

TEC1000

2022

Estudios de Vigilancia
y Prospectiva Tecnológica
en el área de Defensa
y Seguridad



Centro de Estudios Grl Mosconi
Prospectiva Tecnológica Militar



TEC1000

2022



Centro de Estudios GRI Mosconi
Prospectiva Tecnológica Militar



FIE

CEPTM "GrI MOSCONI"

Estudios de Vigilancia
y Prospectiva Tecnológica
**en el área de Defensa
y Seguridad**

2022

Guglielmono, Jose Alberto

TEC1000 / Jose Alberto Guglielmono. - 6a edición especial - Beccar : Jose Alberto Guglielmono , 2023.
286 p. ; 24 x 17 cm.

Edición para Centro de Estudios de Prospectiva Militar General Mosconi.

ISBN 978-631-00-2155-3

1. Tecnología Militar. I. Título.

CDD 355.26

DIRECTOR

CR (R) OIM José Alberto Guglielmono

AUTOR

Centro de Estudios de Prospectiva Tecnológica Militar “General Enrique Mosconi”

EDITOR Y PROPIETARIO

Fundación “Grl Div Manuel Nicolás Savio”

ISSN 2591-4162

ISSN –L 2591-4162

Av. Cabildo 15 . Palermo . Ciudad Autónoma de Buenos Aires
C1426AAA Teléfono: 4779-3300

ceptm@fie.undef.edu.ar

<https://www.fie.undef.edu.ar/ceptm/>

ÍNDICE

PRÓLOGO . Decano de la Facultad de Ingeniería del Ejército	7
PRESENTACIÓN . Director CEPTM "GrI MOSCONT"	9
1. Estudio del conflicto de Ucrania - Rusia	11
1.1 Cielos en Tensión: Amenazas rusas y la Defensa Aérea de Ucrania	11
1.2 Armas Hipersónicas rusas en Ucrania 2022	29
1.3 Guerra en Ucrania: Los Fuegos precisos de largo alcance y sistemas aéreos autónomos en el campo de batalla. Tecnologías emergentes y disruptivas	41
1.4 La situación de la central de Zaporizhzhya, Ucrania, y los riesgos de un accidente nuclear	141
1.5 La muerte en directo – La guerra entre Rusia y Ucrania en las redes sociales	151
1.6 Prospectiva Militar. Construcción de escenarios con “Tres horizontes”	167
1.7 La Guerra Electrónica y la Ciberguerra en el conflicto de Ucrania	177
1.8 El conflicto Ucrania-Rusia. “500 días: una perspectiva del Poder Aéreo”. Una mirada desde los niveles de la guerra	193
2. ARTÍCULOS SELECCIONADOS EN CONVOCATORIA 2022	201
2.1 Desafíos prospectivos del litio e hidrógeno verde: una mirada desde las orillas investigativas	201
2.2 Principales tendencias en el desarrollo de armas de fuego portátiles de trayectoria tendida	215
2.3 El paradigma de la simulación y los videojuegos en la guerra moderna	241
2.4 Estación Móvil de Comunicaciones Digitales: alternativa comunicacional en Antártida	255
3. CETPM “GrI. Mosconi” Año 2022	265
3.1 Integrantes	265
3.2 Capacitaciones	267
3.3 Publicaciones	269
3.4 Principales actividades y eventos del CEPTM “MOSCONI” año 2022	271
3.5 NEWSLETTERS del Observatorio Tecnológico Mosconi (OTM)	273
4. NODO TERRITORIAL DE DEFENSA Y SEGURIDAD	
4.1 Observatorio Tecnológico Aeroespacial (OTA)	279
4.2 Observatorio Argentino del Ciberespacio (OAC) del Instituto de Ciberdefensa de las Fuerzas Armadas	282

PRÓLOGO

Tengo el agrado de presentar la sexta edición de la publicación “TEC1000”, desarrollada por el Centro de Estudios de Prospectiva Tecnológica Militar “GrI Div Mosconi” (CEPTM).

El CEPTM, en su continua labor de investigación y análisis, nos brinda una mirada profunda sobre las tendencias tecnológicas y su impacto en la defensa. La “TEC 1000” constituye uno de los productos del Centro e integra algunos de los trabajos y estudios de vigilancia tecnológica realizados por los analistas, observadores y colaboradores externos durante el año 2022, en los cuales se reflejan las tendencias mundiales en el área de la Defensa y Seguridad desde una perspectiva tecnológica.



La vigilancia tecnológica en Defensa se refiere al monitoreo y análisis de avances tecnológicos relevantes para la seguridad y defensa de un país. Esto implica identificar y evaluar nuevas tecnologías, tendencias y amenazas potenciales, así como también oportunidades estratégicas, lo que permite a las Fuerzas Armadas adaptarse y tomar decisiones debidamente actualizadas dentro del ámbito en que se desenvuelven. A su vez, la vigilancia tecnológica es fundamental para estar a la vanguardia y fomentar la innovación en el ámbito académico. En nuestra Facultad, el CEPTM desempeña un papel clave en este proceso, ya que contribuye con informes técnicos, artículos y documentos académicos a fortalecer nuestras capacidades y aportando conocimientos en el campo de la ingeniería aplicada a la Defensa, permitiendo la actualización de nuestras carreras en términos de tecnología militar e identificando oportunidades de investigación y desarrollo.

A través de sus publicaciones, el CEPTM busca generar conciencia sobre los desafíos tecnológicos emergentes y contribuir al desarrollo de estrategias y políticas que permitan aprovechar las oportunidades que brinda el avance tecnológico. Entre otras actividades destacadas del Centro se encuentran los cursos y seminarios especializados para estudiantes, profesionales y miembros de las Fuerzas Armadas y la participación en jornadas, congresos y eventos interinstitucionales nacionales e internacionales que posibilitan la vinculación de la FIE con expertos y organismos referentes del campo de la Ciencia y la Tecnología, entre estos la Red Nacional de Nodos Territoriales de VTelE del MinCyT, el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) y la Asociación Latino-iberoamericana de Gestión Tecnológica de la Innovación (ALTEC), permitiendo el intercambio de ideas y el aprendizaje conjunto.

Agradezco a los analistas del CEPTM y a sus colaboradores por el empeño puesto en cada una de las actividades que desarrollan. A través de esta publicación, somos testigos del esfuerzo conjunto entre el ámbito universitario y militar por mantenernos a la vanguardia tecnológica. Espero que este libro sea una herramienta valiosa para aquellos interesados en adquirir conocimientos estratégicos actualizados.

CABA, diciembre de 2022

Coronel OIM Alberto Ricardo Nadale

Decano de la Facultad de Ingeniería del Ejército “GrI Div Manuel N Savio”

PRESENTACIÓN

Estimados lectores:

Me complace presentarles la sexta publicación anual TEC1000, que marca otro hito en nuestra búsqueda constante de analizar y comprender la evolución de la tecnología en el ámbito militar. En esta ocasión, hemos centrado nuestra atención en un acontecimiento trascendental que ha sacudido el escenario internacional: la guerra entre Rusia y Ucrania.

Lo que está aconteciendo es altamente complejo y desafiante y ha puesto de manifiesto la importancia crucial de la tecnología en el campo de batalla moderno. A través de los análisis y conocimientos aportados por nuestros destacados analistas y expertos, hemos explorado en profundidad las diferentes dimensiones tecnológicas de este conflicto, que ha servido como un punto de inflexión en el panorama geopolítico global.

Uno de los aspectos más destacados de nuestras investigaciones ha sido el papel fundamental que han desempeñado los drones y las tecnologías relacionadas. En el anterior número, TEC1000 2021, anticipamos y abordamos detalladamente el uso de drones en el conflicto de Nagorno Karabaj. En el presente hemos analizado la evolución y aplicaciones adicionales de esta tecnología en el escenario de guerra entre Rusia y Ucrania. Los avances en los sistemas de drones han transformado la manera en que se llevan a cabo las operaciones militares, proporcionando nuevas capacidades estratégicas y tácticas a los actores involucrados.

A lo largo de las páginas de TEC1000, encontrarán una amplia gama de temas y perspectivas abordados por nuestros expertos, quienes han profundizado en la intersección entre la tecnología y la actual guerra. Desde el desarrollo de sistemas de armas autónomas hasta el uso de inteligencia artificial en la toma de decisiones estratégicas, hemos buscado brindar un panorama completo de los avances tecnológicos que están dando forma a la manera en que se libran los conflictos militares.

En este momento de incertidumbre y transformación acelerada, es esencial mantenernos actualizados y adaptarnos a las innovaciones tecnológicas. En el Centro de Estudios de Prospectiva Tecnológica Militar "Grl MOSCONI", nos enorgullece presentar otra publicación como una herramienta clave para comprender y anticipar los desafíos futuros en el ámbito de la tecnología militar.

Agradezco sinceramente a todos los analistas, expertos y colaboradores que han contribuido con sus conocimientos y experiencias en la elaboración de esta publicación. Su dedicación y pasión por el estudio prospectivo de la tecnología militar han enriquecido enormemente esta edición.

Espero que este nuevo lanzamiento de TEC1000 sea una fuente de inspiración y conocimiento para todos nuestros lectores. Que nos ayude a reflexionar sobre la importancia de la tecnología en la guerra moderna y nos motive a seguir explorando nuevas fronteras en la búsqueda de la defensa de nuestra patria.

