capacidades según sea el problema militar. Esto se logra sobre la base de mínimos ajustes, mediante la aptitud para articularse mediante módulos. Cada organización deberá poder desarrollar al menos una tarea completa, como un subsistema integrante de un

sistema mayor. Este criterio incrementará la flexibilidad y la capacidad de respuesta de una fuerza, facilitando la conformación de agrupamientos transitorios sistémicamente organizados.

Por último consideraremos el criterio de sustentabilidad, que se relaciona con el conjunto de actividades tendientes a mantener una fuerza en operaciones, es decir que disponga del apoyo logístico necesario para ejecutar las capacidades para lo cual fue concebida. La incorporación de tecnología no otorga eficiencia por sí a una organización, la misma debe ser complementada con la capacitación que demande y los cambios organizacionales que conlleva. Tampoco debe relegarse, el mantenimiento y la recuperación del material dañado que se ha adquirido.

Características de las brigadas a apoyar.

Las brigadas que conforman el Ejército Argentino se reconocen y diferencian según sea su tipo y su concepto de empleo, según lo establece el reglamento Conducción para las Fuerzas Terrestres (Ejército Argentino, 2016).

La naturaleza de los medios con que están organizadas y equipadas, sumado a su adiestramiento y ambiente geográfico donde se encuentran desplegadas, las tipificará de la siguiente manera.

La brigada ligera. Es aquella gran unidad de combate con medios, equipamientos y adiestramiento para ser desplegadas con tiempos de preaviso muy cortos, siendo considerada una fuerza de respuesta regional y de intervención rápida apoyada por medios aéreos. Normalmente presentan combates a pie, empleando vehículos a rueda y/o aeronaves de ala rotativa o fija, incluso en algunos ambientes serán complementadas mediante el uso de ganado. Son altamente móviles, flexibles y versátiles, operando con mínimos ajustes en terrenos compartimentados y áreas urbanas. Disponen de escasa dependencia logística y podrán ser aerotransportadas, de montaña y de monte.

La brigada mediana. Es una gran unidad de combate que se distingue por estar equipada con vehículos de combate blindados a rueda. Se desplazan con rapidez a caballo de caminos, combate a pie, combinando para ellos el apoyo de sus vehículos de combate. Posee una adecuada autosuficiencia táctica, dispone un poder de combate similar a las brigadas pesadas. Generan un ritmo de combate donde sus acciones alternarán veloces desplazamientos vehiculares con combates a pie.

La brigada pesada. Es la gran unidad de combate equipada con vehículos blindados a oruga, presentando combate preponderantemente embarcada, principalmente en terrenos abiertos, con elevada movilidad y rapidez táctica. Son las brigadas blindadas y las brigadas mecanizadas. Su poder de combate se conjuga por la protección de sus blindajes, su movilidad a campo traviesa, su poder de fuego a distancias largas, medias y cortas. Se distingue por la velocidad, el choque y el poder de fuego de sus armas. Será mejor explotada en terrenos abiertos y su empleo conlleva en todos los casos una significativa dependencia logística.

¿Qué organización deberá tener un elemento con esta capacidad?

Luego de haber analizado las vulnerabilidades que presentan los VANT, los métodos que se emplean para afectar a estos vectores, cuales son los sistemas que pueden adquirirse con la capacidad de AE y a qué elementos proporcionará protección este elemento, deberemos contemplar cuáles son las características de las fracciones que deberían conformar la organización que se busca constituir.

Magnitud del elemento.

Si consideramos que la GUC es un sistema de armas combinadas que le permiten a su comandante cumplir con las funciones de combate y de las cuales algunas de ellas se han visto relegadas y no han sido consideradas las nuevas tecnologías que son empleadas en el combate moderno.

Las brigadas analizadas disponen de subunidades que proporcionan la función de protección, como lo son la subunidad de defensa antiaérea y la subunidad antitanque.

Es por ello que consideraremos como una la magnitud óptima para proporcionar la seguridad a una GUC contra VANT la de una subunidad. La misma será asignada en apoyo, para cuando las brigadas se encuentren ejecutando operaciones o desplegadas en zonas que demanden la protección del elemento y la operación a desarrollar.

Esta subunidad debería depender de una unidad de guerra electrónica, como una fracción de contramedidas electrónicas o contrainteligencia.

Conformación.

Contemplaremos algunas fracciones que básicamente deberían conformar el elemento a diseñar. Al haber considerado la magnitud de subunidad dentro de un batallón de guerra electrónica, esto le reducirá algunas servidumbres, pero no implica que la misma no pueda operar en forma semiindependiente en apoyo a una brigada.

Una fracción de comando y control. La que facilite la conducción de la subunidad y la integración del sistema a otros desplegados por la gran unidad. Deberá disponer de la movilidad necesaria y adecuada para apoyar a las brigadas antes mencionadas. Los sistemas de comunicaciones interoperables y modulares con el sistema de comunicaciones particular de la GUC.

Una fracción de AE móvil contra VANT. Para proteger instalaciones o zonas de operaciones de ocupación permanente o temporaria, pero que permitan el empleo de equipos posicionados de forma estable. Sus equipos pueden encontrarse instalados sobre vehículos o bien ser remolcados por estos, permitiendo una seguridad de un área determinada, como puede ser un puesto comando, una instalación logística, la posición de la reserva o una infraestructura crítica que deba ser protegida de la exploración y reconocimiento enemigo.

Una fracción de AE portátiles contra VANT. Que le permitan proporcionar protección a elementos a pie, adelantados o infiltrados dentro del dispositivo enemigo. también ser empleada en ambientes geográficos particulares, donde las brigadas ligeras combaten a pie, por la compartimentación del terreno o dentro de zonas urbanas.

