



**ESPECIALIZACIÓN EN ESTRATEGIA OPERACIONAL Y**

**PLANEAMIENTO MILITAR CONJUNTO**

**TRABAJO FINAL INTEGRADOR**

**TEMA:**

**Las tecnologías disruptivas y su impacto en las fuerzas armadas**

**TÍTULO:**

**El sistema de comando y control en el nivel operacional**

**AUTOR: MY Carlos Ezequiel GROSSI**

**TUTOR: CR (R) Eduardo Luis DOVAL**

**Año 2021**

## RESUMEN

Las tecnologías disruptivas es un concepto que interviene de manera transversal en las organizaciones, empresas privadas, estatales, universidades y hasta en las fuerzas armadas. Con el transcurrir del tiempo se desarrolló un concepto más claro de lo que se entiende por investigación, desarrollo e innovación.

Para un eficiente empleo del instrumento militar se necesita que dispongan de un nivel tecnológico estándar, donde se exige una especial atención al sistema de comando y control a fin de poder conducir las operaciones.

Las guerras de cuarta generación exigen un cambio de paradigma en la conducción de las operaciones, donde los miembros de un estado mayor conjunto atienden problemáticas que fluyen entre el nivel político, estratégico, operacional y táctico con enorme velocidad y sin barrera alguna.

El sistema de comando y control del siglo XXI debe presentar utilidades que permita satisfacer estas necesidades e incrementar la asistencia y el asesoramiento, como además de elevar el nivel de eficiencia en el proceso de toma de decisiones.

Por lo expuesto, se plantea como objetivo del presente trabajo, determinar las características tecnológicas que debe poseer el montaje del sistema de comando y control para fuerzas conjuntas y combinadas, iniciando con un análisis de sistemas en experimentación por los Estados Unidos de Norteamérica y en uso por la Organización del Tratado del Atlántico Norte.

Se confronta a las plataformas tecnológicas antes mencionadas con los sistemas que se emplea en cada fuerza armada argentina, para ajustar las necesidades y capacidades en relación a los recursos disponibles de la República Argentina. Y finalmente se analizan los niveles de estandarización de sistemas modulares abiertos de origen privado, buscando obtener respuestas con una perspectiva sistémica y holística.

**Palabras claves:** Comando – control – interoperabilidad – innovación – integración.

## ÍNDICE

| CONTENIDO   | PAG       |
|---|-----------|
| <b>INTRODUCCIÓN</b>   | <b>1</b>  |
| <b>CAPÍTULO I</b>   | <b>7</b>  |
| <b>Sistemas de comando y control internacionales</b>                              | <b>7</b>  |
| <b>Estados Unidos de Norteamérica</b>   | <b>7</b>  |
| <b>Organización del Atlántico Norte</b>   | <b>9</b>  |
| <b>Conclusiones parciales</b>   | <b>11</b> |
| <b>CAPÍTULO II</b>  | <b>12</b> |
| <b>Sistemas de comando y control nacionales</b>                                   | <b>12</b> |
| <b>Marco legal</b>  | <b>12</b> |
| <b>Plataformas tecnológicas de las fuerzas armadas argentinas</b>                 | <b>13</b> |
| <b>La FPC “Cruz del Sur” y los posibles escenarios de los conflictos actuales</b> | <b>15</b> |
| <b>Conclusiones parciales</b>   | <b>16</b> |
| <b>CAPÍTULO III</b>   | <b>18</b> |
| <b>Desarrollos privados de estructuras operativas</b>                             | <b>18</b> |
| <b>Elbit Systems</b>  | <b>18</b> |
| <b>Hexagon Geoespatial</b>  | <b>20</b> |
| <b>Feria Internacional de Defensa y Seguridad</b>                                 | <b>22</b> |
| <b>Conclusiones parciales</b>   | <b>23</b> |
| <b>CONCLUSIONES FINALES</b>   | <b>25</b> |
| <b>BIBLIOGRAFÍA</b>   | <b>29</b> |

| FIGURA   | PAG       |
|--|-----------|
| <b>Figura 1 – Esquema metodológico</b>                                   | <b>32</b> |
| <b>Figura 2 – Visualización del sistema JADC2</b>                        | <b>33</b> |
| <b>Figura 3 – Ambiente A2/AD</b>   | <b>34</b> |
| <b>Figura 4 – Organización de la FPC “Cruz del Sur”</b>                  | <b>35</b> |
| <b>Figura 5 – Organización del estado mayor de la FPC “Cruz del Sur”</b> | <b>36</b> |
| <b>Figura 6 – Presencia geográfica global</b>                            | <b>37</b> |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Figura 7 – Funcionamiento del sistema Torch-X en el estado mayor</b> | <b>38</b> |
| <b>Figura 8 – Módulo Torch-X Dismounted</b>                             | <b>39</b> |
| <b>Figura 9 – Sistema Luciad Light Speed</b>                            | <b>40</b> |
| <b>Figura 10 – Módulo de Radar y Sonar</b>                              | <b>41</b> |

## INTRODUCCIÓN

La carrera científica-tecnológica a nivel mundial impacta directamente en las tecnologías que se utilizan en las fuerzas armadas. El comandante operacional tiene a su estado mayor como elemento de asesoramiento y asistencia en el proceso de toma de decisiones. Pero también dispone de un sistema de comando y control en apoyo al proceso de planeamiento y conducción de las operaciones militares.

Las características del ambiente operacional requieren que estos sistemas posean la flexibilidad de incorporar no solo a las fuerzas terrestres, navales y aéreas, sino también a otras agencias gubernamentales y no gubernamentales. A fin de obtener un producto que no se encuentre sesgado por la falta de información.

Todo esto lleva a que en la actualidad existan diferentes opciones sobre el tipo de estructura que debe disponer este sistema, como por ejemplo el desarrollo propio o la adquisición de éstos en el ámbito privado.

### Contexto histórico

El concepto de tecnologías disruptivas se inicia en el artículo *Disruptive Technologies: Catching the wave*, donde se describe a las tecnologías o innovación disruptiva como el empleo de nuevos sistemas o procedimientos tecnológicos que producen un cambio brusco o sustancial en los bienes o servicios que ofrece, en relación a la tecnología empleada con la tecnología a emplear. Cuando una organización o persona que produce bienes o servicios se concentra solamente en satisfacer las necesidades del cliente y deja de lado el estudio de nuevas formas de aplicar nuevas tecnologías, se predispone a una pérdida en el liderazgo de su mercado. (Bower, Christensen, 1995).

A la innovación tecnológica se la entendía como la presentación de un nuevo elemento o la mejora de las existentes, dirigido a los procesos internos que llevan a cambiar por nuevos procedimientos para organizar y gestionar la organización (Bower, Christensen, 1995). Años más tarde, al concepto de innovación se lo determina como un proceso de gestión de información, de personas, del conocimiento y de recursos financieros y tecnológicos que abarca la investigación, el desarrollo, innovación tecnológica y la innovación no tecnológica (Gil Ruiz, Varela Azkue, Gonzalez Diez, 2008).

En el año 1998 se sanciona la Ley 24.948 relacionada a la reestructuración de las fuerzas armadas, para que se consolide y se incremente las capacidades del instrumento militar a fin de una estrategia disuasiva y que se coadyuve al mantenimiento de la paz y la

seguridad internacional. Se encuentran en un proceso de evolución cultural y modernización, categorizando la acción militar conjunta como medio disuasivo.

Se orienta a la formación del personal en el marco de nuevos escenarios y adoptando una visión preponderante al factor tecnológico, se involucra de manera transversal en todas las variables de la organización, como ser la gestión de información, los sistemas de armas y los sistemas de comando y control. La innovación en autonomía tecnológica permite obtener ventajas significativas en áreas sensibles de la defensa (Sosa, 2019). Y en el año 2020 se sanciona la Ley 27.565 por la cual se crea el Fondo Nacional de la Defensa, la cual prevé la asignación de los recursos necesarios para financiar el proceso de reequipamiento de las fuerzas armadas a través de la recuperación, modernización y/o incorporación de material que se considera en el plan anual de inversión.

En julio del año 2021 se aprueba la Directiva de Política de Defensa Nacional, donde se plasma la necesidad de incrementar la cooperación regional y se le fija al Estado Mayor Conjunto de las Fuerzas Armadas la misión de incrementar las capacidades de comando, control, comunicación, computación, inteligencia, interoperabilidad, vigilancia y reconocimiento (C4I2VR) del Sistema de Defensa Nacional. Incorporando el uso de Inteligencia Artificial (IA) en las tecnologías aplicadas a fin de que se pueda conducir las operaciones militares conjuntas en torno a la noción de gestión multidominio.

Por todo lo anteriormente mencionado, se puede vislumbrar que la innovación es una estrategia que puede emplear el Estado, fijando prioridades, objetivos sectoriales y financiamiento. Pero actualmente la aplicación de políticas relacionadas a la ciencia y tecnología necesitan una validación social, a fin de que puedan aportar beneficios efectivos al desarrollo económico y social. Buscando la integración de cada esfuerzo sectorial en una estrategia más amplia para lograr así una transformación redituable y competitiva (Emiliozzi, Forcinito, 2020).

Actualmente los sistemas de comando y control en el nivel operacional presentan una línea de investigación en estudio y actualización a nivel mundial, ya que existen desafíos en lo que se refiere al tipo de operaciones y sus dominios de injerencia, agencias intervinientes, uso de IA, sensores, medidas de seguridad y el marco legal.

## **Estado actual**

El concepto de sistema de comando y control, se lo presenta como un punto de inflexión motivado por la irrupción de las tecnologías emergentes, por las tecnologías que incorporan cada vez más sistemas y el objetivo es integrar a todos los sistemas bajo una

red única. Conceptos como guerra concentrada en redes (*net centric warfare*), compromiso colaborativo (*collaborative engagement*), sensores de disparo (*sensor-to-shooter*), atraviesan al concepto de la guerra, pero en particular, como una nueva concepción del ejercicio del mando y control, los cuales se presentan como uno de los principales objetivos a la construcción de un dibujo compartido de la situación o *common picture*. Por lo que se plantea que nunca se conseguirá el sistema definitivo y completo, ya que el avance en el desarrollo tecnológico en las áreas de los subsistemas de información y comunicaciones, empleo de satélites de cobertura global, seguridad y medios de transmisión es un proceso sin solución de continuidad (Cabello, 2001).