Atentamente,

CR(R) José Alberto Guglielmone

Director del Centro de Estudios de Prospectiva Tecnológica

1. ESTUDIO DEL CONFLICTO DE UCRANIA - RUSIA

1.1

Cielos en Tensión: Amenazas rusas y la Defensa Aérea de Ucrania

Por el CR A (R) Ing Mil José Alberto Guglielmone*

Temario

Situación	11
Introducción	14
“SOS” para Ucrania	14
No todo es armamento	16
Amenazas aéreas rusas	17
Contra los ataques aéreos	18
Sobre lo sucedido	20
Sistemas destacados	23
Se aceleran nuevas tecnologías y soluciones	25
Conclusiones	27
Bibliografía	27

PALABRAS CLAVE: guerra Rusia-Ucrania; defensa aérea; amenazas aéreas; UAV; Dron, MANPADS.

Situación

El presidente ruso, Vladimir Putin, pronunció un discurso el 24 de febrero de 2022, en el que declaró oficialmente el inicio de las hostilidades y dio a llamar "Operación Militar Especial" contra Ucrania. En su discurso, Putin justificó las acciones militares de Rusia alegando la protección de los derechos de la población de habla rusa en Ucrania y la presunta necesidad de salvaguardar los intereses nacionales de Rusia. Sin embargo, estas afirmaciones han sido ampliamente criticadas por la comuni-

dad internacional, que ha condenado la invasión y considera que viola la soberanía y la integridad territorial de Ucrania.

El conflicto entre Rusia y Ucrania ha sido alimentado por una serie de factores complejos y arraigados en la historia de la región. Uno de los principales puntos de discordia ha sido la cuestión de Crimea, una península estratégica ubicada en el Mar Negro que anteriormente formaba parte de Ucrania y fue anexada por Rusia en el año 2014. Esta anexión generó tensiones significativas y ha sido un punto de partida para el deterioro de las relaciones entre ambos países.

Otro factor importante es la cuestión de la identidad étnica y cultural en Ucrania. La población del este de Ucrania, especialmente en las regiones de **Donetsk y Lugansk**, tiene una considerable presencia de hablantes de ruso y una fuerte conexión histórica y cultural con Rusia. Estas diferencias han alimentado divisiones internas y han sido explotadas por actores políticos tanto dentro como fuera del país.

Otro punto clave que Vladimir Putin veía como una amenaza para su país era la posibilidad de que Ucrania se uniera a la OTAN. La perspectiva que Ucrania, una nación ubicada estratégicamente en las fronteras de Rusia, se convirtiera en un miembro de la Alianza Atlántica, preocupaba al gobierno ruso, ya que consideraba que ello aumentaría la presencia militar de la OTAN en su cercanía.

En el pasado, varios países del este de Europa se unieron a la OTAN¹, lo que contribuyó a una expansión de la Alianza hacia el este. Algunos de estos últimos países incorporados a la OTAN fueron: República Checa (1999), Hungría (1999), Polonia (1999), Rumania (2004), Bulgaria (2004), Estonia (2004), Letonia (2004), Lituania (2004), Eslovenia (2004), Eslovaquia (2004), Albania (2009), Croacia (2009), Montenegro (2017), Macedonia del Norte (2020), la incorporación de estos países a la OTAN generó tensiones con Rusia y fue objeto de controversia en las relaciones internacionales. Actualmente 30 países forman parte de la OTAN. Para Putin, la posible inclusión de Ucrania en la OTAN representaba una amenaza directa a la seguridad y los intereses de Rusia, y fue uno de los factores que contribuyó a la escalada de tensiones y al conflicto.

Cabe mencionar que la situación geopolítica en la región es compleja y ha sido objeto de debates y discusiones entre los actores internacionales involucrados. La petición de Ucrania para unirse a la OTAN planteó cuestiones importantes sobre la soberanía del país, los equilibrios de poder y las relaciones entre Rusia y Occidente. Es un tema que continúa siendo relevante y que ha tenido un impacto significativo en el desarrollo del conflicto entre Rusia y Ucrania, cabe aclarar que, al término de este artículo, pese a todas las tratativas realizadas la incorporación de Ucrania aún no ha sucedido.

En el contexto de la guerra, se suele decir que "lo primero que muere es la verdad", lo que resalta la dificultad de obtener información veraz y objetiva en medio del conflicto. La abundancia de "información falsa" no es algo nuevo, ya que ha sido una constante en todas las guerras, pero en la era actual, esta situación se ha exacerbado y bombardeado por todos los medios de información disponibles, tanto tradicionales como las redes sociales. Hemos visto fotografías de personas muertas o heridas que nada tienen que ver con la guerra, aviones incendiados sucedido años atrás, videos de supuestos combates salidos de videojuegos, todas noticias con imágenes que se confunden con la realidad, distorsionando la "verdad de los hechos". La sobreabundancia de información a la que estamos expuestos nos hace sentir "infectados" (intoxicados de información), ya que resulta cada vez más difícil discernir qué noticias son verdaderas y cuáles son meras falsedades. Por un lado, esta situación nos brinda la ventaja de poder seguir las acciones de las hostilidades en tiempo real, algo

¹ Los primeros países que integraron la OTAN en 1949, fueron: Bélgica, Canadá, Dinamarca, Estados Unidos, Francia, Islandia, Italia, Luxemburgo, Noruega, Países Bajos, Portugal y Reino Unido; posteriormente se unieron: Grecia (1952), Turquía (1952), Alemania Occidental (1955 y 1990 a todo el territorio) y España (1982).

impensable en el pasado. Actualmente la tecnología nos permite tener acceso inmediato a los acontecimientos, pero esa inmediatez, no garantiza la autenticidad de la información.

Es crucial adoptar una postura de cautela en relación con la información que analizamos o proporcionamos, especialmente en tiempos de conflicto. La rapidez con la que circulan las noticias y la facilidad para compartirlas en línea hacen que las falsedades se propaguen con rapidez, y a menudo, sin ser verificadas debidamente. En consecuencia, es fundamental ser críticos y responsables con la información que consumimos y compartimos para no caer en la trampa de la desinformación.

En este escenario, la búsqueda de la verdad se convierte en una tarea aún más desafiante, pero también más crucial que nunca. La incertidumbre sobre la veracidad de la información en tiempo de guerra puede tener graves consecuencias, por lo que es imprescindible contar con fuentes confiables y adoptar una actitud de discernimiento y análisis antes de aceptar cualquier noticia como cierta. Desde el CEPTM “Grl Mosconi”, mantenernos informados de manera responsable es un deber que nos ayuda a evitar “ser esclavos de la mentira” y contribuir a una comprensión más precisa y objetiva de los acontecimientos a analizar.

Una vez iniciadas las operaciones militares, numerosos analistas políticos y expertos militares comenzaron a hacer conjeturas sobre el posible desarrollo del conflicto, y la mayoría de las opiniones apuntaban a una rápida conclusión debido al poderío militar de Rusia en comparación con Ucrania. La gran flota de blindados, la aviación, los medios de guerra electrónica y otros recursos disponibles parecían indicar que la victoria rusa sería inminente. Sin embargo, en contra de todas las expectativas y predicciones, la situación no se resolvió rápidamente, y al momento de concluir este artículo, las hostilidades continúan.

Este inesperado desarrollo del conflicto plantea preguntas importantes: ¿Fue un error en la planificación de Rusia? ¿Se subestimó al enemigo? ¿Cuál fue el papel de la convicción de los habitantes de Ucrania de querer ser un país independiente? ¿Qué impacto tuvieron la ayuda y el apoyo de países de la Unión Europea y de la OTAN? Todos estos interrogantes deben ser analizados con mayor detenimiento para comprender los factores que han llevado a una prolongación del conflicto. La realidad es que la guerra moderna va más allá de la confrontación puramente militar entre dos contendientes. Además de la capacidad de combate de las fuerzas involucradas, la política y los factores sociales desempeñan un papel fundamental en el desarrollo y resultado de un conflicto armado. La determinación y convicción del pueblo ucraniano de buscar la independencia, así como el respaldo internacional, han sido elementos clave en la resistencia contra la invasión rusa.

En este escenario, resulta evidente que el análisis del conflicto entre Rusia y Ucrania debe considerar un enfoque multidimensional que abarque tanto aspectos militares como políticos y sociales. El desarrollo del conflicto y su prolongación hasta el momento presente plantean desafíos significativos para los expertos y analistas que buscan comprender y predecir los resultados de una guerra en un contexto geopolítico complejo y en constante cambio.

Este artículo no puede desvincularse del contexto de los demás artículos presentes en esta publicación TEC1000-2022, como así tampoco en los diferentes escritos en anteriores números de nuestra publicación TEC-1000, ya que existe una abundancia de información que se encuentra analizada en partes de ellos. Reconocer las interconexiones entre los diversos temas abordados en esta edición es de suma importancia, dado que cada pieza encaja en el rompecabezas y contribuye a una comprensión holística de la intrincada situación en desarrollo. Mientras exploramos el panorama de la defensa aérea en este conflicto, es imperativo tener presente que las estrategias y los sucesos se entrelazan con otros aspectos fundamentales que también son objeto de examen en estas páginas.

Introducción

El conflicto entre Rusia y Ucrania es una confrontación devastadora, marcada por tensiones políticas, territoriales y militares que han sacudido la región desde su inicio. A medida que las hostilidades avanzan, los sistemas de defensa antiaérea se han convertido en un componente esencial para ambas naciones, desempeñando un papel crítico en la protección de sus territorios y activos militares.

En la publicación TEC1000-2017, se abordó un artículo que resaltaba la importancia de “la última capa de la defensa antiaérea y la oportunidad de sobrevivir ante nuevas amenazas”. Esta noción cobra relevancia en el contexto del conflicto entre Rusia y Ucrania, donde la protección contra ataques aéreos se ha vuelto más vital que nunca.