Una fracción de apoyo logístico. Podemos considerar que básicamente se debe disponer de una fracción que ejecute el mantenimiento de los equipos de AE y de los vehículos que conforman el elemento. Especialistas en informática, comunicaciones, óptica, radares y motoristas deben integrar un escalón con movilidad propia, para desplazarse para ejecutar las reparaciones de menor complejidad, que los materiales puedan llegar a tener.

Equipamiento.

De acuerdo a la conformación que hemos considerado anteriormente, debemos destacar la necesidad de equipos con características particulares, que permitan alcanzar las capacidades y

cumplir con las distintas funciones que se pueden llegar a presentar en los entornos complejos y con alto grado de incertidumbre.

Iniciando con el material de AE contra VANT, debemos contemplar aquellos que se diferencian por su empleo. Ya que hemos determinado una fracción que equipos de instalación semipermanente, es decir, que los mismos serán móviles o transportables, modulares, instalados en vehículos o remolcados por estos. Así también consideramos una fracción con equipos portátiles, que le permitirán proporcionar la seguridad necesaria a un elemento a pie o en aquellos ambientes compartimentados, urbanos o dentro del dispositivo enemigo.

Si analizamos el equipamiento de comunicaciones, el mismo tiene que disponer la capacidad para establecer las comunicaciones internas dentro de la subunidad, con la red propia de la unidad de la cual sería parte, integrarse al sistema de comunicaciones particular de la GUC a la cual le de apoyo, con la red de tiro o de defensa antiaérea y con las otras fuerzas armadas y fuerzas de seguridad que complementan la función de protección en operaciones.

En relación a los vehículos que deberíamos disponer, el elemento debe disponer la rapidez necesaria para poder acompañar a las brigadas a las cuales apoyará. Es decir, vehículos a rueda con capacidad para transportar al personal de operadores de los sistemas, y también con el equipamiento modular como fue antes indicado, para poder instalarlo sobre vehículos a oruga según la GUC apoyada. Así también, deberá disponer de motocicletas o cuatriciclos para esas fracciones con equipos portátiles y que les permitan adelantar el equipamiento, para luego combatir a pie contra los VANT.

Análisis de la estructura de unidad anti VANT de España.

De acuerdo a lo analizado por el capitán del Ejército del Aire (España) José Delgado (2019) al momento de proponer la conformación de una unidad especial con esta función particular. Si bien la magnitud que es considerada por el autor y el concepto de empleo que integra tanto el concepto de seguridad interior como la defensa.

La estructura organizativa del componente aéreo se basa en un control centralizado y una ejecución descentralizada, considerando la necesidad de conformar una dirección que abarque toda la protección contra VANT tanto de sus fuerzas armadas como de sus fuerzas de seguridad o policiales.

Esta dirección nacional, dispondría de dos departamentos. El de seguridad interior, que no solo incluirá la fracción operativa de nivel sección, sino que también una sección de análisis e investigación forense, judicial y tecnológica. El departamento de seguridad exterior, con elementos

flexibles para apoyar o cubrir las necesidades de unidades que sean desplegadas en misiones fuera del territorio nacional o en zonas de operación no controladas.

Ambos departamentos contemplan una sección de evaluación e instrucción, considerando que la incorporación de tecnologías sin la capacitación correspondiente al personal que integra la organización, no alcanza los resultados deseados.

Asimismo, esta dirección dispondría de una sección material y logística, encargada de realizar el sostén necesario, ya sea a través de las funciones de mantenimiento, abastecimiento y transporte.

Para facilitar la conducción de esta dirección nacional, la misma debería ser apoyada por un órgano auxiliar y una secretaria, que cumplan las funciones de enlace con el resto de los organismos estatales y privados que intervienen en el control del espacio aéreo.

Conclusiones Parciales

El control del dominio aéreo demanda un esfuerzo mancomunado de diferentes agencias según considera nuestra legislación, pero en operaciones militares recaerá especialmente en las fuerzas armadas dicha responsabilidad. La proliferación de los VANT en este espacio supone una nueva amenaza.

El empleo del armamento convencional para neutralizar estos vectores trae el riesgo de que se produzcan daños colaterales indeseados por cualquier comandante en operaciones.

Es por ello que los métodos y las capacidades que proporcionan las armas de energía contra estas nuevas tecnologías en vuelo, le otorgan a cualquier decisor, una herramienta acorde a las necesidades en relación a las características de los ambientes donde se ejecutan las acciones, particularmente con entornos complejos y cambiantes.

Hemos considerado que para hacer frente a este nuevo desafío es necesario conformar un elemento de magnitud de subunidad, que disponga el equipamiento suficiente, el cual organizado en base a los criterios organizacionales determinados en nuestros reglamentos, le permitan dar apoyo de protección contra VANT a las distintas brigadas que existen en el Ejército Argentino y de acuerdo a los conceptos de empleo de las mismas.

Por último es importante que destaquemos que la defensa aérea, tiene un carácter civil y militar, ya que las amenazas suelen no diferenciar un ámbito específico ni el momento de paz, conflicto y guerra. Por esto se observa al momento de diseñar un elemento que integra un sistema de

seguridad nacional, la necesaria integración de subsistemas particulares a distintas agencias estatales y privadas, que deben disponer de un adecuado marco legal para su empleo eficiente.

Capítulo 3

Concepto de empleo y procedimientos contra VANT.

Luego de haber analizado las amenazas que representan los VANT de inteligencia, exploración y reconocimiento empleados por todos los componentes dentro de un teatro de operaciones o inclusive fuera de operaciones. En base a esto, analizamos los aspectos que consideramos deben contemplados al momento de conformar un elemento con capacidad de proporcionar la protección contra estos sistemas, empleando ataques electrónicos para neutralizar esta amenaza, en apoyo a una gran unidad de combate.