A su vez, se observa como la interoperabilidad y la comunicación elevan los estándares mediante el empleo del formato *Peer to Peer* (conexión entre usuarios sin intermediarios) en sistemas de comando y control. Lo que permite desarrollar una infraestructura integrada en materia de comunicación, flujos de información y de intercambio de servicios entre las fuerzas armadas, de seguridad, policiales y otras agencias estatales y organizaciones no gubernamentales (Repetto, Espínola, 2010).

La evolución tecnológica repercute directamente en el liderazgo militar, y en vez de facilitar la descentralización de las operaciones y otorgar un mayor grado de iniciativa a los mandos subordinados, se produce una preponderancia de presencia virtual donde se entrometen en los límites inferiores (*micro management*). (Lanchares Davila, 2018).

Como antecedentes referidos a la temática en análisis, se encuentran varios trabajos enmarcados por la Escuela Superior de Guerra Conjunta. El que trata a la influencia de la guerra de información en un teatro de operaciones, explica cómo las tecnologías de avanzadas permiten disponer de una visión general de la situación y contar con un mayor grado de certezas a fin de proporcionar más elementos de juicio en el proceso de toma de decisiones (Riquelme, 2012). Por otra parte, el trabajo relacionado a los sistemas de información en tiempo real en el teatro de operaciones, se detalla como la tecnificación posibilita la modificación de las acciones propias de acuerdo a las acciones del oponente, y con ello se adecúa y se acelera la capacidad de reacción y respuesta (Gómez, 2012).

En el trabajo relacionado al tema sobre las comunicaciones y la guerra moderna, el autor presenta al espectro electromagnético como nueva dimensión en la guerra, que permite producir diversos efectos en los sistemas de información del adversario. Además, se expresa que la política de defensa debe articular la participación de organizaciones estatales y privadas para el desarrollo tecnológico y su posterior producción. Finalmente se

concluye que el sistema de comunicaciones debe presentar características de interoperabilidad entre todos los niveles de la conducción, para que el comandante operacional disponga de libertad de acción y flexibilidad a fin de ejercer su comando (Vicenti, 2014).

En el año 2018 se aborda el tema de la utilización de enlaces de datos técnicos en un teatro de operaciones conjunto. Se presenta al concepto de la guerra centrada en redes, con la finalidad de potenciar las capacidades propias y disminuir las de los adversarios. Como también la necesidad de que la información proveniente de los sensores y plataformas, debe estar a disposición en tiempo y forma por todos los usuarios de la red. Esto se encuentra materializado por grandes redes de comunicaciones, donde se permite el intercambio de datos e información instantáneamente (García, 2018).

En un reciente trabajo producido en el Instituto de Inteligencia de las Fuerzas Armadas, se desarrolla la temática del sistema de información que integra sistema de comando y control, donde el aporte radica en que la información se transforme en un conocimiento dominante. El sistema de comando y control se debe acoplar en la fase conformación de posibles escenarios y el sistema de información funciona como apoyo al proceso del ciclo de reacción y la gestión de los datos. Finalmente, el autor determina seis espacios en los cuales se emplea el instrumento militar. Ellos son el espacio terrestre, aéreo, marítimo, espacial, ciberespacial y el control del espacio aéreo (Silva, 2019).

Por todo lo precedentemente expresado, se observa que el estudio y actualización del sistema de comando y control nunca va finalizar y que tampoco se dispondrá de un producto terminado, ya que la tecnología se encuentra en constante evolución.

### **Planteo del problema**

¿Cuáles son las características que debe poseer un sistema de comando y control en el marco de las operaciones conjuntas y combinadas para el instrumento militar de la República Argentina?

### **Alcance y limitaciones**

Las tecnologías disruptivas, las innovaciones tecnológicas y no tecnológicas son transversales a todas las actividades del ser humano, el presente trabajo tiene un alcance solo a las innovaciones y tecnologías que se aplican en el instrumento militar como lo son la estructura operacional y de funcionamiento de los sistemas de comando y control.

El tema se aborda desde las necesidades que se le presentan a una fuerza conjunta y combinada, y como ejemplo se adopta a la Fuerza de Paz Combinada “Cruz del Sur”. Se

analiza con una mayor atención a las características de integración e interoperabilidad, para lo cual se focaliza en el análisis de las características que debe poseer un sistema de comando y control, teniendo en cuenta el marco legal vigente, los escenarios de los conflictos de cuarta generación y las características de las operaciones conjuntas y combinadas. Se toma como ejemplos a los desarrollos privados que ofrece la empresa *Elbit Systems* y la compañía *Hexagon Geospatial*, para realizar el análisis de los niveles de estandarización tecnológica en estructuras operacionales y de funcionamiento de origen privado.

### **Aportes teóricos y/o prácticos al campo disciplinar**

Mediante el estudio del estado del arte actual, los sistemas que se ofrecen en el ámbito privado y la disponibilidad de recursos por parte de la República Argentina, se pretende realizar un aporte académico para una futura adquisición de un sistema de comando y control para el instrumento militar por parte del Estado Mayor Conjunto de las Fuerzas Armadas. Para satisfacer las necesidades del comandante y de su estado mayor, a fin de lograr un eficiente asesoramiento y asistencia en el proceso de toma de decisiones. Desde una perspectiva holística, sistémica y caótica se considera que las fuerzas armadas argentinas deben disponer de una plataforma que se pueda integrar en operaciones conjuntas y combinadas.

### **Objetivos**

Como objetivo general se analizan las características en el montaje de un sistema de comando y control para las fuerzas conjuntas de la República Argentina que se empleen para integrar la Fuerza de Paz Combinada Cruz del Sur.

Por otro lado, como objetivos particulares se describen las características de las plataformas que se emplean en la Organización del Tratado del Atlántico Norte y en los Estados Unidos de Norteamérica. Luego se analizan los sistemas de comando y control que se utilizan en las fuerzas armadas de la República Argentina. Y finalmente se analizan los niveles de estandarización tecnológico que se alcanzan mediante estructuras operacionales y de funcionamiento de desarrollo privado.

### **Hipótesis**

Un sistema de comando y control para el nivel operacional será eficiente en tanto y en cuanto se elabore un plan de adquisición que permita obtener una ventaja significativa en

la conducción de las operaciones, que se pueda hacer un uso de empleo dual y que además coadyuve a la investigación, desarrollo e innovación en las organizaciones estatales y privadas de la República Argentina.

### **Metodología**

Para la elaboración del presente trabajo se emplea un método deductivo, donde se pretende corroborar la hipótesis a través de la consecución de los objetivos particulares. Se realiza un diseño explicativo y descriptivo, en el cual se emplea en un primer momento técnicas de validación bibliográfico y documental para obtener las conclusiones parciales. Se trabaja sobre la base de la teoría general de los sistemas y la teoría del caos, además se analizan fuentes como leyes sancionadas en la República Argentina, doctrina conjunta y combinada, artículos publicados en internet, trabajos de investigación, clases relacionadas y publicaciones afines.

Finalmente se utiliza la técnica de validación de análisis lógico para conectar las características de la teoría general de los sistemas y de la teoría del caos con la bibliografía analizada y la necesidad de disponer un sistema de comando y control para el nivel operacional, a fin de integrarlos y responder a la hipótesis propuesta.

## **CAPÍTULO I**

### **Sistemas de comando y control internacionales**

En el presente capítulo se describen los sistemas de comando y control que se emplea en la Organización del Tratado del Atlántico Norte (OTAN) y en los Estados Unidos de Norteamérica (EEUU). El objetivo perseguido es analizar la disposición de la estructura de comando y control además de las tecnologías aplicadas, para poder dimensionar las capacidades a la que debe aspirar la República Argentina. A fin de poder tomarlas como un posible ejemplo para la disposición de las organizaciones de nivel operacional e integración de la industria nacional.

#### **Estados Unidos de Norteamérica**

En el año 2019 se desarrolló la plataforma de Comando y Control de Dominio Múltiple (MDC2) como un sistema de múltiples nodos conectados en los entornos de operaciones en desarrollo. El progreso de la capacidad de la red MDC2 marca una orientación que mantiene como foco a las operaciones conjuntas y combinadas, y se pone como responsable de llevar adelante este proyecto a la Fuerza Aérea a fin de proporcionar una plataforma de comando y control común, desde la cual se puede aprovechar las fuentes de datos dispares y se sincronicen los efectos entre dominios donde se facilite la conducción de operaciones (Departamento de Defensa, 2019).

En el año 2020 se incrementó los fondos para la investigación y desarrollo del Sistema de Comando y Control Conjunto de Todos los Dominios (JADC2), donde se consolida el desarrollo del Sistema Avanzado de Gestión de Batalla (ABMS) y el sistema MDC2 (Departamento de Defensa, 2020). Los funcionarios norteamericanos entienden que los conflictos futuros van a requerir que el proceso de toma de decisiones se resuelva en horas, minutos o segundos, por lo contrario, en el proceso actual se requiere de varios días para analizar el ambiente operacional y la emisión de órdenes. Con el empleo del sistema JADC2 se puede conectar sensores de todas las fuerzas militares en una sola red.

Esta plataforma se base en la analogía de los servicios de viajes compartidos Uber, donde una aplicación es para los pasajeros y la otra es para los conductores, se usa la posición de los usuarios y el algoritmo determina la coincidencia en función de la distancia, el tiempo de viaje y los pasajeros. Luego la aplicación proporciona instrucciones que debe seguir el conductor y lleva al pasajero a su destino, se basa en el uso de redes móviles para transmitir datos, que coincidan con los pasajeros y así poder proporcionar instruc-

ciones para el conductor. A su vez el sistema JADC2 prevé proporcionar un entorno similar en la nube para que las fuerzas conjuntas compartan datos de inteligencia, vigilancia y reconocimiento, transmitidos a través de las redes de comunicación, para incrementar la velocidad en el proceso de la toma de decisiones. Anexo 2 (Figura 2: Visualización del sistema JADC2).