El conflicto de Nagorno-Karabaj en el año 2020, mencionado en otro artículo (TEC1000 -2021) ofrece un ejemplo de cómo la Defensa Antiaérea puede ser un factor determinante en un conflicto convencional. Las lecciones aprendidas de esa confrontación son valiosas para comprender cómo la tecnología y la estrategia de defensa aérea pueden marcar la diferencia en un conflicto armado.

Este artículo se enfocará en analizar el papel de la Defensa Antiaérea en el contexto de la guerra entre Rusia y Ucrania. Examinaremos cómo ambos países han desplegado sus sistemas de defensa, desde los más sofisticados hasta los más tradicionales, para protegerse contra ataques aéreos enemigos.

Además, consideraremos las similitudes y diferencias entre la última capa de defensa antiaérea mencionada en el artículo anterior y las acciones defensivas implementadas por ambas naciones en el conflicto actual.

Al entender cómo la Defensa Antiaérea continúa influyendo en el desarrollo y resultado de este conflicto, podremos obtener una visión más completa de los desafíos y oportunidades que enfrentan los países involucrados. Esta comprensión será fundamental para la toma de decisiones futuras y la mejora de las estrategias de defensa aérea en un mundo donde la seguridad y la supervivencia son de suma importancia.

A medida que la guerra entre Rusia y Ucrania continúa, las acciones de Defensa Aérea se han vuelto cada vez más cruciales. Desde el inicio del conflicto, ambas partes han desplegado sistemas de Defensa Antiaérea para proteger su territorio y sus activos militares de los ataques aéreos enemigos. Estos sistemas incluyen una variedad de armas, como misiles antiaéreos sistemas de defensa de corto y largo alcance.

“SOS” para Ucrania

El apoyo militar occidental y de la OTAN a Ucrania ha ido en aumento a medida que el conflicto con Rusia persiste. Inicialmente, muchas naciones occidentales mostraron reservas en cuanto a proporcionar armamento pesado, pero con el tiempo, han modificado su postura y han incrementado significativamente el suministro de una amplia gama de equipos militares, armas, municiones, tanques, misiles y sistemas diversos, a menudo por sumas considerables. A continuación, se mencionan algunos de los compromisos financieros resultantes de la ayuda a Ucrania: Estados Unidos por el valor de 42.000 millones de dólares, el Reino Unido por 8.200 millones de dólares, Alemania 7.400 millones de euros, Polonia 3.000 millones de euros, Países Bajos 1.900 millones de euros, así continúa la lista con Italia, Finlandia, Noruega, Lituania, etc.

Con el fin de no dar números exactos, ya que estos van cambiando permanentemente, sino mostrar la magnitud en la ayuda que se viene dando hacemos un resumen de cantidades y tipos de armamento, solo mencionaremos algunos países y únicamente los **Sistemas de Defensa Aérea**.

Estados Unidos: el Departamento de Estado muestran que la asistencia militar está siendo total de Washington a Ucrania, siendo el mayor proveedor de armamento desde el comienzo de la gue-

rra, 2.000 sistemas antiaéreos **Stinger**, ocho sistemas de defensa aérea **NASAMS**, una batería de defensa aérea **Patriot**, sistemas de defensa aérea **HAWK** y 20 sistemas de defensa aérea **Avenger**, así como un conjunto de otros equipos.

Reino Unido se posiciona como el segundo mayor proveedor de asistencia militar a Ucrania, después de Estados Unidos. Según un informe del Parlamento británico, el Reino Unido ha entregado una amplia gama de armamento de alta calidad, que incluye sistemas de defensa aérea misiles **Starstreak HVM**, misiles **Storm Shadow** y drones de ataque de largo alcance. Además de los suministros de armamento, Gran Bretaña ha implementado un programa de entrenamiento a largo plazo destinado al ejército ucraniano. Su objetivo es proporcionar capacitación a un total de 30.000 soldados, tanto a reclutas nuevos como a personal existente, para finales de 2023. En una nota importante, el gobierno británico anunció en febrero que este programa de capacitación se ampliaría para incluir a pilotos de aviones de combate y marines ucranianos. Asimismo, se está evaluando la posibilidad de iniciar un "curso de vuelo elemental" destinado a pilotos ucranianos.

Unión Europea: a través del mecanismo del Fondo Europeo de Paz, la UE ha proporcionado apoyo militar a Ucrania. La Comisión Europea ha adoptado la Ley de Apoyo a la Producción de Municiones (ASAP), destinada a entregar municiones y misiles de manera urgente al país. También ha expresado su interés en aumentar la capacidad de producción de municiones y misiles, junto con sus componentes, para abordar la actual escasez.

Alemania fue uno de los países que inicialmente se opuso a contribuir con armas pesadas, pero finalmente cedió ante la creciente presión. Las entregas declaradas de Berlín a Ucrania incluyen, 500 sistemas antiaéreos **Stinger**, 2.700 sistemas antiaéreos **Strela**, 34 cañones antiaéreos autopropulsados **Gepard**, y dos sistemas de defensa aérea **IRIS-T**. y ya se programa entregar otra cantidad de equipos.

Francia, si bien el apoyo se mantiene en secreto, ciertos acuerdos se han hecho públicos, en particular la entrega de **sistemas de defensa aérea**, dos **Crotales** y un **SAMP/T** y sistemas de defensa aérea **Mistral**, así como otros tipos de sistemas.

Canadá ha comprometido un sistema de defensa aérea **NASAMS** y misiles de defensa aérea, incluidos 288 **misiles AIM-7**.

Polonia: el presidente de Polonia, Andrzej Duda, dijo que la ayuda militar de su país a Ucrania es total, entre las armas que Polonia ha entregado se encuentran los sistemas de misiles antiaéreos **Piorun** y también ha proporcionado varios sistemas de misiles tierra-aire, como los **S-125 Newa SC** y el **9K33 Osa-AK(M)**.

Países Bajos: según cifras del Ministerio de Defensa, se entregaron directamente del propio stock del país, dos sistemas de defensa antimisiles **Patriot**, 100 **cañones antiaéreos móviles MR-2** y misiles antiaéreos **Stinger**.

España proporcionó a Ucrania sistemas de defensa aérea con **misiles Aspide**, **sistemas de defensa aérea Hawk Phase III**.

Italia: inmediatamente después de que estalló la guerra, Italia aprobó una ayuda militar para Kiev, desde entonces, Italia ha aprobado seis importantes paquetes de apoyo militar, que incluyen equipos letales y no letales, según el Ministerio de Asuntos Exteriores italiano.

Un paquete anunciado por la primera ministra italiana, Giorgia Meloni, durante una visita a Kiev el 21 de febrero incluía un sistema de misiles de defensa aérea **SAMP/T** y un número no especificado de sistemas de defensa aérea **Spada** y **Skyguard**.

Finlandia: el apoyo militar dado a Ucrania fue desde el inicio de la guerra, según datos del Ministerio de Defensa, ha comprometido su decimoséptimo paquete de defensa para Ucrania, **que incluye armas y municiones antiaéreas**.

Suecia: Cuando comenzó la guerra, Suecia prometió ayuda militar, desde entonces, Suecia ha enviado 10 paquetes de ayuda militar según datos del gobierno, ha ofrecido **repuestos y municiones para el sistema antiaéreo HAWK**.

Noruega ha proporcionado sistemas de defensa aérea **Mistral**, misiles **Hellfire**, entre otra ayuda militar.

Oslo y Kiev también acordaron un programa de apoyo plurianual, según el cual se proporcionarán anualmente a Ucrania también ha dicho que le dará a Ucrania dos unidades de disparo **NA-SAMS** en cooperación con Estados Unidos.

El gran volumen de armamento entregado por diferentes países a Ucrania, así como la premura de contar con la munición necesaria, está teniendo un impacto significativo en los arsenales y las reservas de municiones. Esto pone en peligro la capacidad de respuesta en caso de un eventual requisito de acción. Incluso el Ministro de Defensa de Italia, Guido Crosetto, uno de los fundadores del partido de Meloni², ha expresado su perplejidad al respecto. Crosetto señaló que estos misiles no se pueden adquirir fácilmente, ya que se trata de sistemas complejos con largos tiempos de producción. El problema real radica en que nuestros arsenales se están agotando peligrosamente.

FIGURA: AVENGER CON STINGER



Fuente: abierta

No todo es armamento

Ucrania ha enfrentado una avalancha de ataques con misiles y aviones no tripulados provenientes de Rusia, lo que ha sometido a una rigurosa prueba sus defensas aéreas heredadas de la era soviética. En medio de los continuos bombardeos de infraestructuras ucranianas, Estados Unidos y sus aliados han trabajado en brindar a Ucrania una red moderna e integrada de defensa anti-aérea y antimisiles. En una evolución más reciente, tanto Estados Unidos como Alemania se han comprometido en suministrar a Ucrania uno de sus sistemas más avanzados: el sistema de defensa aérea PATRIOT.

Equipar a Ucrania de sistemas de defensa aérea, va más allá de entregar simples material de guerra, requiere la capacitación adecuada para operar eficazmente estas sofisticadas tecnologías. Un equipo militar sin el entrenamiento adecuado puede tener un impacto limitado en el campo de batalla, es por ello que el personal debe ser capacitado de forma tal de asegurar que no solo ten-

FIGURA: SISTEMA PATRIOT



Fuente: abierta

² Giorgia Meloni (Roma, 15 de enero de 1977) es una periodista y política italiana, actual presidente del Consejo de Ministros de Italia desde octubre de 2022.

gan acceso al equipo necesario, sino también que posean la habilidad para emplearlo con éxito. Para los sistemas Patriot, se necesita formar aproximadamente 90 efectivos ucranianos, esta cantidad es similar al número de tropas estadounidenses que operan las baterías de estos sistemas.