En este capítulo, buscaremos determinar cuál es un posible concepto de empleo de esta subunidad y cuáles serían algunos de los procedimientos comunes necesarios para cumplir con las misiones que le sean asignadas, integrando un sistema de defensa aérea con otras organizaciones dentro del campo de combate.

Algunas definiciones a considerar.

Antes de iniciar a desarrollar un posible concepto de empleo del elemento de AE contra VANT de inteligencia, vigilancia y reconocimiento, es necesario que analicemos algunas definiciones determinadas en el marco reglamentario de la fuerza y en el marco jurídico nacional, como es el Reglamento de VANT y SVANT (Administración Nacional de Aviación Civil, 2015).

Inicialmente consideraremos el espacio aéreo controlado, como aquel con dimensiones definidas, dentro del cual se facilita el Servicio de Control de Tránsito Aéreo. Además de esta definición surge el espacio aéreo segregado, dentro del cual es de uso exclusivo a usuarios específicos. (Imagen 3-1. Sectores de sistema de AE contra VANT)

Asimismo y surgidos de los antes mencionados, podremos definir las siguientes zonas o áreas, que permitirán clarificar la aplicación de las armas de energías que dispondrá el elemento que se conformará.

Zona de Identificación de Defensa Aérea (ADIZ). Espacio aéreo designado especial de dimensiones definidas, dentro del cual las aeronaves deben satisfacer procedimientos especiales de identificación y notificación, además de aquellos que se relacionan con el suministro de Servicios de Tránsito Aéreo (ATS).

Zona peligrosa. Espacio aéreo de dimensiones definidas en el cual pueden desplegarse, en determinados momentos, actividades peligrosas para el vuelo de las aeronaves.

Zona prohibida. Espacio aéreo de dimensiones definidas sobre el territorio o las aguas jurisdiccionales de un Estado, dentro del cual está prohibido el vuelo de las aeronaves.

Zona restringida. Espacio aéreo de dimensiones definidas sobre el territorio o las aguas jurisdiccionales de un Estado, dentro del cual está restringido el vuelo de las aeronaves, de acuerdo con determinadas condiciones especificadas.

Zona libre de VANTs o SVANTs (NO DRONE ZONE). Espacio aéreo dentro del cual, por disposición de la Autoridad Aeronáutica, se encuentra prohibido el uso de VANTs o SVANTs.

Luego de haber enunciado las zonas o áreas determinadas dentro del marco jurídico, consideraremos los límites de operación de VANT que contemplan la misma legislación. Aquí se establece la limitación para operar en la superficie de aproximación o de ascenso en el despegue de cualquier pista de un aeródromo o helipuerto; a una distancia menor a 1 kilómetro del límite lateral de un corredor destinado a operaciones según Reglas de Vuelo Visual (VFR); a una distancia menor a 500 metros del Punto de Referencia de Helipuerto (HRP); en espacios aéreos controlados, corredores visuales y helicorredores; en zonas prohibidas, restringidas y/o peligrosas; en aquellos espacios aéreos que por razones de seguridad pública, humanitarias, desastres naturales, eventos o zonas se encuentren temporalmente restringidos o prohibidos; sobre instalaciones de Fuerzas de Seguridad y de los Servicios Penitenciarios, destilerías, depósitos de inflamables, centrales atómicas e hidroeléctricas, usinas e instalaciones de elaboración o manipulación de materiales inflamables, explosivos o radioactivos; sobre instalaciones militares, ni a una distancia lateral inferior a 5 kilómetros de dicha instalación; sobre puntos de valor estratégico que determine el Estado Nacional de acuerdo a los límites laterales que se establezcan; sobre parques nacionales, reservas naturales o áreas protegidas; realizando maniobras acrobáticas en espacios no segregado; en la Zona de Identificación de Defensa Aérea (ADIZ) activada; desde un vehículo en movimiento; durante la noche ó en condiciones meteorológicas visuales que no permitan su operación segura; y con sensores de imágenes, prospección magnética o de cualquier otro tipo, si no están sujetas al cumplimiento de las regulaciones nacionales en la materia.

Asimismo esta reglamentación en su artículo 22, prohíbe la interferencia e inhibición de señales de VANTs y SVANTs por parte de terceros ajenos a la operación, salvo cuando se trate de agentes de la fuerza pública en ejercicio de sus funciones con el propósito de prevenir operaciones en zonas restringidas.

Concepto de empleo en apoyo a GUC.

Considerando que la brigada a la cual se apoyará es un sistema de armas combinadas, con organización fija y estructura variable, y que la misma dependiendo de la tipificación que analizamos anteriormente ejecutará distintas operaciones, es importante que destaquemos que la subunidad de AE contra VANT de inteligencia, reconocimiento y exploración, se ajustará a un concepto de empleo para la protección de zonas vitales con su fracción móvil, y en apoyo a elementos en movimiento con sus fracciones dotadas de armas de energía portátiles.

El principal problema que se le presentará al comandante asesorado por su estado mayor especial, es que por la escasez de los medios, deberá determinar cuáles son las instalaciones o elementos que deban ser protegidos contra los vectores de inteligencia enemiga.

Principios para el empleo del AE contra VANT.

Por similitud a lo que contempla en el reglamento Conducción de la Artillería Antiaérea (Ejército Argentino, 2001), consideraremos los principios que a continuación se analizan, para emplear los medios disponibles contra los VANT.

Principio de integración de medios. Las fracciones de AE contra VANT, deberán ser integrados y coordinados por un sistema del control del espacio aéreo, a fin de lograr su máximo aprovechamiento y eficacia en el cumplimiento de la misión.