Además, este sistema tiene la finalidad de incrementar la eficiencia en el proceso de toma de decisiones mediante la recopilación de numerosos sensores y procesadores de datos donde se utilizan algoritmos de inteligencia artificial para identificar objetivos y luego recomendar el arma más óptima, que puede ser cinética o no cinética como por ejemplo armas cibernéticas o electrónicas, para accionar sobre el objetivo.

Desde el Departamento de Defensa se plantea la necesidad de cambiar las estructuras de comando y control, debido a que actores internacionales que compiten por la vanguardia tecnológica se encuentran desarrollando capacidades sofisticadas de concepto anti-acceso / denegación de área (A2/AD). En estas se incluyen la guerra electrónica, armas cibernéticas, misiles de largo alcance y defensas aéreas avanzadas, además de poseer la superioridad en el acceso a la información en el ambiente operacional. Se plantea el desafío de configurar el sistema JADC2 con un enfoque multidominio, donde las fuerzas terrestres, aéreas, navales, espaciales y cibernéticas se emplean para desafiar el análisis de los objetivos del adversario. Asimismo, se proporciona a los comandantes acceso a un volumen de información que permite ejecutar operaciones simultáneas y secuenciales en donde se incrementa la sorpresa, la integración rápida y continua de las capacidades en todos los dominios, a fin de obtener las ventajas físicas, psicológicas y el control del ambiente operacional. Anexo 3 (Figura 3: Ambiente A2/AD)

Por otra parte, los programas de comando y control actuales, como el Centro de Operaciones Aéreas y Espaciales, el sistema de Radar de Vigilancia Conjunta y Ataque y el sistema de Control y Alerta Aerotransportado no se encuentran actualizados para la velocidad, complejidad y letalidad de los conflictos actuales y futuros. Ya que estas plataformas poseen décadas de antigüedad y no se puede acoplar junto a los nuevos desarrollos tecnológicos. En cambio, con el empleo de la arquitectura del JADC2 se logra incrementar la comprensión del ambiente operacional, la conducción de las fuerzas, medios a disposición y la sincronización de los efectos de todos los dominios.

Finalmente, el Departamento de Defensa se encuentra liderando un equipo multifuncional conjunto para explorar la evolución del concepto JADC2, el Estado Mayor Conjunto tiene la responsabilidad de llevar a delante las políticas, doctrinas y requerimientos,

la fuerza aérea es la responsable del desarrollo de tecnología, quien además se encuentra desarrollando el ABMS a fin de transmitir información a través de todos los dominios. El ejército se encuentra abocado al Proyecto Convergencia, mediante el cual se logra modernizar la red de información para permitir la conducción de operaciones multidominio. Por último, la armada que se aboca al Proyecto Overmatch, el cual se destina a obtener una arquitectura tecnológica en la flota que utilice inteligencia artificial y equipos tripulados/no tripulados a fin de que se logre conducir operaciones marítimas distribuidas y se adquiera la capacidad de interoperabilidad con otras fuerzas o agencias.

### **Organización del Tratado del Atlántico Norte (OTAN)**

Con la finalidad de que se promueva la interoperabilidad en la conducción de las operaciones militares se han interconectado los Centros de Excelencia (COE) de cada miembro de la OTAN, donde se conforma una red a disposición de los mandos. Entre éstos se destaca el Centro de Excelencia de Mando y Control (C2COE), donde se estudia y desarrolla todo lo relacionado a la materia de comando y control en el nivel operacional como ser los procesos y estructuras tecnológicas, sistemas de gestión de información, del conocimiento y factores humanos.

El C2COE plantea que, ante un ambiente operacional que se caracteriza por ser ambiguo, complejo e incierto, además se suma la cantidad de datos a procesar y los eventos interconectados en los múltiples dominios, se incrementa en forma exponencial la demanda de apoyo al proceso de toma de decisiones por parte del comandante operacional y su estado mayor. Para darle solución a éste requerimiento se emplea la plataforma operativa de Comando y Control para las Operaciones Multi Dominio (MDOC2D), donde se aplica la innovación tecnológica para el apoyo durante todo el proceso de toma de decisiones en los puestos comandos. Se caracteriza por la capacidad de intercambio de información multidominio, la huella electromagnética, el uso de Inteligencia Artificial (IA) y colaboración inteligente no humana. Ésta plataforma permite integrar y sincronizar los efectos que se necesiten realizar en los dominios físicos (terrestre, naval, aéreo y espacial), virtual (cibernético), social y el individual de comando y control.

Razón por la cual se plantean una serie de diferencias entre los puestos comando de nivel operacional, mientras que el actual se basa en instalaciones centralizadas estáticas, con procesos de transmisión de información lenta y sesgada, se convierte en un objetivo de alto valor para el enemigo debido a que presenta vulnerabilidades frente a los ataques en múltiples dominios. En cambio, el puesto comando donde se emplea la plataforma

MDOC2D se permite realizar las funciones conjuntas similares a las que se realiza en la actualidad, pero éstas son respaldadas por la innovación tecnológica aplicada que se basa en el análisis de datos y análisis predictivo en todos los dominios del puesto comando del nivel operacional (Scherrenburg, 2020).

El objetivo es que a corto plazo se emplee la plataforma MDOC2D en todos los puestos comando que dispone la OTAN. Y que cumpla con las características de poseer la información de manera distribuida con la ubicación física dispersa; con el empleo de colaboradores inteligentes no humanos (NIC), software de soporte como el conocimiento de la situación y apoyo para la toma de decisiones; incorporación de herramientas basadas en la IA para la Evaluación de las Operaciones (OPSA), la evaluación de riesgos y la selección del Modo de Acción (COA); interfaces hombre-máquina innovadoras para aumentar la agilidad de los actores, la velocidad y calidad en el proceso de toma de decisiones. Para cumplir con estas características la plataforma MDOC2D se basa en un sistema abierto y modular integrados mediante nodos interoperables (Scherrenburg, 2020).

Se combinan tres elementos cruciales, en primer lugar, se proporciona un escenario realista para la conducción de las operaciones en el nivel operacional; en segundo lugar, la plataforma utiliza los datos militares validados en los escenarios que aumenta la plausibilidad; y en tercer lugar, se utiliza la innovación tecnológica para mejorar la viabilidad en la solución de problemas y minimizar los riesgos de implementación. Se recurre a la tecnología de Realidad Virtual (VR) como interfaz hombre-máquina, donde el comandante y su estado mayor tienen un Resumen de Actualización para Comandantes (CUB) interactivo dentro de una configuración dispersa.

Contiene una estructura con un diseño modular que permite integrar herramientas junto a programas de IA o de aprendizaje autónomo y todo en un solo interfaz. También funciona como una plataforma para compartir información de diferentes tipos y formas que se alimenta por las múltiples aplicaciones. Se obtiene un producto que incluye una herramienta interactiva dentro de una configuración dispersa, que utiliza monitores de riesgos, ejemplos de reportes relacionados a los Requisitos de Información Crítica del Comandante (CCIR), todo esto permite realizar la conducción de las operaciones, además de distribuir información en un entorno disperso.

Se utiliza tecnología civil y militar integrada dentro de un puesto comando del nivel operacional que brinda una perspectiva diferente al comandante y a su estado mayor. Según el C2COE, la plataforma MDOC2D tiene la ventaja de acortar el tiempo del proceso

en la toma de decisiones ya que se puede seleccionar información a pedido o extraer información; se puede incorporar nuevos módulos; y se dispone de una visión integral del ambiente operacional mediante el empleo de la VR. Su base de realidad virtual inicial no se limita al comandante operacional, sino que, gracias a la interfaz intuitiva y descentralizada se proporciona una conexión e interacción con personal disperso en diferentes dominios y actores, como los enlaces militares, políticos, civiles, ONGs, grupos de trabajo, etc. (Gubbels, 2021).

### **Conclusiones parciales**

En primer lugar, la estrategia nacional y las estrategias sectoriales adquieren un papel preponderante desde la apreciación de los escenarios futuros hasta la asignación de recursos. En el caso de los Estados Unidos de Norteamérica se materializa desde el Poder Ejecutivo que asigna los recursos, el Congreso que fiscaliza el gasto de esos recursos, el Departamento de Defensa que autoriza su uso y las fuerzas armadas quienes son los responsables de que esos recursos se transformen en las soluciones a las necesidades operacionales.

En segundo lugar, se establece un estándar mínimo a las estructuras tecnológicas para que se afronte con un mayor grado de eficiencia las exigencias de un ambiente operacional con peculiaridades de operaciones multidominio. Se debe optimizar el proceso de toma de decisiones en el nivel operacional.

En tercer lugar, en el caso de los Estados Unidos de Norteamérica, cada fuerza es responsable del desarrollo de su sistema, pero se encuentra bajo la dirección y orientación del Departamento de Defensa para mantener la interoperabilidad de los sistemas. En el caso de la OTAN, se dispone de un centro que integra el conocimiento, la investigación y desarrollo de los sistemas de comando y control.

Finalmente y en cuarto lugar, se extraen aspectos comunes de los dos sistemas analizados, como el empleo de las VR y de la IA; la integración de sensores; el empleo de una base de información y comunicación entre distintos usuarios pero sin intermediarios (*Peer to Peer*); se incorpora el concepto multidominio en los sistemas de comando y control; y se plantea una organización de instalaciones físicas descentralizadas pero con la capacidad de interacción instantánea.

## **CAPÍTULO II**

### **Sistemas de comando y control nacionales**

En el presente capítulo y en un primer momento se considera al sustento legal que brinda la ley de reestructuración de las fuerzas armadas, la ley del Fondo Nacional para la Defensa y la Directiva Política de la Defensa Nacional del año 2021. Luego se describen los estándares de los sistemas de comando y control y otras plataformas que se utilizan en las fuerzas armadas de la República Argentina. Posteriormente se analiza a la Fuerza de Paz Combinada (FPC) “Cruz del Sur” como una organización conjunta y combinada. Y finalmente se redactan las conclusiones parciales.