El acto de suministrar armamento adquiere un significado mucho más profundo cuando se complementa con el entrenamiento necesario. En este contexto, la entrega se convierte en la implementación de un "sistema de armas" completo, lo que implica una nueva capacidad para las fuerzas ucranianas. Esta sinergia entre equipamiento y capacitación es esencial para garantizar que Ucrania no solo cuente con los medios para la lucha, sino también con el conocimiento para desplegarlos efectivamente en el campo de batalla.

Amenazas aéreas rusas

Respecto de los tipos de amenazas, es válido remitirnos a lo dicho en artículos anteriores (TEC1000-2017, pág. 154), lo que en su momento veníamos viendo de los nuevos tipos de amenazas, hoy es una realidad, como así también en lo analizado en conflicto de Nagorno Karabaj (TEC1000-2021.).

Ataques aéreos rusos:

Tipo: Estos ataques implican el uso de aviones de combate y helicópteros rusos.

Descripción: Los aviones de combate, como los Sukhoi Su-27, Su-30, Su-34, Su-35, Su57 MIG29, MIG31, MIG31K, junto con helicópteros de combate, son utilizados por Rusia para llevar a cabo ataques aéreos y apoyar a sus fuerzas terrestres. Estos aviones pueden llevar a cabo bombardeos, ataques a objetivos militares, civiles, y proporcionar apoyo aéreo cercano a las fuerzas rusas en el conflicto.

La Fuerza Aérea Rusa opera una amplia variedad de aviones de combate y de otras categorías. Algunos de los aviones más destacados en su inventario incluyen:

- > Sukhoi Su-25: Avión de ataque terrestre y apoyo aéreo cercano.
- > Sukhoi Su-27: Caza de superioridad aérea y combate de largo alcance.
- > Sukhoi Su-30: versión modernizada del Su-27, con mejoras en aviónica y capacidad de combate.
- > Sukhoi Su-34: Caza de bombardero táctico diseñado para misiones de ataque a tierra.
- > Sukhoi Su-35: Caza de generación 4, con capacidades avanzadas en aviónica y maniobrabilidad.
- > Sukhoi Su-57: Caza furtiva de quinta generación.
- > Mikoyan MiG-29: Caza polivalente de generación 4 con varias variantes.
- > Mikoyan MiG-31: Interceptor de largo alcance y alta velocidad.
- > Mikoyan MiG-31K: Variante del MiG-31, diseñado específicamente para transportar y lanzar misiles hipersónicos Kinzhal.
- > Beriev A-50: Avión de alerta temprana y control aéreo.
- > Tupolev Tu-22M: Bombardero estratégico de largo alcance.
- > Tupolev Tu-160: Bombardero supersónico estratégico.
- > Ilyushin Il-76: Avión de transporte militar.
- > Antonov An-124: Avión de transporte pesado.
- > Kamov Ka-52: Helicóptero de ataque.
- > Tupolev Tu-95MS: es un bombardero estratégico de largo alcance propulsado por motores de hélice, lleva variedad de armas, incluyendo misiles de crucero.
- > TU-214: El Tupolev Tu-214 es un avión de transporte y reconocimiento utilizado para diversas misiones, incluyendo reconocimiento y guerra electrónica.

Misiles de crucero, misiles balísticos:

Tipo: Rusia ha utilizado misiles de crucero y misiles balísticos en el conflicto.

Descripción: Los misiles de crucero, como el **Kalibr**, el **Kh-22** o **Kh-101**, junto con misiles balísticos como el **Iskander**, representan una amenaza seria para Ucrania. Estos misiles pueden ser lanzados desde diferentes plataformas, entre las que se incluyen aviones, buques y lanzadores terrestres, y son capaces de atacar objetivos estratégicos y militares en Ucrania con relativa precisión.

Agregamos las nuevas tecnologías, como los misiles Hipersónicos tales como el **Kinzhal** y **Zircon**.

Sistemas no tripulados -Drones -RAM³:

Tipo: Todas estas amenazas mencionadas poseen una "Radar Cross Section" (RCS)⁴ muy pequeña, lo cual dificulta la posibilidad de vigilancia y adquisición. Ucrania enfrenta amenazas de diversos tipos de drones, aviones no tripulados y RAMs.

Descripción: Los drones son una amenaza creciente en el conflicto. Englobamos en esta sección a los Sistemas no Tripulados UAV (Unmanned Aerial Vehicle), UCAV (Unmanned Combat Air Vehicle). Pueden ser utilizados tanto para la recopilación de información ISR como para ataques aéreos. Los drones rusos, como el **Orlan-10** y el **Forpost**, son utilizados para la vigilancia, el reconocimiento y, en algunos casos, para lanzar ataques. Estos drones pueden operar a baja altitud y ser difíciles de detectar. También encuadramos en este tipo a las municiones mereoradoras, **Shohe Shahed** y drones kamikaze. Las fuerzas rusas también están utilizando drones iraníes **Shahed-136**. Estas amenazas aéreas requieren que Ucrania mantenga una defensa antiaérea efectiva y esté preparada para contrarrestar tanto los ataques aéreos tradicionales como las amenazas más modernas, como son los drones.

Rusia ha realizado ataques con gran cantidad de drones, inclusive con "enjambre de drones", al principio de las operaciones fueron pocas incursiones, pero a lo largo de la guerra fueron realizando ataques con mayor frecuencia y con diferentes tipos de drones.

Contra los ataques aéreos

Ucrania como consecuencia de la diversidad de amenazas de Rusia y de la recepción de gran cantidad de sistemas, se ha visto en la necesidad de implementar una serie de medidas a fin de coordinar todos los sistemas de defensa, para contrarrestar las amenazas aéreas mencionadas anteriormente.

Sistemas antiaéreos portátiles MANPADS

Ucrania ha utilizado sistemas MANPADS (Man-Portable Air Defense Systems), los cuales les han brindado gran parte del éxito en el control de los cielos, dado por su alta movilidad, eficiencia y gran cantidad de sistemas que pudieron ser distribuidos en las diferentes zonas en donde se libraban los combates, algunos de ellos son los siguientes sistemas:

Igla (Rusia), es un misil con sistema IR, de 5,6 kilómetros a 7 kilómetros, posee diferentes modelos evolucionando en su concepción.

FIM-92 Stinger (EEUU), Raytheon, autoguiado IR pasivo. Ver más detalles adelante.

FIM-92 Stinger-DMS (Dual-Mount Stinger): Lituania posee una modificación mejorada de los misiles, es menos portátil porque tiene un lanzador con dos misiles tácticos Stinger y permite a los operadores recibir datos sobre el objetivo a través de un sistema de intercambio de datos, como un radar.

StarStreak HVM, para defenderse contra ataques de aviones y helicópteros. Estos sistemas son altamente móviles y pueden ser desplegados rápidamente en diferentes ubicaciones. Puede ser porta-

³ RAM: Rocket, Artillery, and Mortar- se refiere a la munición de Cohetes Artillería y Morteros

⁴ Ver TEC1000-2017-Pág.

ble o configurado con tres lanzadores, guiado por línea de mira láser, es el misil más rápido portátil Mach 3, posee tres dardos de tungsteno con un alcance de 7 kilómetros.

Piorum(thunderbolt): de origen polaco, guiado IR pasivo, 6 kilómetros de alcance.

FIGURA: STARSTREAK HVM



Fuente: abierta

Sistemas de Misiles de Defensa Aérea:

S300 y Buk-M1: de origen ruso, Ucrania ha desplegado estos sistemas de misiles tierra-aire, tanto para proteger sus objetivos civiles como para defenderse contra ataques aéreos enemigos.

NASAMS (Norwegian Advanced Surface to Air Missile System), que significa Sistema de Misiles Superficie-Aire Avanzado Noruego, es un sistema de defensa antiaérea de alcance medio-largo distribuido. NASAMS fue la primera plataforma terrestre para el misil AIM-120 AMRAAM, y el primer sistema de misiles superficie-aire en el mundo occidental con guía por radar activo. Estos sistemas proporcionan una capacidad adicional de defensa antiaérea.

FIGURA: SISTEMA NASAMS



Fuente: Kongberg

Hawk Phase III: mejorado incluye el radar de vigilancia AN/MPQ-50 con un alcance de detección de objetivos de hasta 100 kilómetros, que es responsable de altitudes medias y altas, el radar de detección de objetivos de baja altitud AN/MPQ-62 y el AN /MPQ-61 radar de iluminación de objetivos. El complejo también incluye un puesto de mando y vehículos de apoyo. El alcance operativo es de 45 a 50 kilómetros, la velocidad del misil es Mach 2,4 (823,2 m/s) y la guía la proporciona un cabezal de radar Semiactivo. El misil tiene una ojiva altamente explosiva de 74 kg.

Patriot: Ucrania ha recibido una batería de defensa aérea Patriot de Estados Unidos, que es capaz de interceptar misiles balísticos y otros objetivos aéreos. Este sistema ofrece una defensa aérea avanzada contra amenazas de alta velocidad y altitud.

Sistemas de defensa aérea IRIS-T: estos fueron entregados por Alemania. El IRIS-T le puede inter-

ceptar misiles como Kh-22 o Kh-101. Puede detectar y abordar múltiples objetivos, la gran ventaja de este sistema es que posee un radar muy sensible. Los misiles de crucero que vuelan muy bajo y tienen tecnologías discretas, como el Kh-101, los viejos radares no pueden detectarlos, en cambio el IRIS-T con su radar debería verlos.

Para contrarrestar amenazas como los misiles balísticos, Ucrania necesita crear un sistema de defensa aérea eficaz que incluya en el futuro el **IRIS-T**, el **NASAMS** y el **Patriot**, con estos sistemas, son los primeros pasos para llevar al país hacia el llamado sistema antimisiles multinivel o lo que ya se mencionó defensa aérea por capas.