Principio de protección en profundidad. La detección, neutralización y/o destrucción de las amenazas aéreas enemigas deberán iniciarse tan distante de la zona a proteger como las capacidades de los medios sea posible, y deberá mantenerse hasta cumplir con su misión.

Principio de planeamiento centralizado y ejecución descentralizada. La coordinación e integración de los medios exigirán un planeamiento centralizado, sin embargo la necesidad de contar con un sistema que proporcione un tiempo de reacción mínimo, con los medios desplegados y autosuficientes, impondrá la ejecución descentralizada, especialmente en

cuanto ubicación de los medios y a la posibilidad de la apertura de fuego de las armas de energía.

Procedimientos de empleo.

AE contra VANT estática. Es la que se brinda a instalaciones fijas, elementos posicionados o fuerzas estacionadas en forma permanente o temporal, como pueden ser los elementos logísticos, el puesto comando, la reserva y las infraestructuras críticas de la GUC.

AE contra VANT a una fuerza en movimiento. Es la que se proporciona a una fuerza que se encuentra desplazándose, que se mueve y la que debe ser protegida con la misma velocidad que ella se traslada. Por ejemplo un elemento de exploración o una fracción infiltrada, considerando que el empleo de los medios de AE, pueden velar la operación. También integrando las fracciones de seguridad más adelantadas. (Imagen 3-2. AE contra VANT a una fuerza en movimiento).

Caracterización del apoyo de AE contra VANT según el ambiente geográfico.

Apoyo de AE contra VANT en montaña. Se podrán presentar limitaciones respecto al empleo de radares para la detección de los dispositivos enemigos; se presentarán dificultades para la coordinación, el control y las comunicaciones; los efectos adversos del clima y el terreno sobre el material. La descentralización de la ejecución será particularmente especial en este ambiente y los sistemas de armas portátiles se emplearán eficientemente en este terreno.

Apoyo de AE contra VANT en zonas desérticas. Podrán emplearse los radares para la detección de vectores así como también a simple vista. Las características del clima y del terreno impondrán severas limitaciones en el rendimiento del personal y material. La dispersión de los medios implicará eficientes comunicaciones especialmente radioeléctricas. Por las grandes distancias, se deberán emplear especialmente equipos móviles, que proporcionen la protección contra los VANT de forma eficiente. (Imagen 3-3. Apoyo de AE contra VANT en zonas desérticas).

Apoyo de AE contra VANT en el monte. Los sistemas de vigilancia y alarma se verán dificultadas drán emplearse los radares para la detección de vectores así como también a

simple vista. Las características del clima y del terreno impondrán severas limitaciones en el rendimiento del personal y material. La dispersión de los medios implicará eficientes comunicaciones especialmente radioeléctricas. Por las grandes distancias, se deberán emplear especialmente equipos móviles, que proporcionen la protección contra los VANT de forma eficiente. Las comunicaciones serán difíciles de establecer, el mantenimiento del material se verá incrementado por las condiciones climatológicas y el personal deberá estar convenientemente aclimatado y entrenado.

Apoyo de AE contra VANT en localidades. Las limitaciones de movilidad de los sistemas de armas, siendo especialmente aptas las armas portátiles. Se verá restringida la observación y el empleo de los medios de detección electrónica. Pocas posiciones o zonas de instalación para los equipos se presentarán en este ambiente.

Procedimientos de trabajo.

Los procedimientos de coordinación y control para la protección contra VANT de inteligencia, exploración y reconocimiento, buscarán alcanzar objetivos tales como el establecimiento de las reglas de empeñamiento que permitan la neutralización o destrucción de la amenaza sin orden previa; emitir las normas que faciliten evaluar las amenazas en todos los niveles de comando; organizar un sistema coordinado con todos los medios disponibles dentro del Sistema de Defensa Aérea Nacional (SDANAC); instruir medidas que garanticen la seguridad de las VANT amigas; asegurar la instrucción, adiestramiento y alistamiento del elemento de AE; y permitir la oportuna transmisión de alarmas e información hacia y desde las otras fuerzas y organismos afectados. (Imagen 3-4. Sistema de Defensa Aérea Nacional – EEUU)

Para ello deberán establecerse procedimientos comunes sobre ciertos aspectos, que evitarán interferencias mutuas, superposición de esfuerzos y maximización de la eficiencia de los medios. Estos aspectos estandarizados deben hacer referencia al intercambio oportuno de los datos operativos y normalizados; los métodos de reconocimiento e identificación de los VANT; la difusión de las alarmas; los estados de disponibilidad de los sistemas de armas; y el empleo de las armas de energía.

Comunicaciones y enlaces.

La ejecución de la protección contra VANT de inteligencia, exploración y vigilancia, demandará principalmente recibir y transmitir información, determinar blancos y ejecutar el

empleo de las armas de energía. Esto impondrá la necesidad de realizar comunicaciones a través de sistemas de técnicos y las coordinaciones de los oficiales de enlaces entre los diferentes organismos que tienen intervención en la seguridad contra estos dispositivos aéreos.

Las redes deberán integrarse con el escalón superior, los elementos apoyados, los observadores o sistemas de detección, las fracciones que AE, los elementos de defensa aérea y antiaérea, y organismos estatales y privados que puedan proporcionar las alertas tempranas.

Conclusiones Parciales.

Podemos determinar que el concepto de empleo del elemento de AE contra VANT de inteligencia, reconocimiento y exploración, estará sujeta a las características de la GUC a la cual de apoya.