#### **Marco legal**

En marzo de 1998 se sanciona la ley 24.948 relacionada con la reestructuración de las fuerzas armadas argentinas. En la cual se establece, entre otras, las bases políticas, orgánicas y funcionales para que se realice una reestructuración y disposición relativa a todo lo atinente al equipamiento para la defensa nacional. Se asigna al Ministerio de Defensa la responsabilidad de la evaluación y decisión sobre los requerimientos de equipamiento de las fuerzas armadas con una visión enmarcada por las operaciones militares conjuntas. Ya sea para la recuperación o adquisición de material, se privilegiará la incorporación de sistemas que incluyan la transferencia de tecnología y equipamiento para el adiestramiento operativo simulado.

En el año 2020 se sanciona la ley 27.565 relacionada al Fondo Nacional de la Defensa. Este fondo tiene un concepto de empleo que no afecta la partida presupuestaria anual, lo que permite que se destinen esos recursos para financiar el proceso de reequipamiento de las fuerzas armadas argentinas, a fin de dirigirlos específicamente a la recuperación, modernización y/o incorporación de material previsto en el plan anual de inversión. En ella se establecen criterios para que se sustituya productos internacionales por el desarrollo y producción local de bienes o servicios; se promueve la innovación tecnológica, las acciones de investigación y desarrollo integrado por el sector público y privado a fin de favorecer a la estructura productiva nacional.

En julio del año 2021 se aprueba la actualización de la Directiva de Política de Defensa Nacional (DPDN), en la cual se concibe al instrumento militar como el brazo armado del Sistema de Defensa Nacional. Si bien se entiende que este sistema se debe caracterizar por su autonomía, la República Argentina incorpora el reconocimiento y la importancia de la cooperación interestatal y con dimensión multilateral.

Se prioriza la consolidación de fuerzas combinadas en el ámbito regional como lo son la Fuerza Binacional argentino-chilena “Cruz del Sur” y la Compañía de Ingenieros Binacional argentino-peruana “Libertador Don José de San Martín”, donde se establece como piedra angular la confianza mutua a través de la interoperabilidad de las fuerzas a fin de vislumbrar un sistema cooperativo de defensa regional.

Se orienta al Estado Mayor Conjunto de las Fuerzas Armadas para que se garantice la interoperabilidad y compatibilidad en los distintos sistemas de armas del instrumento militar. Además, se debe tender a lograr una arquitectura única de comando y control que resulte interoperable e integrable entre todos los niveles de la conducción.

Se determinan prioridades a los proyectos de inversión atinente a la adquisición de sistema de comando, control, comunicación, computación, inteligencia, interoperabilidad, vigilancia y reconocimiento (C4I2VR); sistemas satelitales de comunicaciones y observación; sistemas no tripulados; y sistemas de ciberdefensa.

En la República Argentina se dispone de una estructura e infraestructura relacionada al desarrollo de la ciencia y tecnología, donde se integran a las universidades, a los centros de investigación y desarrollo, a las empresas de ingeniería, a las industrias y empresas de servicios para llegar finalmente a la innovación o adquisición de productos.

Para que se logre la integración del sistema científico y tecnológico el Ministerio de Defensa dispone de una Secretaría de Investigación, Política Industrial y Producción para la Defensa con la misión de “promover soluciones tecnológicas innovadoras que contribuyan a modernizar la Defensa Nacional” (Ministerio de Defensa, 2017, p. 5) y la cual se vincula con las direcciones de investigación y desarrollo del Estado Mayor Conjunto y de cada fuerza armada.

En el año 2008 se creó el Programa de Investigación y Desarrollo para la Defensa (PIDDEF) con el objetivo de fortalecer las actividades de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i) mediante el financiamiento de proyectos orientados a obtener soluciones verificables, demostrables y/o prototipos de nuevas tecnologías o nuevos usos. Destinados a mantener, actualizar o incorporar capacidades para la Defensa Nacional.

### **Plataformas tecnológicas de las fuerzas armadas argentinas**

En la actualidad el instrumento militar argentino no dispone de un sistema de comando y control a disposición del comandante operacional para el apoyo al proceso de toma de decisiones en operaciones conjuntas o combinadas, aunque cada fuerza armada tiene su propia plataforma a fin de satisfacer sus necesidades.

Para el empleo del componente terrestre se utiliza el Sistema Integrado Táctico de Comando y Control del Ejército Argentino (SITEA), el cual fue desarrollado por el Centro de Investigación y Desarrollo de Sistemas Operacionales del Ejército Argentino (CI-DESO). Esta plataforma es un sistema modular abierto que se integra por subsistemas de información; hardware y software; distintas redes y equipamiento de telecomunicaciones. Brinda el apoyo al proceso de planeamiento y conducción de las operaciones de los comandantes de las Grandes Unidades de Combate, donde se integra a los puestos comandos de las organizaciones dependientes con la capacidad de comunicarse a través de voz y datos en forma segura, a su vez recibir información de diversos captores.

La Armada de la República Argentina se encuentra en pleno proceso de adquisición y modernización de su capacidad operativa, en su flota tiene embarcaciones de distintas nacionalidades como lo son los buques de guerra Meko 360 y Meko 140 de origen alemán, o los patrulleros de origen francés como parte del programa *Off-Shore Patrol Vessel (OPV)*, etc.

Para el empleo y conducción del componente naval se utiliza una plataforma de cartografía digital con un sistema de mensajería que permite la conectividad entre los elementos desplegados y el puesto comando. Si bien no se dispone de un sistema de comando y control actualizado e interoperable con las otras fuerzas, ésta plataforma permite cubrir con las necesidades de la Armada de la República Argentina.

La Fuerza Aérea Argentina ha tenido un papel preponderante en el Plan de Radarización Nacional desde el año 1992, el cual tenía un objetivo de gestión del tránsito aéreo. Luego de varios inconvenientes, en el año 2004 se concretó el proyecto denominado Sistema Nacional de Vigilancia y Control Aeroespacial (SINVYCA), con el objetivo de disponer un control unificado del tránsito aéreo en territorio nacional (Montenegro, 2009).

En el año 2006 se asigna la responsabilidad sobre el control de la aviación civil a la Administración Nacional de la Aviación Civil y la responsabilidad al Estado Mayor Conjunto de la vigilancia del espacio aéreo, pero exclusivamente desde el punto de vista militar. En este sentido en el año 2014 se constituye el Comando Conjunto Aeroespacial, con la misión principal de conducir la defensa aeroespacial integral donde se vigila y se controla el aerospacio soberano. Esta organización se caracteriza por disponer de la conducción centralizada y la ejecución descentralizada, utiliza una plataforma que integra medios de las tres fuerzas armadas en forma coordinada como también posee la capacidad de establecer enlaces con las fuerzas de seguridad.

En el mismo año se crea el Comando Conjunto de Ciberdefensa que mantiene una dependencia orgánica, funcional y operativa del Estado Mayor Conjunto de las Fuerzas Armadas, con la misión de conducir las operaciones de ciberdefensa en apoyo a las operaciones militares del instrumento militar, que además tiene la función de coordinar e integrar las acciones de los centros de ciberdefensa de cada fuerza armada, y a requerimiento del Ministerio de Defensa apoyar a otras agencias u organismos.

### **La FPC “Cruz del Sur” y los posibles escenarios de los conflictos actuales**

En el año 2006 se establece el memorándum de entendimiento entre la República Argentina y la República de Chile, referente a los términos y condiciones para la organización de la FPC “Cruz del Sur” y de su Estado Mayor. El cual se constituye con los propósitos de disponer una organización para que se emplee bajo el mandato de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) y para que se establezcan los acuerdos necesarios para la conducción política y militar de la fuerza combinada (Garre N. & Timerman H.M., 2010).

La referencia de esta fuerza militar conjunta y combinada en el presente trabajo, se encuadra bajo una finalidad exclusiva a todo lo relacionado sobre las necesidades y estándares mínimos que debe disponer una plataforma operativa de comando y control.

La mencionada organización militar tiene la misión de ejecutar operaciones militares de paz o apoyo humanitario, a requerimiento de la ONU y con autorización previa de ambos países. Se encuentra organizada por un comandante, un estado mayor, un componente terrestre, que incluye una compañía de ingenieros, un componente naval, un componente aéreo, y un hospital militar. Anexo 4 (Figura 4: Organización de la FPC “Cruz del Sur”), Anexo 5 (Figura 5: Organización del estado mayor de la FPC “Cruz del Sur”).

El escenario donde se despliegue la FPC probablemente se regirá por características de las guerras de la cuarta generación, las cuales comprenden operaciones de guerrillas, asimétricas, de baja intensidad, terrorismo y contraterrorismo; en donde el ambiente operacional se verá influenciado por grupos violentos de naturaleza política, económica, religiosa o étnica. Además, se sumará las operaciones cibernéticas y las acciones en los medios de comunicación para influir en la población y en las decisiones del nivel político (Lind, 2004).

Para ello, el comandante y su estado mayor necesitan una plataforma operativa de comando y control que brinde soluciones a los requerimientos que se presenten para conducir las operaciones que se desarrollan en los espacios terrestres, navales, aéreos, espacial,

ciberspacial y en el control del espacio aéreo (Silva, 2019). A lo que se suman las necesidades y enlaces con otras agencias gubernamentales y organizaciones no gubernamentales (Segura, 2016).

### **Conclusiones parciales**

De todo lo analizado se obtienen las conclusiones que a continuación se detallan. En primer lugar, en la Ley 24.948 se considera la necesidad de realizar el reequipamiento de las fuerzas armadas, donde se prioriza la adquisición de sistemas que permitan la transferencia tecnológica y el adiestramiento operativo simulado encuadrados bajo el concepto de la acción militar conjunta.

En segundo lugar, a través de la Ley 27.565 se crea el Fondo Nacional de la Defensa como la herramienta financiera para el proceso de equipamiento, promoviendo la innovación tecnológica mediante la investigación y desarrollo (I+D) del sector público y privado, y al mismo tiempo apoyar a la estructura productiva de la República Argentina.

En tercer lugar, en la actualización de la DPDN del año 2021 se fija la necesidad de disponer una arquitectura única de comando y control, que se caracterice por la interoperabilidad e integración entre todos los niveles de conducción. Además, se prioriza la adquisición de sistemas C4I2VR.