Entrenamiento y movilidad:

Ucrania ha entrenado a su personal militar en el uso de sistemas de defensa antiaérea y sistemas de misiles. Esto incluye tácticas de identificación de amenazas aéreas y procedimientos de disparo.

La movilidad es clave para la efectividad de la defensa antiaérea. Ucrania ha desplegado sus sistemas antiaéreos en ubicaciones estratégicas y ha mantenido la capacidad de reubicar rápidamente estos sistemas para adaptarse a las necesidades cambiantes del campo de batalla. Esta movilidad lo ha logrado con los sistemas Stinger, portátiles de rápido traslado y nueva ubicación, también los sistemas Avenger (Stinger montados en vehículos) al ser vehículos livianos su movilidad es superior a otros sistemas y su emplazamiento es inmediato.

Colaboración con aliados:

Como hemos dicho con anterioridad Ucrania ha recibido apoyo y entrenamiento de sus aliados occidentales, incluso Estados Unidos y el Reino Unido. Esto ha contribuido a mejorar la capacidad de Ucrania para defenderse contra las amenazas aéreas.

Contramiedidas electrónicas⁵:

Ucrania ha utilizado sistemas de contramiedidas electrónicas para interferir con la operación de los drones y la capacidad de guía de misiles enemigos.

Estas medidas y sistemas de defensa aérea se han implementado en un esfuerzo por contrarrestar las amenazas aéreas rusas y proteger tanto a las fuerzas ucranianas como a la infraestructura civil. La situación en el terreno continúa evolucionando, y Ucrania busca constantemente mejorar su capacidad de defensa antiaérea en respuesta a las tácticas cambiantes de Rusia. Cabe aclarar que la guerra electrónica(EW) desatada por ambos contendientes ha sido intensa, siendo superiores las tropas rusas en este aspecto.

Sobre lo sucedido

En el escenario de la guerra entre ambas naciones, los aviones de ambos lados, en especial los destinados a misiones de apoyo aéreo cercano, han experimentado una marcada falta de efectividad. A lo largo del año transcurrido desde el inicio de la invasión rusa, se ha registrado la destrucción de alrededor de 60 aviones ucranianos y 70 aviones rusos. Esta significativa cantidad de derribos se ha convertido en un logro atribuible a los altamente competentes sistemas de defensa aérea de ambos países, los cuales han prácticamente excluido vastas porciones del espacio aéreo del campo de batalla.

La habilidad de los sistemas de defensa antiaérea y antimisiles integrados ha demostrado una notable efectividad, especialmente en lo que respecta al enfrentamiento con aeronaves enemigas. Esto ha sido señalado por expertos como un factor crucial que ha limitado de manera considerable

⁵ Ver artículo en esta edición.

la presencia de vuelos en múltiples áreas del conflicto. Es precisamente esta eficacia en la defensa aérea lo que ha desencadenado la virtual ausencia de vuelos en gran parte del teatro de operaciones, conformando un claro testimonio del papel protagonista que juegan estos sistemas altamente competentes en el desarrollo del conflicto.

La sorprendente incapacidad de Rusia para establecer un dominio aéreo efectivo ha resultado ser una de las revelaciones más notables desde el inicio de la invasión, manteniéndose constante a lo largo del conflicto. Como resultado, los ejércitos de ambas naciones se han visto obligados a reconfigurar sus estrategias en lo que respecta a misiones de apoyo aéreo cercano, poniendo mayor énfasis en el empleo de dispositivos como los cohetes lanzados por sistemas HIMARS (High Mobility Artillery Rocket System), para dirigir sus ataques hacia objetivos terrestres. Mientras tanto, las aeronaves han sido mayormente relegadas a regiones fuera del alcance de los sistemas de defensa aérea, y se ha dado prioridad al uso de armamento de mayor alcance.

Esta transformación en el enfoque operativo se ha traducido en una adaptación fundamental por parte de ambos bandos. "El problema radica en que tanto Rusia como Ucrania han tenido éxito en el desarrollo de sistemas integrados de defensa antiaérea y antimisiles, lo que ha provocado que gran parte de las capacidades aéreas tradicionales carezcan de utilidad, ya que se ven impedidas de penetrar y brindar apoyo aéreo cercano", comentó un experto cuando se le cuestionó sobre las posibles soluciones para revitalizar la menguada capacidad aérea de Ucrania.

La necesidad de reevaluar y replantear la función de las aeronaves en el campo de batalla ha impulsado un cambio drástico en la planificación y ejecución de las operaciones militares. La imposibilidad de ejercer un control aéreo efectivo ha llevado a una nueva era de tácticas y estrategias en la que las plataformas aéreas tradicionales han tenido que ceder terreno a sistemas de ataque de mayor alcance y cohetes terrestres, todo en el esfuerzo constante de buscar una ventaja en este persistente conflicto.

Las defensas aéreas ucranianas se componen de una mixtura de armas de la era soviética y sistemas occidentales más modernos suministrados por países como Estados Unidos, Alemania, Reino Unido y otros, pese a que cada uno requiere su propio entrenamiento especializado, han podido defender eficazmente su espacio aéreo a pesar de los desafíos inherentes al despliegue de varios tipos diferentes de sistemas de armas. Por muy efectivos que hayan sido, la ayuda de Estados Unidos para los ucranianos en la integración de diferentes sistemas en misiles y defensa aérea, no ha sido tan buena como se esperaba.

La tarea de lograr una cobertura aérea eficiente en Ucrania se ha vuelto particularmente desafiante debido a varios factores. En primer lugar, el extenso territorio y los diversos frentes en los que se están llevando a cabo las operaciones dificultan la implementación de una defensa aérea cohesiva. La ayuda y entrega de material, si bien es tomado como un beneficio, la gran cantidad de material de defensa aérea con su diversidad, no deja de ser un problema para su utilización y coordinación de sistemas tan variados. Además, la multiplicidad de amenazas que enfrenta Ucrania, que incluyen aviones, helicópteros, misiles balísticos, misiles crucero, cohetes, UAV, municiones guiadas, municiones merodeadoras y drones (en todas sus variedades y tipos), esto ha requerido una adaptación constante de sus estrategias de defensa.

A pesar de estos desafíos, es notable cómo el equilibrio aéreo actual se ha mantenido desde el inicio de la invasión. Esto contrasta con las expectativas iniciales de que las Fuerzas Aeroespaciales Rusas (VKS - "Voyenno-Kosmicheskiye Sily", conocidas en ruso) lograrían una clara superioridad aérea. Esta incapacidad de Rusia para dominar los cielos se ha originado por una combinación de errores pocos sabidos en la planificación y ejecución de operaciones rusas y una respuesta efectiva por parte de Ucrania.

Es importante destacar que este equilibrio aéreo se ha forjado en un entorno de continuos desafíos, la amplia geografía de Ucrania y las múltiples amenazas exigen una estrategia adaptable y coordinada para proteger su espacio aéreo. Además, la respuesta ucraniana ha demostrado ser resiliente, aprovechando sus recursos y sistemas de defensa antiaérea heredados de las Fuerzas Aeroespaciales Rusas, como los sistemas **S-300** y **Buk-M1**, junto con tecnología moderna suministrada por países occidentales, antes mencionadas.

A medida que evoluciona el conflicto, la habilidad de Ucrania para mantener el equilibrio aéreo se vuelve aún más relevante, la adaptación constante a las tácticas cambiantes de Rusia, así como la capacidad de respuesta a nuevos desafíos aéreos, son esenciales para asegurar la integridad y la seguridad del espacio aéreo ucraniano.

La estrategia de la aviación rusa se vio obligada a transformarse en respuesta a las robustas defensas antiaéreas de Ucrania. En un giro inesperado, las Fuerzas Aeroespaciales Rusas se encontraron limitadas en sus operaciones y se vieron forzadas a retirarse a su espacio aéreo seguro. Esta situación los llevó a evitar volar sobre zonas densamente protegidas por defensas antiaéreas y a concentrarse en zonas más seguras. La capacidad de apoyar a las fuerzas terrestres rusas también se vio restringida debido a estas medidas defensivas ucranianas. En lugar de enfrentar las defensas antiaéreas en vuelos directos, la aviación rusa adoptó un enfoque de ataques de largo alcance, aprovechando misiles lanzados desde cazabombarderos como el **Su-35S**, **Su-34**, **Su-30SM** y **Mig-31BM**.

Por otro lado, la aviación ucraniana experimentó una mayor libertad de movimiento en su espacio aéreo, pero no estuvo exenta de desafíos, al enfrentar las formidables defensas antiaéreas rusas, en particular las avanzadas baterías de misiles **S-400** y **Pantsir**, los ucranianos lucharon por superar estas barreras. Esta transformación en la estrategia aérea redirigió el enfoque de la campaña hacia otros aspectos del conflicto. La artillería y los carros de combate ganaron relevancia mientras las operaciones aéreas se veían restringidas. Las defensas antiaéreas, en última instancia, mantuvieron su importancia crítica, ya que continuaron siendo vitales para salvaguardar objetivos cruciales en ambos lados del conflicto. Este equilibrio precario entre las capacidades aéreas y las medidas de defensa antiaérea ha influido en la dinámica del conflicto en curso.

Luego de un equilibrio entre las fuerzas aéreas rusas y la defensa aérea ucraniana, se ha notado un incremento en los ataques aéreos rusos, estos ataques han evolucionado con la introducción de misiles avanzados y drones que apuntan a objetivos estratégicos, ciudades, infraestructuras, centrales eléctricas y blancos militares.