A pesar de ello, es importante considerar que la observancia de los principios que hemos analizado, permitirán alcanzar los objetivos previstos con la mayor eficiencia, en relación con las capacidades que dispondría la organización a conformar.

Asimismo, hemos determinado la importancia que impone en este tipo de operaciones, la integración de las comunicaciones y los distintos subsistemas al resto de las agencias y componentes que conforman la seguridad y la defensa, además del control del espacio aéreo. Todo ellos se logrará con el establecimiento de procedimientos y estándares comunes, que permitan una comunicación fluida y la cooperación necesaria, para disponer y compartir la información disponible.

Conclusiones Finales

Hemos analizado el incremento del empleo de los VANT en las últimas décadas por parte de las fuerzas armadas, que las han llevado a desarrollar proyectos propios, integrando tecnologías económicas y con excelente beneficios, que se ajustan a las necesidades que el usuario requiera. Uno de ellos, que consideramos en esta investigación, es el gran aporte de información que proporciona a los sistemas de inteligencia para facilitar la toma de decisiones del comandante. Su versatilidad y capacidades en constante evolución a la par de la aparición de nuevas tecnologías de uso dual (civil y militar), permiten obtener imágenes en tiempo real y con muy buena fidelidad, que logran obtener información detallada del campo de combate y del enemigo.

Ante estas nuevas amenazas que se presentan en los distintos conflictos o ante la ausencia de ellos, donde actores estatales y no estatales tienen acceso a estos dispositivos, configurando un desafío a la seguridad y al control del espacio aéreo, con la finalidad de negar la información que necesita el decisor enemigo.

Es por ello que entes públicos, organismos privados, fuerzas armadas y fuerzas de seguridad, comenzaron a incorporar equipamiento que logra mitigar los efectos que pueden llegar a generar estos vectores comandados remotamente, proporcionando una zona de cobertura para impedir el ingreso de los VANT a áreas sensibles.

El empleo de armas de energía proporciona la seguridad necesaria, evitando los daños colaterales que se pueden generar al emplear armamento convencional o cinético, como pueden ser la artillería antiaérea. El ataque electrónico, dentro de las actividades de guerra electrónica, aplica las emisiones electromagnéticas dirigidas para afectar los sistemas de comando y control de elementos del enemigo o equipos que este se disponga. En particular, los VANT se ven neutralizados y destruidos porque pueden afectarse las comunicaciones internas y externas del dispositivo, lo que permite que los mismo regresen a su posición original o pierda si enlace con el control remoto que lo pilotea, hasta llegarlo a subordinar al comando que lo ha atacado.

La conformación de un elemento que asegure las zonas de combate donde se ejecutarán las operaciones contra VANT, en particular proporcionando seguridad a una GUC desplegada, para evitar que el enemigo obtenga la información que necesita empleando el procedimiento de análisis en tiempo real, que son obtenidas por estos dispositivos. Este elemento debe estar en capacidad de apoyar a los distintos tipos de brigadas que existen en el Ejército Argentino, y en los ambientes particulares que estas operan, que condicionan y caracterizan el empleo de los medios de dotación de la subunidad de AE contra VANT.

Esta subunidad deberá ser equipada con material que le permita ejecutar ataques electrónicos proporcionando seguridad a instalaciones o elementos de posicionamiento permanentes y ataques electrónicos protegiendo a fracciones en movimiento o que ejecutan cambios de posiciones rápidos. Deberá disponer de vehículos que le proporcionen la movilidad y rapidez necesaria, y equipos modulares para que los mismos puedan ser instalados en vehículos a oruga para apoyar a elementos mecanizados y blindados.

Las diversas agencias que contribuyen al control del dominio aéreo contra distintas amenazas que se presentan en la actualidad, determina la necesidad que establecer procedimientos comunes y estandarizaciones de métodos; para lograr la interoperabilidad, integración, flexibilidad y máximo aprovechamiento de los medios a disposición, conformando un sistema de control aeroespacial. De ello surge que existan comunicaciones y enlaces confiables que permitan compartir la información disponible en todos los subsistemas que la integran.

Aporte profesional del autor.

Tanto hemos desarrollado las capacidades para obtener información del enemigo y del campo de combate a través de imágenes en tiempo real, a fin de producir la inteligencia necesaria para que nuestro comandante tome su resolución. Sin embargo, hemos relegado los desarrollos que proporcionen la protección a las instalaciones y elementos desplegados frente a estas nuevas amenazas que son tan empleadas como nosotros hemos avanzado en su investigación y desarrollo.

Esto nos deja observar la necesidad de incorporar esta capacidad dentro de la fuerza, y mitigar los efectos que los vehículos aéreos no tripulados de inteligencia ocasionan a la intención de velar nuestras operaciones.