En cuarto lugar, no se dispone de una estructura operativa de comando y control para el apoyo de una organización militar conjunta y combinada, ni tampoco para el nivel operacional. Si bien cada fuerza dispone de plataformas que permiten dar cumplimiento a sus requerimientos, éstas no funcionan con características de interoperabilidad entre las fuerzas y otras agencias, lo que implica una falta de integración de los sistemas.

En quinto lugar, la FPC “Cruz del Sur” solo dispone del componente terrestre, naval y aéreo, y no de organizaciones relacionadas a la conducción de las operaciones en el espacio o ciberespacio. Como tampoco se encuentra una estructura operativa de comando y control para coordinar las acciones y sincronizar los efectos de las fuerzas combinadas.

Relacionado al dominio del ciberespacio y por las características del escenario donde se desplegará esta fuerza militar combinada, será necesario contar con sistema de comando y control robusto que permita la capacidad de conducir ciberoperaciones (defensivas como nivel de estándar mínimo).

Finalmente y en sexto lugar, la Secretaría de Investigación, Política Industrial y Producción para la Defensa adquiere un rol fundamental para lograr la integración de los esfuerzos. Que inician desde una necesidad operacional del Estado Mayor Conjunto, al

mismo tiempo se vincula con las universidades que generan el conocimiento, con la industria pública y privada que produce la tecnología, y con el Estado que proporciona las condiciones legales y provee el recurso económico.

## CAPÍTULO III

### Desarrollos privados de estructuras operativas

En el presente capítulo se toma como ejemplo a dos empresas internacionales que se dedican a producir y actualizar estructuras operativas de comando y control. En primera instancia se analizan los productos de la empresa Elbit Systems y luego de la compañía Hexagon Geospatial, para de así poder determinar los estándares de cada plataforma, sus herramientas y su estructura tecnológica. Además, se presenta a la Feria Internacional de Defensa y Seguridad (España), con el objetivo de resaltar diferentes conceptos de integración y concientización entre la industria, las universidades, las fuerzas armadas y el Estado. Y finalmente se redactan las conclusiones parciales que coadyuvan al arribo de las conclusiones finales.

#### **Elbit Systems**

La empresa Elbit Systems, que tiene la sede en Haifa (Israel), se considera como una compañía desarrolladora de alta tecnología con alcance internacional. Dedicada a una amplia gama I+D+i, que van desde programas comerciales, hasta productos relacionados a la seguridad y la defensa.

La presencia global de esta empresa marca un incremento de participación en los Estados Unidos de Norteamérica, el Reino Unido y varios países de Europa y Asia, pero ha disminuido en los países latinoamericanos. Anexo 6 (Figura 6: Presencia geográfica global).

Desde el año 2005 se encuentra trabajando conjuntamente con la empresa inglesa UAV Tactical Systems Ltd. (U-TacS) en el desarrollo de aeronaves no tripuladas (UAV) Watchkeeper WK 450 (Flight Global, 2005).

En lo relacionado a trabajos realizados en la República Argentina, dicha empresa se encargó de la modernización del Tanque Argentino Mediano (TAM) y la actualización del IA-63 Pampa. Este último programa incluyó un diagrama de Soporte Logístico Integrado (ILS), sistema de conexión Briefing/Debriefing que incluye un equipo terrestre de apoyo (GSE) para el planeamiento de misiones, y mantenimiento de nivel organizacional y nivel intermedio de mantenimiento (I&O Level Maintenance).

Elbit Systems y las empresas subsidiarias tienen una aplicación en las áreas relacionadas a sistemas aeroespaciales, terrestres, navales y C4I2VR; UAV, electroóptica y paque-

tes de guerra electrónica (EW); actualización de plataformas y desarrollo de nuevas tecnologías con aplicación en seguridad, defensa y comercio; y servicios de apoyo, capacitación y sistemas de simulación.

El producto relacionado al sistema de comando y control que ofrece dicha empresa se lo denomina Torch-X, el cual se despliega como una plataforma diseñada para afrontar los desafíos que se presentan en la guerra centrada en redes (NCW) y en el campo de batalla digital (Battlefield digitalization). Por ende, permite brindar un apoyo significativo al proceso de toma de decisiones en las operaciones multidominio, donde se requieren marcos adaptables, seguros y protegidos que incrementen de manera sustancial la efectividad del instrumento militar.

Elbit Systems presenta al sistema Torch-X HQ como una plataforma con estándares C4I2VR, que permite la integración de los puestos comando de nivel táctico, operacional y estratégico. Posee una estructura de simulación y capacitación tanto para el planeamiento como en el desarrollo de las operaciones. Además, provee características de compatibilidad e interoperabilidad para el apoyo en la conducción de las operaciones multidominio. Anexo 7 (Figura 6: Funcionamiento del sistema Torch-X en el estado mayor).

Dispone de módulos interoperables que brindan capacidades y soluciones integrales, seguras y de multiplataformas basadas en el empleo de la IA, además de proporcionar datos en tiempo real y servicio de mensajería en formato de voz y video. Permitiendo así acortar el ciclo de decisión-acción; minimizar la carga cognitiva; y respaldar la integración, coordinación, sincronización y control sin interrupciones desde los sensores hasta los efectores tripulados y no tripulados.

El módulo Torch-X Mounted proporciona en las instalaciones del puesto comando un conocimiento unificado de la situación a través de una red de sensores y efectores que contribuyen a la conducción de fuerzas en operaciones multidominio.

El módulo Torch-X Fires tiene la capacidad para adquisición de objetivos, conducción de los fuegos y ejecución de misiones. Se encuentra diseñado para apoyar de manera cinética, no cinética y en múltiples dominios.

El módulo Torch-X Borders ofrece una solución integrada de múltiples capas para aplicaciones de comando, control, inteligencia, vigilancia y reconocimiento (C2ISR). Se emplea tecnología con base en la IA, el aprendizaje autónomo y algoritmos, brindando una capacidad para proteger las fronteras empleando la vigilancia regional en tiempo real, la alerta temprana, la gestión de misiones y la interceptación.

El módulo Torch-X Maritime integra a varias capas de sensores marítimos y fluviales que permiten contribuir en la conducción operaciones multidominio.

El módulo Torch-X Air se basa en la integración total entre los sistemas de comando y control internos y externos, aeronaves y vehículos. Lo que permite brindar un cuadro de situación completa y precisa denominado imagen operacional aérea común (ACOP) integrada.

El módulo Torch-X RAS permite ejecutar operaciones autónomas con equipos tripulados / no tripulados (MUM-T) donde se sincronizan las plataformas terrestres y aéreas no tripuladas de formaciones heterogéneas. Éste módulo presenta estándares de interoperabilidad y robótica con ayuda de la IA y aprendizaje autónomo.

El módulo Torch-X ISR brinda una conducción segura de operaciones multidominio y un estándar de interoperabilidad entre los niveles estratégicos, operacional y táctico. Es una estructura única que integra a múltiples sensores para obtener la recopilación masiva de datos, además los administra, los supervisa y los procesa para llegar a los conocimientos de inteligencia.

Al mismo tiempo y gracias a los procesos automatizados asistidos por la IA se reducen significativamente la carga cognitiva y aumenta la velocidad operativa en el proceso de planeamiento de las operaciones. Contribuyendo desde el proceso de inteligencia, el desarrollo y aprobación de los COA, hasta la distribución de órdenes.

El módulo Torch-X Comms proporciona un sistema que permite configurar una red de comunicaciones entre el nivel estratégico, operacional y táctico, lo que proporciona una imagen operacional completa y en tiempo real.

El módulo Torch-X Dismounted es una plataforma integrada que comprende componentes de hardware y aplicaciones C2ISR, que utilizan las fuerzas que se encuentran desplegadas en el terreno. Disponiendo así de la misma información y capacidades que en el módulo Torch-X Mounted. Anexo 8 (Figura 8: Módulo Torch-X Dismounted).

## **Hexagon Geoespatial**

La compañía Hexagon Geoespatial, que tiene representación en la República Argentina a través de la empresa Geosystems, se presenta como una corporación que aporta una cartera de sensores, software y soluciones autónomas.

Se enfoca en otorgar una sólida base de I+D para que se impulse al desarrollo de tecnologías innovadoras emergentes y complementarias, con base en el aprendizaje autónomo, IA y tecnologías de computación. Con el objetivo de mejorar la productividad, la

eficiencia y la calidad a escala, a fin de utilizar menos insumos, generar menos residuos y emplear tecnologías con economías sostenibles para las generaciones venideras.

Hexagon Geoespatial y las firmas subsidiarias tienen una prestación de servicios que se visualiza en una extensa gama de industrias, que se aplican en el ámbito público o privado. Y van desde tecnologías aplicadas a la agricultura, educación, transporte, urbanización, hasta soluciones relacionadas a las emergencias sanitarias, inteligencia, seguridad y defensa (Hexagon Geoespatial, 2021).

Las soluciones que se ofrecen en materia de inteligencia y defensa, radica en la transformación de datos complejos en información significativa y necesaria para el proceso de toma de decisiones. Además, se plantea que sus plataformas conectan tanto a las fuerzas armadas, a los integradores de los sistemas y a los desarrolladores de los equipos, permitiendo obtener una capacidad de visualización y conciencia situacional.

Para tal fin dispone de diferentes plataformas tecnológicas, la primera es GEOINT, que realiza el análisis de mapas e imágenes; la segunda es Cartográfica, que mejora la cartografía digital ya disponible y habilita servicios de mapas dinámicos; la tercera es Base de Datos Geoespacial Multinacional, que permite una integración y visualización rápida de datos en una nube integrada; la cuarta se denomina Luciad Lights Speed, que permite brindar soluciones tanto en el planeamiento como también en la conducción de las operaciones multidominio.

El producto relacionado al sistema de comando y control que ofrece dicha compañía se lo denomina Luciad Lights Speed y se lo presenta como una plataforma diseñada para crear soluciones C4ISR en los puestos comando y a las tropas desplegadas en el terreno. Que permite la conexión en tiempo real y de múltiples fuentes a fin de ver y analizar productos que complementen el conocimiento del ambiente operacional e incrementen la eficiencia en el proceso de toma de decisiones (Hexagon Geoespatial, 2021).