Ucrania ha respondido mejorando su capacidad de defensa aérea, especialmente con sus sistemas móviles y con la ayuda de sistemas avanzados proporcionados por naciones occidentales como el Patriot, Aster, Hawk, Iris-T y NASAMS. Esto ha aumentado la eficacia de las defensas, pasando del 30% al 90% en los últimos días, según fuentes militares ucranianas.

La estrategia rusa de saturación ha llevado a un agotamiento acelerado de las municiones ucranianas, sin fuentes alternativas disponibles. Además, los costosos misiles occidentales, como el Patriot, estarían llegando a su límite de producción anual, lo que no permitiría satisfacer la demanda futura. Los mandos rusos conocen esta situación y continúan enviando misiles de largo alcance, de los que pueden fabricar unos 40 al mes y, sobre todo, los baratos y eficaces drones iraníes Shahed-136, que les sirven para evaluar y desgastar las defensas antiaéreas ucranianas.

El tiempo que Rusia pueda mantener su ritmo actual de ataques sigue siendo incierto, pero si lo hace, las defensas ucranianas se enfrentarán a una grave escasez de municiones. Esto podría resultar en la incapacidad de cubrir completamente el frente y el territorio. Esta situación abriría brechas por las que los aviones rusos podrían ingresar al espacio aéreo ucraniano sin enfrentar resis-

tencia. Sin embargo, es importante destacar que esto no garantizaría una superioridad aérea para Rusia, ya que áreas clave aún estarían protegidas por otros sistemas de defensa aérea.

La situación se complica debido a las limitaciones en las respuestas disponibles, especialmente en la cobertura de espacios aéreos de medio alcance, que superan el alcance de los misiles portátiles. Los países occidentales han desarrollado pocos sistemas de defensa antiaérea en este rango, ya que históricamente no los consideraron necesarios. Esto ha llevado a una falta de sistemas autopropulsados como el **Gepard** alemán, que podría respaldar a las unidades acorazadas y mecanizadas en Ucrania. Las defensas antiaéreas ucranianas cuentan con cañones de munición convencional, pero carecen de sistemas de radar y dirección de tiro que mejoren su efectividad. Además, la aviación ucraniana se enfrenta a desafíos debido a las defensas antiaéreas rusas y las limitaciones de sus aviones para operar a altitudes medias y altas en comparación con las aeronaves de la VKS.

Esta situación ha llevado a Ucrania a solicitar aviones y capacitación de pilotos para abordar su vulnerabilidad defensiva. A medida que se agota la paridad aérea, es necesario considerar opciones adicionales. Mientras se centra la atención en una ofensiva terrestre anunciada en repetidas ocasiones, Rusia podría obtener una ventaja estratégica significativa al agotar la capacidad de defensa antiaérea ucraniana y poner en riesgo la retaguardia ucraniana mediante su aviación.

Estados Unidos y otros países de la OTAN han estado dando vueltas durante meses con la idea de enviar F-16 Fighting Falcons polivalentes a Ucrania, que el país espera se una a futuras transferencias de hardware multimillonarias junto con otras plataformas como el tanque M1 Abrams. Hasta ahora, EE.UU. se ha mostrado reacio a dar ese paso con los F-16, por lo antes mencionado acerca de la efectividad de los sistemas antiaéreos, aunque el Reino Unido se ofreció a entrenar a pilotos ucranianos en esos tipos de aviones. Ucrania necesita más aviones para reponer sus pérdidas, especialmente en funciones de apoyo aéreo cercano, podría estar en duda debido a las defensas aéreas actuales.

FIGURA: F-16 FIGHTING FALCONS



Fuente: Lockheed Martin

Sistemas destacados

Sistema Antiaéreo MANPADS

Los sistemas antiaéreos conocidos como MANPADS (**Man** Portable Air Defense System) Sistemas Portátiles de Defensa Antiaérea) desempeñaron un papel fundamental, especialmente al comienzo de la invasión rusa, cuando se lanzaron las primeras oleadas de ataques masivos tanto por tierra como por aire. Inicialmente, Ucrania empleó sistemas antiaéreos de fabricación rusa, como los **IGLA**, que formaban parte de su inventario remanente. No obstante, pronto se hizo evidente la necesidad de un mayor poder defensivo para contrarrestar estos ataques masivos. En respuesta, se implementaron los sistemas **Stinger** de origen estadounidense, como otros tipos de sistemas

MANPADS que fueron llegando para ser usados, los cuales resultaron cruciales para contener la embestida de gran magnitud.

La amplia dispersión de las tropas en diversas zonas del teatro de operaciones subraya la versatilidad de los sistemas MANPADS, particularmente los misiles Stinger por su mayor cantidad. Su movilidad y la capacidad de acompañar columnas de vehículos los convierten en una opción de vital importancia en situaciones dinámicas en las que otros sistemas podrían enfrentar desafíos. Este aspecto cobra aún más relevancia en un conflicto de esta envergadura. Además, la considerable cantidad de sistemas Stinger proporcionados a Ucrania ha fortalecido significativamente su capacidad defensiva. La combinación de estos factores ha permitido que Ucrania implemente una respuesta eficaz ante las amenazas aéreas, desempeñando un papel crucial en la contención de los ataques masivos al comienzo de la invasión.

FIGURA: STINGER DMS - ENTRENAMIENTO



Fuente: Defense express

El sistema de armas Stinger es de los llamados portátil, su misil es supersónico disparados desde el hombro, diseñado para contrarrestar aviones de ataque terrestre de alta velocidad y bajo nivel, también es efectivo contra helicópteros, vehículos aéreos no tripulados, de observación y reconocimiento y aviones de transporte. Una vez disparado, Stinger usa navegación proporcional algoritmos para guiar el misil a un punto de intercepción previsto. El misil Stinger se puede utilizar como sistema de defensa antiaérea portátil cuando el arma se dispara desde el hombro del artillero o montado a bordo de un vehículo liviano el sistema de armas se denomina **Avenger**, o montado en la variante de vehículo blindado ligero-defensa aérea ("Light Armored Vehicle-Air Defense"-LAV-AD). El microprocesador reprogramable Stinger (RMP) (la variante más reciente del misil Stinger) es un infrarrojo pasivo (IR) de triple canal y buscador de seguimiento ultravioleta (UV), la discriminación espectral del buscador, permite al misil adquirir, rastrear y atacar a los objetivos. El Stinger es un verdadero "fire and forget", que no requiere intervención del artillero una vez que se dispara el arma, esto permite al apuntado ponerse a cubierto, moverse a una posición alternativa o atacar objetivos adicionales. Stinger también posee un subsistema integral de IFF ("Identification Friend or Foe"), para discriminar o identificar aviones amigos. El misil Stinger se compone de las secciones de guía, cola, propulsión y ojiva. El conjunto de cola consta de cuatro aletas de cola plegables que proporcionan balanceo y estabilidad mientras el misil está en vuelo.

Nada mejor que tener los testimonios de soldados ucranianos desplegados en una de las numerosas líneas defensivas que se extienden a lo largo de Vuhledar y MarinKa, estas unidades equipadas con sistemas de misiles portátiles (MANPADS) del tipo Stinger, su misión principal es proteger todo lo que proviene del cielo a menos de 500 metros de altura. Esto incluye misiles, drones, helicópteros y otros elementos hostiles, evitando que alcancen las posiciones de sus compañeros desplegados en estas localidades.

Según los testimonios decían, "gran parte de los elementos hostiles que intentan atravesar el área de operaciones suelen moverse en un rango de altitud bastante bajo, generalmente entre 50 y 100

metros, esta baja altitud dificulta su detección por parte de los radares convencionales, es por ello que la efectividad de estas defensas antiaéreas móvil es esencial para neutralizar las amenazas aéreas, permitiendo proteger al personal y la infraestructura” y continúan diciendo “al inicio del conflicto, las fuerzas rusas tenían una presencia aérea significativa en la zona y operaban con relativa libertad, dado que se carecía de estos sistemas. No obstante, tras la llegada de los Stinger, se ha conseguido derribar helicópteros y aviones enemigos, lo que ha obligado a las fuerzas rusas a ejercer una mayor precaución al cruzar las líneas defensivas”.

“Con la inminente contraofensiva planificada por las fuerzas ucranianas, se ha observado un aumento significativo en la actividad rusas, en su mayoría estas comprenden drones kamikaze y naves no tripuladas. Siguen diciendo, que “la gran movilidad y capacidad que tienen los MANPADS, les permite operar en el rango designado volviéndose esenciales para respaldar la contraofensiva y ayudar a la infantería a ganar terreno en el conflicto en curso”. Este texto ofrece una descripción más clara y fluida de la situación y las funciones de estas unidades ucranianas equipadas con sistemas Stinger.

Sistema de Misil Aéreo IRIS-T⁶

Los sistemas IRIS-T SAM han demostrado su eficacia en Ucrania contra misiles y drones rusos incluso del tipo kamikaze, el fabricante de armas alemán Diehl Defence, planea aumentar la producción de este sistema de defensa aérea, prevé producir de tres a cuatro sistemas este año y alcanzar la cifra de ocho sistemas por año en 2025, en cuanto a misiles según los planes preliminares, la compañía piensa producir entre 400 y 500

misiles en 2024, para satisfacer la creciente demanda debido a la guerra de Rusia contra Ucrania. El representante de Diehl Defence (Harald Buschek), enfatizó que el sistema IRIS-T SAM en Ucrania derribó más de 110 objetivos aéreos, la mayoría de los cuales eran misiles de crucero. Como se señaló, el sistema IRIS-T demuestra una gran eficiencia, también destaca que a principios de este año el sistema "contrarrestó con éxito un ataque a Kiev por parte de un enjambre de 13 misiles de crucero rusos". Alemania ha suministrado dos sistemas SLM SAM IRIS-T y se apresta a entregar seis sistemas de defensa aérea más.