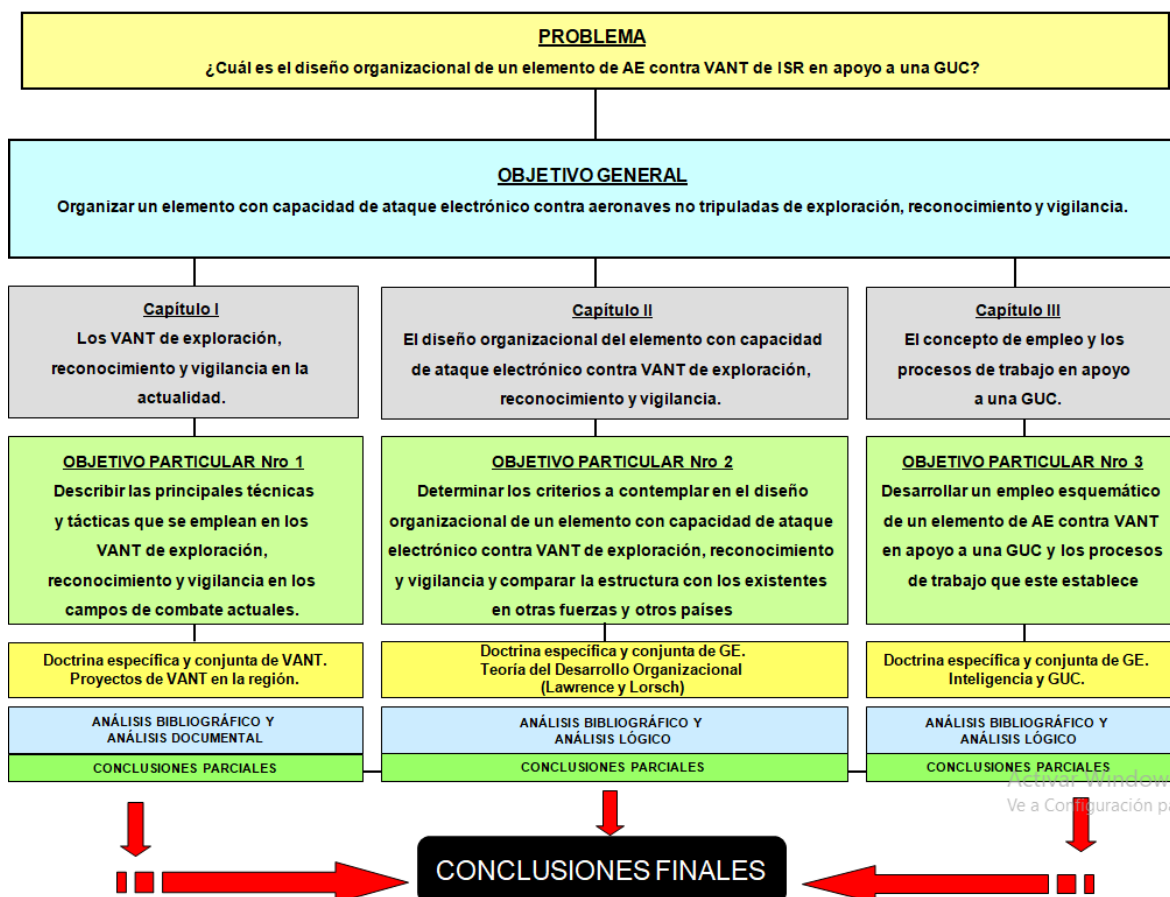
Bibliografía.

- Administración Nacional de Aviación Civil. (2015). *Reglamento Provisional de los Vehículos Aéreos no Tripulados*. CABA.
- Bertalanffy, L. V. (1976). *Teoría General de Sistemas*. Méjico: Fondo de Cultura Económica.
- Chiavaro, G. D. (2018). <http://www.cefadigital.edu.ar>. Obtenido de <http://www.cefadigital.edu.ar/handle/1847939/1192>
- Delgado, C. d. (2019). Unidad Especial contra drones ¿Una necesidad? . *Revista de la aeronáutica y astronáutica* , 656-663.
- Ejército Argentino. (2016). *Conceptos Básicos sobre Sistemas de Comunicaciones, Informática y Guerra Electrónica de la Fuerza*. CABA.
- Ejército Argentino. (2001). *Conducción de la Artillería Antiaérea*. CABA.
- Ejército Argentino. (2016). Conducción para la Fuerzas Terrestres. En *ROB-00-01* (pág. 53). CABA.
- Estado Mayor Conjunto. (2018). *Defensa Aeroespacial Integra*. CABA.
- Estado Mayor Conjunto. (2012). Guerra Electrónica para el Acción Militar Conjunto. En *PC 13-50* (págs. 3-4). CABA.
- Estado Mayor Conjunto. (2012). *Guerra Electrónica para la Acción Militar Conjunta*. CABA.
- Estado Mayor Conjunto. (2018). *Procedimientos de Defensa Aeroespacial Directa para la Acción Militar Conjunta*. CABA.
- Ferreyra, A. A. (2019). <http://www.cefadigital.edu.ar>. Recuperado el 2020, de <http://www.cefadigital.edu.ar/handle/1847939/1439>
- Fundación Nuestro Mar. (20 de Julio de 2011). <https://www.nuestromar.org> [fotografía]. Recuperado el 16 de Agosto de 2020, de <https://www.nuestromar.org/antiguas/la-armada-argentina-apuesta-al-desarrollo-tecnico-del-uav-guardian/>
- García, M. A. (2012). Recuperado el 2020, de <http://www.cefadigital.edu.ar/handle/1847939/573>:
<http://www.cefadigital.edu.ar/handle/1847939/573>
- Gomez, M. F. (2012). <http://cefadigital.edu.ar>. Recuperado el 2020, de <http://cefadigital.edu.ar/handle/1847939/274>
- Grünschläger, C. d. (2016). Armas de energía. El futuro a la vuelta de la esquina. *RESGN* , 177-190.