El sistema Luciad Light Speed posee una arquitectura modular abierta, que permite a los distintos usuarios analizar, fusionar y visualizar los datos geoespaciales. Los cuales se componen por información estática y en movimiento de múltiples fuentes, mapas, imágenes satelitales, videos con movimiento completo, datos y proyecciones meteorológicas, cálculos de rutas aéreas, terrestres y navales. Además, integra entre los niveles estratégico, operacional y táctico una Imagen Operacional Común (COP) del ambiente operacional en tiempo real, mediante visualizaciones en tres y cuatro dimensiones. Anexo 9 (Figura 9: Sistema Luciad Light Speed).

Este sistema dispone de un módulo Apoyo al Proceso de Planeamiento, mediante la cual se produce la integración de imágenes, mapas; la predicción y análisis meteorológico; el empleo de sensores en tiempo real y otros datos obtenidos gracias al empleo de la IA y de algoritmos.

El módulo de Gestión de Batalla proporciona una COP en tiempo real que permite una más amplia comprensión de la situación del ambiente operacional. Ésta se puede visualizar tanto por el comandante y su estado mayor o por las tropas desplegadas en el terreno, además, se puede realizar el seguimiento de las propias fuerzas ya sea en actividades adiestramientos o en operaciones.

El módulo Comando y Control (C2) tiene la capacidad de procesar datos en tiempo real de los dominios terrestre, marítimo, aéreo, espacial y cibernético. Con la finalidad de entregar un producto superlativo que se plasma en la COP y en las funciones de comando y control de las operaciones multidominio.

El módulo de Radar y Sonar supera el concepto de la herramienta que se emplea como un rastreador parpadeante en una pantalla, éste módulo brinda capacidades totalmente personalizables e incrementa las operaciones de detección y seguimiento. Anexo 10 (Figura 10: Módulo de Radar y Sonar).

Por último, el módulo de Sistemas No Tripulados provee la capacidad de visualización y análisis en tiempo real, que mediante la recopilación y procesamientos de datos de manera integrada con otros módulos. Y a través de lo cual, se incrementan de manera significativa la administración de imágenes, movimientos e información.

Esta compañía presenta como ejemplo la aplicación del sistema Luciad Light Speed en el proceso de planificación de las operaciones de la OTAN. En este caso de estudio se usó la herramienta iGeoSIT (interim Geo Spatial Intelligence Tool o herramienta intermediadora de inteligencia geoespacial) que aportó soluciones en el proceso de planeamiento y conducción de operaciones multidominio, además de aportar una proyección de la COP mucho más eficiente.

### **Feria Internacional de Defensa y Seguridad (FEINDEF)**

La FEINDEF posee su sede central en Madrid (España), se presenta ante la comunidad como un marco de referencia que engloba al sector de seguridad y defensa en el Reino de España. Además, dispone de una orientación intelectual y científica dirigida a la innovación, cooperación internacional y colaboración entre empresas, instituciones, universidades, fuerzas armadas y de seguridad como respuesta global a la defensa.

La misma se define como una institución privada sin fines de lucro, que tiene como misión fomentar la sensibilidad por los temas relacionados a la seguridad y defensa. Donde se debate acerca de la integración de la industria en la tecnología aplicada a la defensa y el compromiso de investigación e innovación científica a fin de obtener la atención de la sociedad española y europea (FEINDEF, 2021).

Dicha feria se presenta como un catalizador de programas de defensa en el Reino de España y como una oportunidad para impulsar la industria, el empleo, el talento, la innovación y la transformación digital.

Por otra parte, se brindan conferencias y foros de discusión que comprenden temáticas concernientes a la nueva generación de sistemas de armas, la cooperación europea en I+D+i, el papel de la industria y la universidad, el diseño de las fuerzas del futuro, las tecnologías aplicadas a la logística, el empleo de la IA, los sistemas tripulados en forma remota, el alcance de la ciberseguridad, la sanidad militar operativa, los sistemas de combate integral, la cadena de suministros, incentivos y desarrollos de programas con empleo dual.

Por último, se estimula al desarrollo de programas referidos a la innovación en materia de seguridad y defensa, con el objetivo de fomentar mediante diversos incentivos a la presentación y competencias de proyectos que apliquen tecnologías de empleo dual. Donde se acerca a la industria, los usuarios, al mundo académico y a otras organizaciones en un ambiente abierto de intercambio de ideas e información, apoyando así a la comprensión mutua y transferencia del conocimiento entre los organismos de investigación públicos y la comunidad industrial.

### **Conclusiones parciales**

En primer lugar, se concluye que la empresa Elbit Systems dispone de la capacidad para realizar desarrollos y actualizaciones de sistemas terrestres, navales, aeroespaciales, UAV, electroópticos y C4I2VR.

En segundo lugar, el sistema Torch-X dispone de módulos interoperables que permite apoyar significativamente al proceso de planeamiento y de toma de decisiones para la conducción de operaciones multidominio y ciberoperaciones.

En tercer lugar, la compañía Hexagon Geoespatial ofrece soluciones de actualización y desarrollo de tecnologías relacionadas al análisis y visualización de mapas dinámicos, cartografías digital e integración de datos geoespaciales.

En cuarto lugar, el sistema Luciad Light Speed posee módulos interoperables que brinda soluciones C4ISR, que permite incrementar la eficiencia durante el proceso de toma de decisiones y complementar el conocimiento del ambiente operacional en las operaciones multidominio. Permite integrar al nivel estratégico, operacional y táctico mediante una COP integral de la situación del ambiente operacional.

En quinto lugar, se obtiene que los estándares operacionales comunes de los sistemas de comando y control considerados son los siguientes:

- ✓ Interoperabilidad entre todos los módulos
- ✓ Integración entre el nivel estratégico, operacional y táctico
- ✓ Empleo de la IA y algoritmos en apoyo al proceso de toma de decisiones
- ✓ Empleo de la robótica con aprendizaje autónomo
- ✓ Empleo de vehículos y aeronaves tripuladas en forma remota
- ✓ Producir una situación gráfica común e integral, que se pueda visualizar tanto en el puesto comando como por las tropas desplegadas en el terreno.

En sexto lugar, surge que del análisis del objetivo y las actividades que realiza la FEIN-DEF se concluye en la necesidad de crear conciencia ciudadana en materia de seguridad y defensa, a través de conferencias y foros; como también la de generar un ambiente de cooperación e integración de conocimiento estatal y regional de la defensa. Asimismo, se denota la particularidad de promover un ambiente de investigación con la finalidad de que se presenten proyectos relacionados a la I+D+i, los cuales son puestos en valor a través de distintos incentivos. Que a su vez generen un espacio para conectar los productos que ofrecen las empresas públicas y privadas, con las necesidades de las fuerzas de seguridad y fuerzas armadas. Y por último se entiende que se debe estimular el estudio y desarrollo del empleo dual, mediante tecnología aplicada tanto para la seguridad y defensa, como para otras áreas del Estado.

## CONCLUSIONES FINALES

El sistema de comando y control a disposición del comandante operacional y de su estado mayor se ve afectado de forma transversal por la I+D+i de tecnología disruptiva aplicada a la defensa, lo que presenta así un ciclo que funciona sin solución de continuidad.

Se necesita una concatenación e integración entre los objetivos de la estrategia nacional y las estrategias sectoriales, como la estrategia militar, social, industrial y económica. Para poder lograr la aceptación de la sociedad sobre la aplicación de políticas públicas relacionadas a la seguridad y a la defensa.

La República Argentina dispone de un marco legal que abarca los aspectos relacionados al reequipamiento de las fuerzas armadas y a la disposición de una herramienta financiera (FONDEF) que promueve la I+D+i del sector público y privado, como también la herramienta administrativa (PIDDEF) para los proyectos destinados a incrementar las capacidades de la Defensa Nacional.

La República Argentina no dispone de una estructura operativa de comando y control para emplearla en el nivel operacional, aunque dispone de sistemas que utiliza cada fuerza armada, sin embargo, estos no cumplen con la característica de integración entre sistemas.

Para dar respuesta a tal situación, en la actualización de la DPDN del año 2021 se prioriza la adquisición de sistemas C4I2VR. Estos sistemas deben disponer de una arquitectura de comando y control única, que se caracterice por la interoperabilidad en la conducción de las operaciones multidominio, e integración entre el nivel estratégico, operacional y táctico.

En la actualidad se dispone de un circuito eficiente relacionado a la ciencia y tecnología, que inicia en las necesidades del Estado Mayor Conjunto, que luego se conectan con las distintas Direcciones de Investigación y Desarrollo de cada fuerza, con las universidades y con la industria. Finalmente, la Secretaría de Investigación, Política Industrial y Producción para la Defensa tiene el rol fundamental de integrar a cada necesidad de las estrategias sectoriales a fin de satisfacer las exigencias de la estrategia nacional.

Las características de las guerras de cuarta generación inciden de manera colateral a los estándares que deben disponer las plataformas tecnológicas comando y control para el nivel operacional. Además, se le debe proporcionar al comandante operacional y a su estado mayor la capacidad de poder planificar y conducir las operaciones en el dominio terrestre, naval, aéreo, espacial, ciberespacial y control del espacio aéreo. Como también

así contar con enlaces eficientes y seguros con agencias gubernamentales y no gubernamentales.

El sistema JADC2 vincula a todos los usuarios mediante una red, la cual se conecta a una nube que brinda datos de inteligencia, vigilancia y reconocimiento de manera instantánea y sin recurrir a intermediarios.

Utiliza a la IA y algoritmos para recomendar o proponer distintas soluciones en diferentes escenarios, reduciendo así la carga cognitiva y los sesgos personales. Además, Integra distintos captores que permiten obtener una comprensión de la situación del ambiente operación en tiempo real.

Tiene la capacidad de apoyar a las operaciones multidominio, a las ciberoperaciones y además permite irrumpir en las capacidades de A2/AD del adversario.

La plataforma MDOC2D también tiene la capacidad de apoyar a las operaciones multidominio y a las ciberoperaciones. Utiliza a la IA y a la NIC para recomendar o proponer distintas soluciones en diferentes escenarios.

Cambia el paradigma de los puestos comando físicos estáticos y pesados, por instalaciones distribuidas y conectadas mediante una red donde se interactúa a través de interfaces tecnológicas de VR.