FIGURA: IRIS-T SAM



Fuente: Diehl Defence

Se aceleran nuevas tecnologías y soluciones

En vista de la prolongación del conflicto, las instalaciones de producción de armamento y sus asociados se han encontrado en una encrucijada. La necesidad de adaptarse y avanzar rápidamente en la evolución tecnológica se ha vuelto imperativa. Están persiguiendo tecnologías innovadoras o incluso aquellas que aún están en desarrollo para integrar sistemas de armas que estén listos para ser desplegados en el campo de batalla.

⁶ https://en.defence-ua.com/industries/iris_t_perfectly_shoots_down_russian_cruise_missiles_in_ukraine_so_germans_increase_pace_of_production_of_the_sam_systems_missiles-7860.html

En particular, los drones han emergido como una amenaza desafiante que aún carece de una solución totalmente efectiva. Esta brecha ha impulsado el desarrollo de nuevas capacidades. Entre ellas, destaca el sistema de armas de pulso electromagnético conocido como "Leónidas", que muestra promesa en la neutralización de estas aeronaves no tripuladas. Asimismo, se están explorando las capacidades de las armas láser, como los sistemas de rayo térmico (Raymethal), que tienen el potencial de proporcionar un medio ágil y preciso para contrarrestar estas amenazas.

La evolución acelerada en estos campos refleja la necesidad apremiante de adaptarse a un panorama cambiante de conflictos, donde las amenazas se diversifican y se vuelven más complejas. Las fábricas y sus asociados no solo se esfuerzan por mantenerse al día con las demandas de un conflicto en curso, sino también por adelantarse al juego, liderando la carrera hacia soluciones innovadoras que puedan nivelar el campo de batalla en medio de una nueva era de conflictos tecnológicos.

La Agencia de Suministros y Mantenimiento de la OTAN (NAMSA) contrató a la empresa lituana "NT Service" para suministrar 37 cañones de interferencia tácticos anti-drones EDM4S-UA⁷ a las Fuerzas Armadas de Ucrania, pero no fue hasta ahora que se produjo la entrega. Las fuerzas ucranianas desplegaron este tipo de armas en la zona de guerra de Donbas. "Creo que este tipo de arma, que esté disponible para todas y cada una de las unidades (ucranianas) a nivel de compañía, supondrá un verdadero cambio en el campo de batalla", ha dicho un soldado ucraniano operador de esta arma bloqueadora de drones EDM4S-UA. Actualmente industrias ucranianas también están desarrollando tecnologías similares, tal es el caso del RIFF-P, una pistola bloqueadora anti-drones desarrollada por la empresa privada InterProInvest.

Por las necesidades de las tropas en guerra, surge el pensamiento innovador, logrando que se encuentren soluciones que antes no fueron pensadas o necesidades no planteadas. Es el caso de la unificación de los lanzadores de los misiles Javelin (antitanque) y Stinger (antiaéreo). Cada uno con sus ventajas individuales, combinarlos tomando los mejores aspectos del lanzador Javelin y añadiendo otras características puede producir una ventaja en el combate. El nuevo combo LWCLU/Stinger será más ligero y pequeño, y atacará los objetivos de noche mejor que el lanzador Stinger original. Los ejércitos y empresas de defensa pueden centrarse en lo que funciona bien y descartar lo que no funciona. A veces, pueden combinar dos sistemas para hacerlos mucho más mortíferos.

Otro caso similar es que los británicos, respondiendo a las necesidades de las Fuerzas Armadas de Ucrania en sistemas de defensa aérea de corto alcance, convirtieron el misil aire-aire AIM-132 ASRAAM, en un misil antiaéreo, puede ser utilizado como misil antiaéreo debido su energía ya que acelera a una velocidad de Mach 3 y tiene un alcance de más de 25 km cuando se lanza desde un avión, pero en esta nueva versión tierra-aire puede alcanzar los 10km. El lanzador se encuentra montado en un vehículo y posee un radar para el control del espacio aéreo, este misil tiene un guiado por infrarrojos y espoleta láser. Tiene una longitud de 2,9 metros y peso de 88 kg. Estos pueden reemplazar al sistema de defensa aérea 9K33 Osa de fabricación soviética, que está en servicio en las Fuerzas Armadas de Ucrania.

Ante la carrera armamentista apremiada por los tiempos de la guerra, Rusia ha enviado a Irán los sistemas NLAW británico y los Javelin y Stinger americanos, sistemas estos capturados y entregados a Irán, para que este realice la ingeniería inversa necesaria, a fin de obtener información para investigar contramedidas aplicables a estos sistemas o bien avanzar sorteando caminos para una posible copia. Los países que entregaron armamento a Ucrania se replantean de enviar tecnología de punta.

7 https://en.defence-ua.com/news/ukraine_deploys_anti_drone_jamming_guns_to_its_forces_on_the_donbas_frontline-1986.html

Conclusiones

Este conflicto nuevamente nos hace reflexionar sobre lo que ya venimos diciendo, la verdadera complejidad que presenta a la hora de realizar la defensa antiaérea de los objetivos vitales, la defensa aérea debe estar íntimamente coordinada y relacionada con los sistemas de Comando y Control, en este caso en los diferentes frentes que presenta el Teatro de Operaciones.

Dada la amplia variedad de sistemas de defensa aérea que Ucrania ha adquirido gracias al apoyo de países occidentales y la OTAN, es esencial reconocer la complejidad que implica su implementación. En lugar de considerar estos sistemas de manera aislada, debemos verlos como componentes interconectados de un sistema integral de defensa aérea. Esta integración es crucial para garantizar una respuesta efectiva ante una amplia gama de amenazas por parte del enemigo.

La coordinación efectiva de los sistemas de defensa aérea, considerando el sistema en su conjunto, es esencial. Además, debemos concebir la organización de este sistema como una respuesta estratificada a las amenazas aéreas, donde cada nivel o capa se diseña para abordar un tipo específico de amenaza. La capa final, en particular, requiere una atención especial y cuidadosa para garantizar la máxima protección contra las amenazas aéreas más críticas.

En esta guerra los sistemas MANPADS, han demostrado una alta eficiencia sumada a su versatilidad, dado por la movilidad, dispersión, rápido emplazamiento y gran capacidad de adaptación a los diferentes escenarios tanto urbanos o rurales y diversas amenazas aéreas incluidos los drones, sumado esto al corto tiempo de instrucción necesaria para lograr una correcta operación de los sistemas. También es para tener en cuenta poder obtener gran cantidad de sistemas por su relación costo – beneficios.

El importante flujo de armamento proporcionado por diversos países a Ucrania, junto con la urgente necesidad de garantizar un suministro adecuado de municiones, está generando un impacto significativo en los arsenales y las reservas de municiones disponibles. Esto plantea una amenaza a la capacidad de respuesta en caso de que surja la necesidad de una acción inmediata. En este contexto, recordamos la visión del General Manuel Nicolás Savio sobre la creación de Fabricaciones Militares y la importancia de la autosuficiencia en la producción de municiones, propulsores y explosivos. Su pensamiento prospectivo nunca ha sido tan relevante como en la actualidad."

Por último, como enseñanza estamos presenciando la mayor cantidad de amenazas aéreas nunca vistas en una guerra, como son los UAV o todos tipos de "Drones", por su diversidad y el gran número puestos en los cielos. Desde los más sofisticados hasta los más caseros, fabricados con máquinas de CNC o en forma artesanal, diseñados por experimentados ingenieros o por jóvenes hobbistas, en fábricas de armamento o en los "talleres subterráneos, pero todos ellos con un objetivo en común, "liberar a su país". Ucrania ha incentivado la proliferación de pequeñas y grandes fábricas de drones y otros sistemas de guerra, viendo a Ucrania en el futuro, como una nueva y potente proveedora de armamento.

Bibliografía

- > TEC1000-2017-CEPTM "Grl Mosconi", <https://www.fie.undef.edu.ar/ceptm/tec1000/2017.pdf>
- > TEC1000-2017-, <https://www.fie.undef.edu.ar/ceptm/wp-content/uploads/2022/10/TEC1000-2021-Digital.pdf>
- > Información extraídas Web CEPTM "Grl Mosconi" <https://www.fie.undef.edu.ar/ceptm/>
- > <https://www.realinstitutoelcano.org/comentarios/guerra-en-ucrania-el-equilibrio-aereo-se-resquebraja/#:~:text=Las%20Fuerzas%20Armadas%20ucranianas%20han,han%20ido%20creciendo%20desde%20la>

- > <https://www.dw.com/es/rusia-lanza-el-mayor-ataque-con-drones-en-kiev-desde-que-invadi%C3%B3-ucrania/a-65758227>
- > <https://www.realinstitutoelcano.org/comentarios/guerra-en-ucrania-el-equilibrio-aereo-se-resquebraja/>
- > <https://www.fie.undef.edu.ar/ceptm/?p=11722>
- > https://breakingdefense.com/2023/03/in-ukraine-fight-integrated-air-defense-has-made-many-aircraft-worthless-us-air-force-general/?utm_campaign=BD%20Daily&utm_medium=email&_hsmi=249256541&_hsenc=p2ANqtz-dFic4jWME5PbrUzaktiz7Z3AIPG4WyeOY2V-SK1geE7zVeTJzVmBI6imTdcTsmTca-jjeWtgA_QYXmQXnqy--rBGMQ&utm_content=249256541&utm_source=hs_email
- > <https://en.defence-ua.com/news/ukraine-to-receive-stinger-missiles-from-lithuania-in-coming-days-2116.html>
- > <https://www.dw.com/es/ucrania-el-fuerte-impacto-de-los-drones-en-la-guerra/a-66687494>

(*) **José Alberto Guglielmon**e: Coronel de Artillería (R); Ingeniero en Sistemas de Armas Electrónicas; posgrado en Criptografía y Seguridad Teleinformática (EST "Grl M N Savio"); Docente Investigador (Ministerio de Educación); Miembro COPITEC. Se desempeñó en la recepción de materiales y proyectos de Defensa Antiaérea con la fábrica Oerlikon; como Secretario de Investigación de la EST "Grl M. N. Savio"; en el Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa, como Jefe del Departamento de Control Guiado y Simulación, Gerente de Tecnología e Innovación y Director de Proyectos de Ejército. Docente Universitario de la Facultad de Ingeniería del Ejército "Grl M N Savio" y de la Universidad de Palermo-Facultad de Ingeniería. Participa en proyectos en el Centro de Investigación de Desarrollo de Sistemas Operacionales del Ejército; Analista y Director del CEPTM "Grl MOSCONI".