- María, M. A. (2013). <http://www.cefadigital.edu.ar>. Recuperado el 2020, de <http://www.cefadigital.edu.ar/handle/1847939/187>
- Ministerio de Defensa de España. (2016). <http://www.tecnologiaeinnovación.defensa.gob.es> [tabla]. Recuperado el 2020, de <http://www.tecnologiaeinnovación.defensa.gob.es/es-es/Paginas/Inicio.aspx>
- Piñeiro, L. (17 de Julio de 2020). <https://www.defensa.com>. Recuperado el 16 de Agosto de 2020, de <https://www.defensa.com/argentina/uavs-fuerza-aerea-argentina>
- Presidente de la Nación Argentina. (2004). *Decreto Nro 1.407 de Sistema de Vigilancia y Control Aeroespacial*. CABA.
- Presidente de la Nación Argentina. (2004). Decreto Nro 1407/04. *Sistema de Vigilancia y Control Aeroespacial* . CABA, Argentina.
- Presidente de la Nación Argentina. (1996). *Decreto Nro 145 de Plan Nacional de Radarización*. CABA.
- Presidente de la Nación Argentina. (2006). *Decreto Nro 727 de Reglamentación de la Ley de Defensa Nacional*. CABA.
- Presidente de la Nación Argentina. (2006). Decreto Nro 727/06. *Reglamentación de la Ley de Defensa Nacional* . CABA, Argentina.
- Revista Infodefensa. (20 de Noviembre de 2014). <https://www.infodefensa.com> [fotografía]. Recuperado el 15 de Agosto de 2020, de <https://www.infodefensa.com/latam/2014/11/20/noticia-argentina-iniciara-produccion-serie.html>
- Rubio, N. M. (06 de Enero de 2020). <https://psicologiymente.com>. Recuperado el 02 de Agosto de 2020, de <https://psicologiymente.com/inteligencia/teoria-pensamiento-complejo-edgar-morin>
- Sabando, T. C. (2014). <http://www.cefadigital.edu.ar>. Recuperado el 2020, de <http://www.cefadigital.edu.ar/handle/1847939/622>
- Sistemas de Observación y Prospectiva Tecnológica. (2016). *Proyecto RAPAZ y Tecnologías Ant-RPAS*. Madrid: Ministerio de Defensa de España.
- Wiener, N. (1988). *Cibernética o el control y comunicación en animales y máquinas*. Barcelona: Tusquest.
- Zona militar. (12 de Septiembre de 2017). <https://www.zona-militar.com> [fotografía]. Recuperado el 18 de Agosto de 2020, de <https://www.zona-militar.com/2017/09/12/vigia-2b-sart-clase-iii-la-fuerza-aerea-argentina/>

Anexo 1.

Esquema gráfico- metodológico.



Anexo 2.**Tabla 1-1. Clasificación OTAN de los VANT -**

Clase	Categoría	Empleo habitual	Altura de operación normal	Radio de Misión
CLASE I (< 150 Kg)	MICRO < 66 Julios	Subunidad táctica (lanzamiento manual), operadores individuales.	Hasta 200 ft AGL	Hasta 5 Km (LOS)
	MINI <15 Kg	Subunidad táctica (lanzamiento manual), operadores individuales.	Hasta 3.000 ft AGL	Hasta 25 Km (LOS)
	SMALL > 15 Kg< 150 Kg	Unidad Táctica (utiliza sistema de lanzamiento)	Hasta 5.000 ft AGL	50 Km (LOS)
CLASE II (150 Kg- 600 Kg)	TÁCTICO	Formación Táctica	Hasta 10.000 ft AGL	200 Km (LOS)
CLASE III (>600 Kg)	MALE (<i>Medium Altitude Long Endurance</i>)	Operacional / de Teatro	Hasta 45.000 ft MSL	Sin límite (BLOS)
	HALE (<i>High Altitude Long Endurance</i>)	Estratégico	Hasta 65.000 ft	Sin límite (BLOS)
	ATAQUE/COMBATE	Estratégico/Operacional	Hasta 65.000 ft	Sin límite (BLOS)

Fuente: (Ministerio de Defensa de España., 2016)

Anexo 3.

Imagen 1-1. VANT LIPAN. Ejército Argentino



Fuente: (Revista Infodefensa, 2014).

Imagen 1- 2. VANT GUARDIAN. Armada de la República Argentina

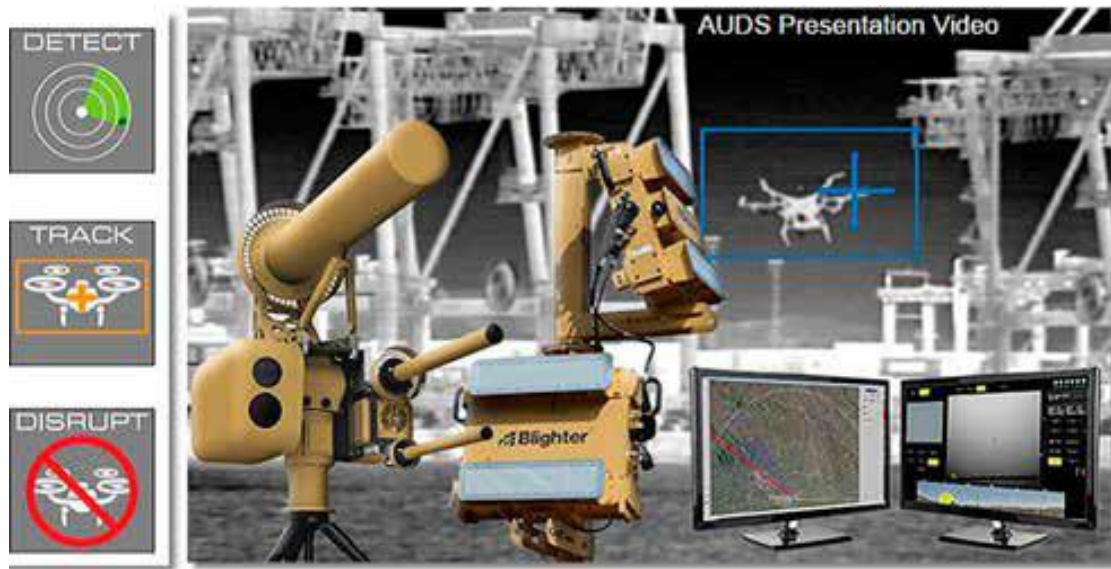


Fuente: (Fundación Nuestro Mar., 2011).