Acorta significativamente el tiempo durante el proceso de planeamiento y de toma de decisiones. Además, se reduce la carga cognitiva y los sesgos de las personas.

El sistema Torch-X y el Luciad Light Speed, del mismo modo que los sistemas anteriores, poseen la capacidad de apoyar el planeamiento y conducción de las operaciones multidominio y las ciberoperaciones.

Para dar respuesta a la pregunta del presente trabajo, los estándares que debe poseer un sistema de comando y control en el marco de las operaciones conjuntas y combinadas para el instrumento militar de la República Argentina, deben ser los siguientes:

- ✓ Ser un sistema abierto, modular e interoperable
- ✓ Emplear la IA y algoritmos en el proceso de planeamiento y de toma de decisiones, para reducir la carga cognitiva y los sesgos personales.
- ✓ Disponer de módulos que permita el empleo de la robótica, de UAV, de vehículos tripulados en forma remota.
- ✓ Producir una imagen operacional integral mediante el empleo de la VR, para permitir un entendimiento de la situación del ambiente operacional en tiempo real, a través de la integración de sensores, procesamiento de datos y productos de inteligencia.

- ✓ Otorgar una base de datos integral, que permita un ingreso sin necesidad de intermediarios o restricciones.

Las características en el montaje de un sistema de comando y control para las fuerzas conjuntas de la República Argentina que se empleen para integrar una fuerza de combinada, deben ser:

- ✓ Apoyar el proceso de planeamiento y proceso de toma de decisiones de las operaciones multidominio y ciberoperaciones.
- ✓ Permitir una disposición de las instalaciones físicas distantes, pero virtualmente conectadas a través de la VR.
- ✓ Integrar al nivel estratégico, operacional y táctico a través de una red que permita compartir y comprender la situación del ambiente operacional en tiempo real.
- ✓ Plantear múltiples escenarios y sus soluciones, a fin incrementar de manera sustancial y eficiente el proceso de planeamiento y proceso de toma de decisiones.
- ✓ Integrar a los enlaces que se tiene con las agencias gubernamentales y no gubernamentales.

Todo esto lleva a que se tenga que elaborar un detallado plan de adquisición para disponer de un sistema de comando y control con los estándares y características antes mencionadas. En un primer momento y a corto plazo, se entiende conveniente la compra de una estructura tecnológica con desarrollo privado. Pero que permita la transferencia de tecnología a las distintas organizaciones estatales de la República Argentina.

En un segundo momento y a mediano plazo, disponer y mantener autonomía en lo que respecta a las soluciones C4I2SR. En este periodo de tiempo, adquiere un valor trascendental la Secretaría de Investigación, Política Industrial y Producción para la Defensa, quien integra a las necesidades de las fuerzas armadas con las universidades, las empresas públicas, empresas privadas y el Estado.

Estos proyectos de I+D+i, tienen que caracterizarse por aportar al desarrollo productivo nacional, por disponer de un empleo dual, por aprovechar las ventajas de disponer autonomía tecnológica y fundamentalmente por la aprobación de la sociedad que estos proyectos no son un gasto sino una inversión. Que están a disposición del pueblo para satisfacer sus necesidades, y mejorar la calidad de vida de los habitantes de la República Argentina.

Finalmente, se concibe que se debe disponer de un ambiente académico y de discusión, con la finalidad de generar una conciencia ciudadana en materia de seguridad y defensa. A su vez, se debe promover a un ambiente que aporte distintos tipos de incentivos a los

proyectos de I+D+i en materia de defensa. Por último, montar un espacio que contribuya a la integración y a la cooperación entre las empresas públicas, privadas, las necesidades del Estado Mayor Conjunto y las universidades.

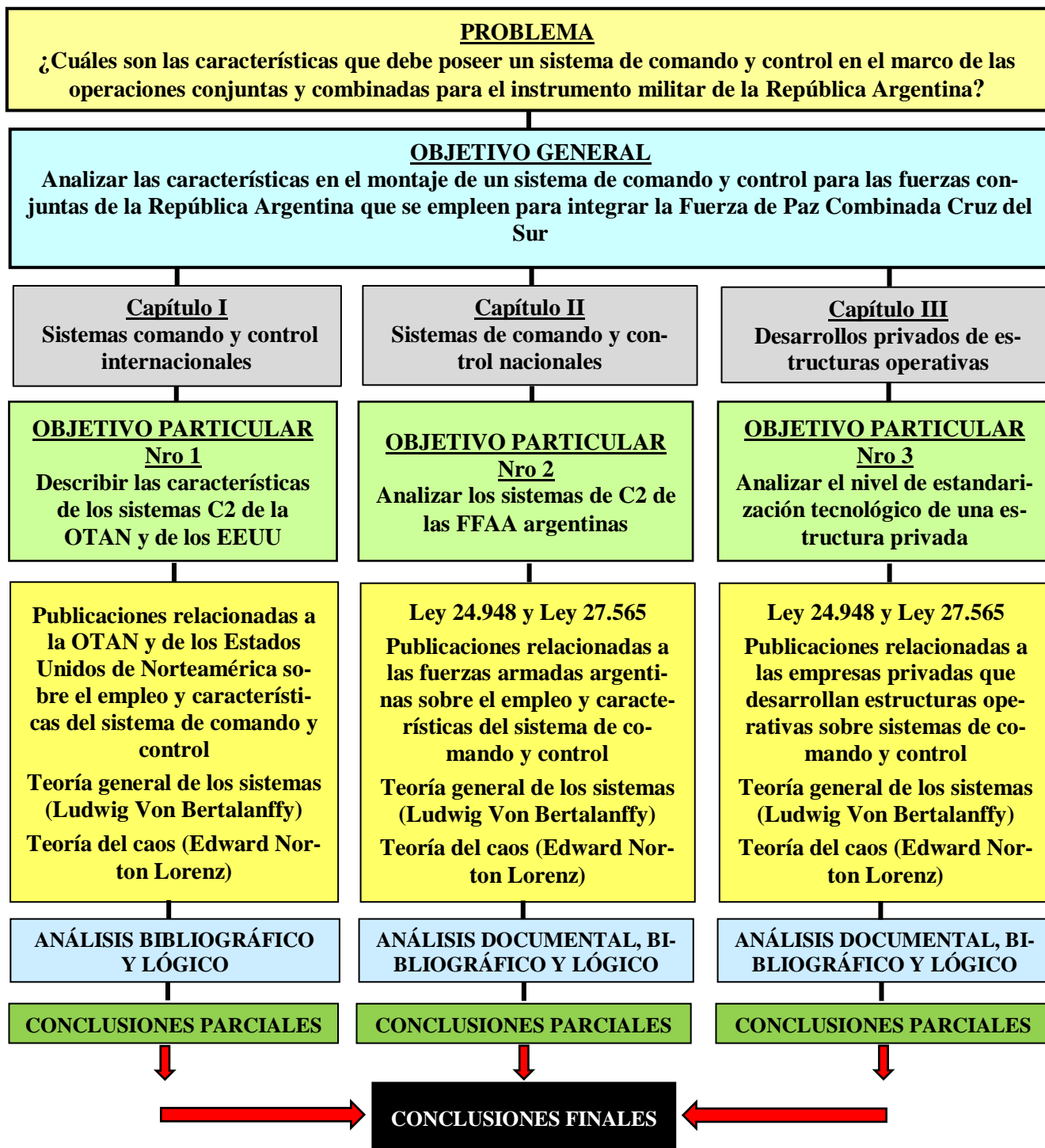
## BIBLIOGRAFÍA

- Bentley, R (2005). *U-Tac awarded \$500 million Watchkeeper contract*. Recuperado de <https://www.flightglobal.com/u-tacs-awarded-500-million-watchkeeper-contract/63559.article>.
- Bower, J.L., Christensen C.M. (1995). Disruptive Technologies: Catching the wave. *Harvard Business Review* 73, Nro 1, 43-53.
- Cabello, E.C. (2001). Los sistemas de mando y control. Una visión histórica prospectiva. *MINISDEF, Boletín de Información Nro. 271*, 31-56.
- Christensen, C.M. (2008). *El dilema de los innovadores*. Buenos Aires, Argentina. Granica S.A.
- CIDESO, (2016). *SITEA Manual de Usuario*. Buenos Aires. Argentina.
- Departamento de Defensa de los Estados Unidos de Norteamérica (2019). *Multi Domain Command and Control (MDC2). Resumen presupuestario, año fiscal 2020*. Recuperado de [https://www.dacis.com/budget/budget\\_pdf/FY20/RDTE/F/0304115F\\_234.pdf](https://www.dacis.com/budget/budget_pdf/FY20/RDTE/F/0304115F_234.pdf).
- Departamento de Defensa de los Estados Unidos de Norteamérica (2020). *April 2020 Internal Reprogramming Request*. Recuperado de [https://comptroller.defense.gov/Portals/45/Documents/execution/reprogramming/fy2020/ir1415s/20-25\\_IR\\_April\\_2020\\_Request.pdf](https://comptroller.defense.gov/Portals/45/Documents/execution/reprogramming/fy2020/ir1415s/20-25_IR_April_2020_Request.pdf).
- Directiva de Política de Defensa Nacional (2021). Publicada en el Boletín Oficial, 19 de julio de 2021. Argentina.
- Elbit Systems (2021). *Torch-X™ C4ISR Solutions*. Recuperado de <https://elbitsystems.com/products/c4i-systems/>.
- Emiliozzi, S., Forcinito, K. (2020). *Políticas de ciencia, tecnología e innovación: la emergencia de los instrumentos sectoriales en Argentina y Brasil*. Buenos Aires, Argentina. UNGS.
- Estado Mayor Conjunto de las Fuerzas Armadas (2021). *Jefatura VII – Investigación y Desarrollo Tecnológico del Estado Mayor Conjunto de las Fuerzas Armadas*. Recuperado de <https://www.fuerzas-armadas.mil.ar/Dependencias-JVII.aspx>.
- FEINDEF (2021). *Tecnologías duales para el futuro de Europa*. Recuperado de <https://www.feindef.com/>.
- García, G.D. (2018). *Utilización de enlaces de datos técnicos en un teatro de operaciones conjunto* (Trabajo Final Integrador de Especialización). Escuela Superior de Guerra Conjunta de las Fuerzas Armadas. Buenos Aires, Argentina.

- Garre N. & Timerman H.M., (2010). *Memorándum de entendimiento*. Buenos Aires Argentina.
- Gil Ruiz, A.M., Varela Azkue, G., González Diez, A. (2008). *Guía práctica para abordar la innovación y su gestión en las empresas del sector de la edificación residencial*. Vitoria, España. Nemo Estudio S.L.
- Gómez, H.G. (2012). *Usos, alcances y limitaciones de los sistemas de información en tiempo real en el teatro de operaciones* (Trabajo Final Integrador de Especialización). Escuela Superior de Guerra Conjunta de las Fuerzas Armadas. Buenos Aires, Argentina.
- Gubbels F. (2021). *Quick Reference List 2021*. Recuperado de <https://c2coe.org/download/quick-reference-list-2021/>.
- Hexagon Geoespatial (2021). *Luciad Ligth Speed*. Recuperado de <https://www.hexagongeoespatial.com/products/luciad-portfolio/luciadlightspeed>.
- Hoehn J. R. (2021). *JointAll-Domain Command and Control (JADC2)*. Recuperado de <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/IF/IF11493>.
- Lind, W. (2004). Understanding Four Generation War. *Military Review* (September – October 2004), 12-16.
- Lanchares Davila, L. (2018). *Influencia de las nuevas tecnologías en el liderazgo (militar). Consideración especial para el Ejército de Tierra en el entorno operativo futuro* (Trabajo de fin de Máster). Instituto Universitario General Gutiérrez Mellado. Madrid, España.
- Ministerio de Defensa (2011). *Organización y funcionamiento de la FPC Cruz del Sur*. Buenos Aires, Argentina.
- Ministerio de Defensa (2017). *Presentación de Programas – Investigación, desarrollo e innovación productiva para la defensa*. Recuperado de <https://www.unr.edu.ar/descargar.php?id=26516>.
- Ministerio de Defensa (2021). *Programa de investigación y desarrollo para la defensa*. Recuperado de <https://www.argentina.gob.ar/defensa/piddef>.
- Montenegro, R., (2009). *La vigilancia aeroespacial nacional: Su vinculación con la Seguridad Interior*. Recuperado en mayo de 2021 de [http://www.info.faa.mil.ar/caee/docs/la\\_vig\\_aero\\_y\\_su\\_vinc\\_co\\_\(1\).pdf](http://www.info.faa.mil.ar/caee/docs/la_vig_aero_y_su_vinc_co_(1).pdf).
- Poder Legislativo Nacional, (1998). Ley Nacional Nro. 24.948. Fuerzas Armadas. Principios fundamentales. República Argentina.

- Poder Legislativo Nacional, (2020). Ley Nacional Nro. 27.565. Fondo Nacional de la defensa. República Argentina.
- Repetto, A.J.M., Espíndola, N., (2010). Interoperabilidad y comunicaciones utilizando P2P en sistemas de comando y control para emergencias y catástrofes. *XVI Congreso argentino de ciencias de la computación*, 102-111.
- Riquelme, E.J. (2012). *La influencia de la Guerra de la Información en un Teatro de Operaciones* (Trabajo Final Integrador de Especialización). Escuela Superior de Guerra Conjunta de las Fuerzas Armadas. Buenos Aires, Argentina.
- Scherrenburg M. (2020). *The NATO C2COE MDO C2 Demonstrator platform*. Recuperado de <https://c2coe.org/download/the-nato-c2coe-mdo-c2-demonstrator-platform/>.
- Segura, E. (2016). Comando y control en escenarios cívicos-militares. *Visión Conjunta*, Año 8, Nro. 14, 58-68.
- Silva, M.A. (2019). *Procedimientos y medios para que la toma de decisiones sea correcta y oportuna: El sistema de información* (Trabajo Final Integrador de Especialización). Instituto de Inteligencia de las Fuerzas Armadas. Buenos Aires, Argentina.
- Vicenti, R.O. (2014). *Las comunicaciones y la guerra moderna* (Trabajo Final Integrador de Especialización). Escuela Superior de Guerra Conjunta de las Fuerzas Armadas. Buenos Aires, Argentina.

## Anexo 1 (Figura 1: Esquema metodológico) AL TRABAJO FINAL INTEGRADOR



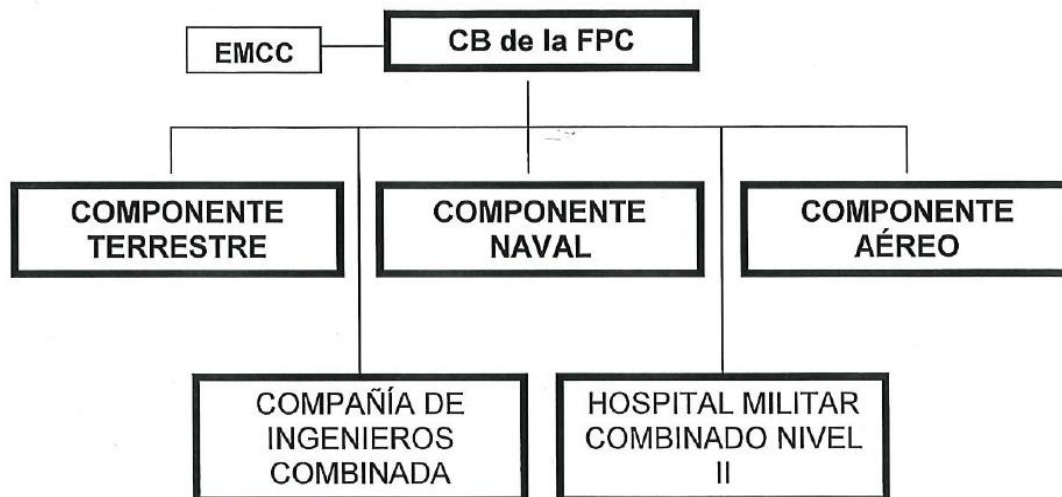
**Anexo 2 (Figura 2: Visualización del sistema JADC2 - Fuente: Hoehn, 2021) AL TRABAJO FINAL INTEGRADOR**





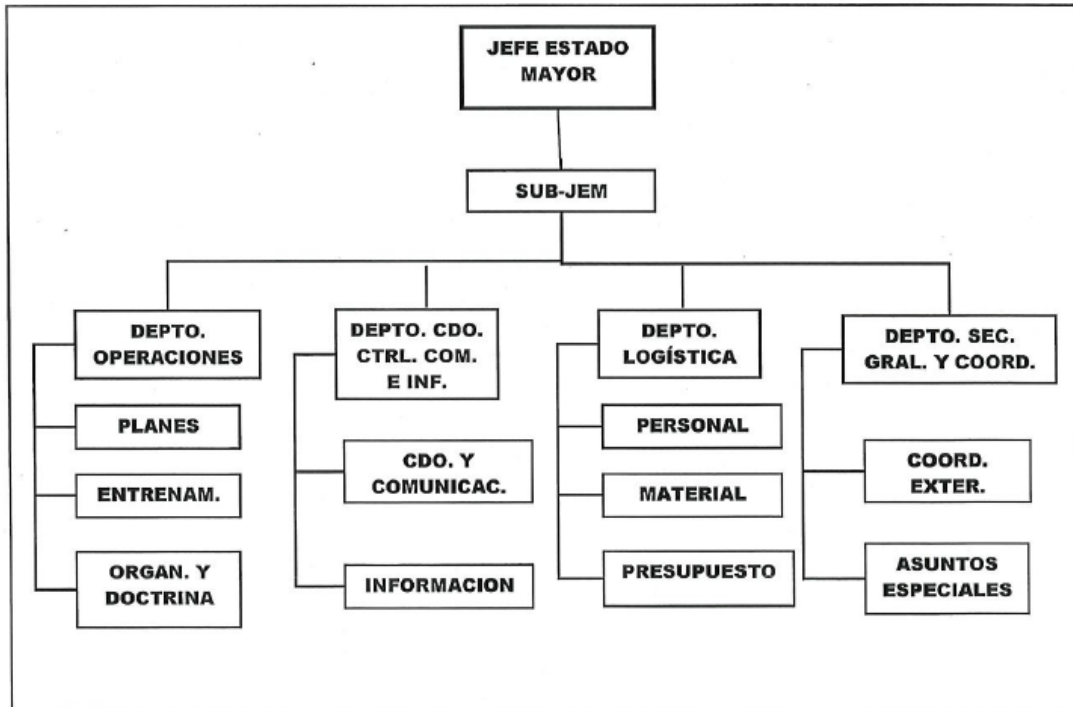
**Anexo 4 (Figura 4: Organización de la FPC “Cruz del Sur” - Fuente: Estado Mayor Conjunto, 2011) AL TRABAJO FINAL INTEGRADOR**

**ORGANIZACIÓN DE LA FUERZA DE PAZ COMBINADA “CRUZ DEL SUR”**



Anexo 5 (Figura 5: Organización del estado mayor de la FPC “Cruz del Sur” - Fuente: Fuente: Estado Mayor Conjunto, 2011) AL TRABAJO FINAL INTEGRADOR

ORGANIZACIÓN DEL ESTADO MAYOR DE LA FPC



**Anexo 6 (Figura 6: Presencia geográfica global - Fuente: Elbit Systems, 2021) AL TRABAJO FINAL INTEGRADOR**



**Anexo 7 (Figura 7: Funcionamiento del sistema Torch-X en el estado mayor - Fuente: Elbit Systems, 2021) AL TRABAJO FINAL INTEGRADOR**



Anexo 8 (Figura 8: Módulo Torch-X Dismounted - Fuente: Elbit Systems, 2021)  
AL TRABAJO FINAL INTEGRADOR



**Anexo 9 (Figura 9: Sistema Luciad Light Speed - Fuente: Hexagon Geoespatial, 2021) AL TRABAJO FINAL INTEGRADOR**



**Anexo 10 (Figura 10: Módulo de Radar y Sonar - Fuente: Hexagon Geoespatial, 2021) AL TRABAJO FINAL INTEGRADOR**