Imagen 1- 3. VANT/SANT. Fuerza Aérea Argentina

Fuente: (Zona militar, 2017)

Imagen 2- 1. Sistema AUDS. Reino Unido



Fuente: (Sistemas de Observación y Prospectiva Tecnológica, 2016)

Imagen 2- 2. Sistema HARRIER DRONE. EEUU



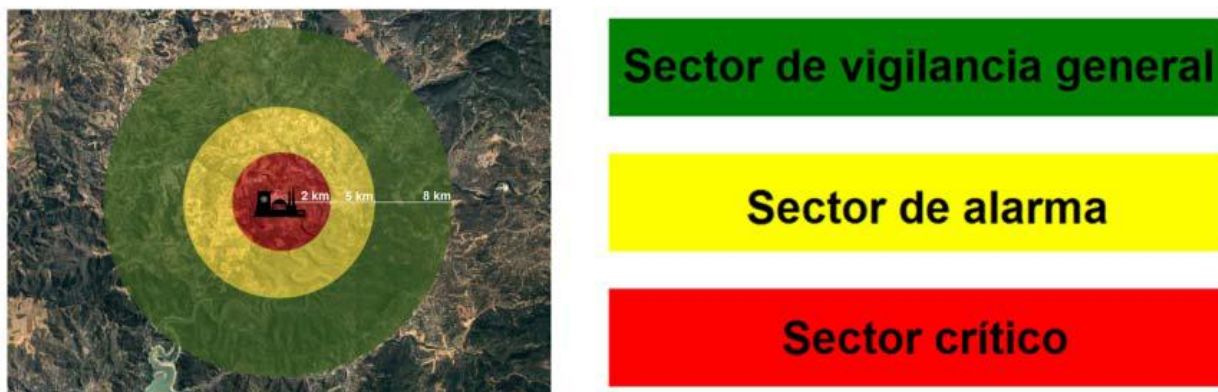
Fuente: (Sistemas de Observación y Prospectiva Tecnológica, 2016)

Imagen 2- 3. Sistema DRONE DEFENDER. EEUU



Fuente: (Sistemas de Observación y Prospectiva Tecnológica, 2016)

Imagen 3- 1. Sectores del sistema de AE contra VANT.



Fuente: (Sistemas de Observación y Prospectiva Tecnológica, 2016)

Imagen 3-2. AE contra VANT a una fuerza en movimiento



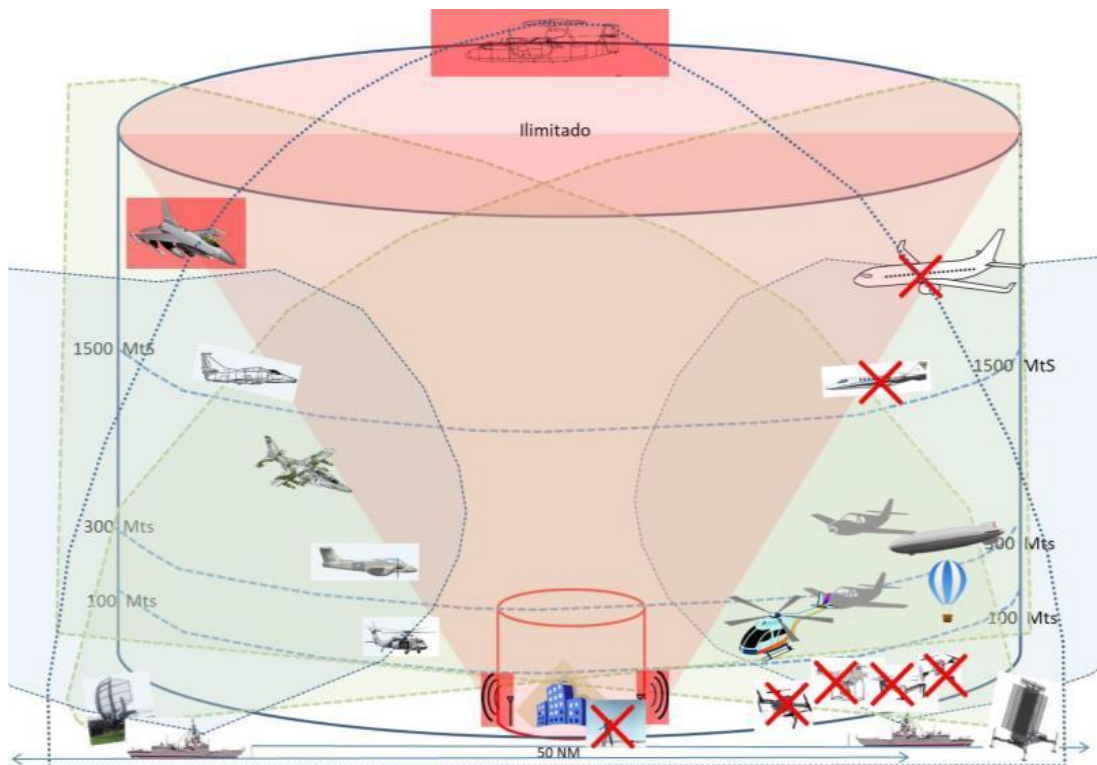
Fuente: (Zona militar, 2017)

Imagen 3- 3. Apoyo de AE contra VANT en zonas desérticas e infraestructuras críticas.



Fuente: (Fundación Nuestro Mar., 2011)

Imagen 3- 4. Modelo del Sistema de Defensa Aérea Nacional - EEUU



Fuente: (Revista Infodefensa, 2014)