1.2

Armas Hipersónicas rusas en Ucrania 2022

Por el CR A (R) Ing Mil Juan Carlos Perez Arrieu

“El Poder brota de la boca de un arma“

Mao Tse - Tung

Temario

Resumen	29
Introducción	30
Breves antecedentes del conflicto en Ucrania 2022	30
Generalidades sobre los sistemas de armas (SA)	31
Generalidades sobre la Armas Hipersónicas (AHS)	32
AHS rusas en el conflicto	35
Conclusiones	38

PALABRAS CLAVE: ARMAS HIPERSÓNICAS, MISILES HIPERSÓNICOS, SISTEMAS DE ARMAS HIPERSÓNICOS, ESTRATEGIA DE DISUASIÓN, VEHÍCULO PLANEADOR HIPERSÓNICO (HGV), MISILES DE CRUCERO HIPERSÓNICOS (HCM).

Resumen

El artículo describe la introducción disruptiva en el campo de combate de las AHS por parte de Rusia en el conflicto de Ucrania. Dichas armas con la posibilidad de portar cabezas nucleares preocupan a los estrategas y tecnólogos militares y han desatado una carrera armamentística en las superpotencias.

Las AHS, así como otros SA innovadores (p.ej. los drones suicidas o loitering munition) se han integrado a los arsenales estratégicos y tácticos, acelerando el cambio tecnológico y doctrinario militar.

Introducción

Las llamadas Armas Hipersónicas son una nueva generación de armas con capacidad de dejar inservibles los sistemas de defensa aérea actuales y están desatando una carrera armamentística entre las grandes potencias, Rusia y China llevan la delantera en su desarrollo.

Con la capacidad de portar cabezas nucleares constituyen una sorpresa tecnológica en el conflicto, las podemos calificar como una tecnología disruptiva: "una tecnología o conjunto de tecnologías aplicadas, de manera tal que alteran radicalmente las relaciones de poder militar entre los competidores, convirtiendo en obsoletas las políticas, doctrina y organización de todos los actores"¹.

Si bien el artículo se centra en el desarrollo tecnológico de un tipo de arma, no es posible desentenderse del marco en que deviene el conflicto, todo SA se piensa, diseña y construye a partir del blanco o el problema militar a resolver, las AHS no están exentas de ello. En definitiva, todo lo que el hombre proyecta y diseña, su operación técnica, modifica a las personas y a la naturaleza.

El conflicto tiene profundas raíces, los actuales Bielorrusia, Rusia y Ucrania reivindican sus orígenes culturales en la Rusk de Kiev (en el SIX). Su importancia geopolítica ha sido fuente de interminables disputas: la guerra Ruso Turca, la guerra de Crimea, la Primera Guerra Mundial, la guerra civil rusa y la URSS , el Holodomor (Genocidio ucraniano), la Segunda Guerra mundial, la creación de la OTAN, la Guerra Fría, el Pacto de Varsovia, la expansión de la OTAN, la anexión de Crimea por parte de Rusia en 2014, la pretensión de Ucrania a unirse a la OTAN y los enfrentamientos en el Dombas, los acuerdos de Minsk, son en resumen algunos de sus antecedentes del conflicto en 2022.

El 24 de febrero de 2022 comienza la invasión rusa al norte y este de Ucrania con repercusiones políticas económicas y culturales de alcance mundial, a la fecha febrero 2023 la guerra se encuentra en desarrollo.

El 19 de marzo de 2022 Rusia puso en alerta a Occidente y a la OTAN con una sorpresa tecnológica al emplear en combate un proyectil balístico hipersónico en su invasión a Ucrania, "...el sistema de misiles de aviación Kinzhal con misiles aerobalísticos hipersónicos destruyó un gran almacén subterráneo de municiones de aviación de las tropas ucranianas en la aldea de Deliatin, región de Ivano - Frankivsk", dijo el Ministerio de Defensa de Rusia², fue la primera vez que se empleó el misil balístico Kinzhal en combate , cuyo nombre significa "daga"³. Este evento aceleró los proyectos de AHS en desarrollo en Occidente.

Rusia y China están a la fecha adelantados y las AHS ya se encuentran operacionales en sus arsenales.

En esta muy breve enumeración de hechos históricos quedan expuestos los actores sus intereses y poder, la geopolítica, la estrategia y la tecnología que envuelve finalmente a Rusia (y a Occidente) en Ucrania.

En particular Rusia ha desarrollado un intenso programa de sistemas de armas hipersónicos con éxito, que a la fecha ya se encuentran operativas y con capacidad de portar ojivas nucleares:

1. Kh – 47 M2 Kinzhal (Mach 10 y 2000 Km de alcance) ,
2. 3m 22 Zircón (Mach 8 y 1000 Km de alcance),

1 CenterforaNewAmericanSecurity(CNAS).B.FitzGerald;S.Brimley;<https://www.cnas.org/publications/reports/creative-disruptivetechnologystrategy-and-the-future-of-the-global-defense-industry->

2 [https://cnespanol.cnn.com/2022/05/10/misiles-hipersonicos-rusia-ucrania-trax/#:~:text=\(CNN\)%20%2D%20En%20marzo%20Rusia,contra%20la%20ciudad%20de%20Odesa](https://cnespanol.cnn.com/2022/05/10/misiles-hipersonicos-rusia-ucrania-trax/#:~:text=(CNN)%20%2D%20En%20marzo%20Rusia,contra%20la%20ciudad%20de%20Odesa) consultado 10 enero 2023
<https://www.metroworldnews.com/noticias/2022/03/20/estados-unidos-ha-confirmado-el-uso-de-rusia-de-misiles-hipersonicos-en-la-guerra-de-ucrania/> consultado 10 enero 2023
<https://www.fie.undef.edu.ar/ceptm/?p=9632> consultado 10 enero 2023

3 <https://www.dw.com/es/las-nuevas-armas-de-rusia-en-la-guerra-en-ucrania-qu%C3%A9-son-los-misiles-hipers%C3%B3nicos/a-61206004>

3. Avangard misil hipersónico intercontinental (Mach 20 a 27, 6000 Km de alcance), porta un número variable de Vehículos planeador hipersónico HGV.

En el conflicto Ucrania – Rusia, renace con fuerza entre las superpotencias la “Estrategia de Disuasión Nuclear”, ahora con AHS que superan a los proyectiles balísticos y a sus defensas.

Generalidades sobre los Sistemas de Armas

Un arma es un dispositivo utilizado contra el enemigo para cumplir con determinado objetivo, para anular o disminuir su capacidad ofensiva. Distintos objetivos implican distintos medios.

La ingeniería en armamento trabaja para aprovechar el conocimiento científico tecnológico aplicándolo en tres direcciones:

1. Inventando / diseñando dispositivos de destrucción masiva o selectiva (p.ej.: cañones, fusiles, dispositivos de pulso electromagnético, virus informáticos, etc.).
2. Potenciando las cargas incorporando inteligencia (p.ej.: proyectiles inteligentes, flecha, carga hueca, energéticos, etc.).
3. Creando medios para contrarrestar las armas enemigas (p.ej.: contramedidas electrónicas, tecnología stealth, blindajes reactivos, defensa aérea, etc.).

En un SA existen fundamentalmente dos fases, una de Planeamiento y otra Operativa, sobre las cuales se puede aplicar la tecnología para mejorar el sistema como un todo.

En la fase de planeamiento operacional la intervención del hombre es imprescindible y comprende:

- > Determinación de objetivos
- > Análisis de los blancos
- > Selección de los sistemas de armas

La fase operativa comprende:

- > Detección del blanco
- > Clasificación
- > Ubicación
- > Selección del arma
- > Orientación del arma
- > Lanzamiento – Tiro
- > Destrucción / Anulación
- > Evaluación

En el concepto de Sistema de Armas intervienen, además, un subsistema de mantenimiento y un subsistema de abastecimiento. Todos estos componentes deben tenerse en cuenta a la hora de determinar la mejor relación costo – eficacia para batir un blanco.

A todos los componentes del sistema y de los subsistemas, se les puede incorporar inteligencia, son pasibles de mejoras, hay que tener en cuenta que no se refieren sólo a elementos electromecánicos complejos y sofisticados, como pueden ser los componentes de sistemas de defensa aérea, sino que comprenden también al combatiente individual, que necesita educación e instrucción adecuada, sensores que aumenten sus capacidades, medios de información y transmisión de datos, armas, vestimenta y equipo para un determinado teatro, objetivo o misión.

Generalidades sobre las Armas Hipersónicas

Las AHS son aquellas que pueden volar y maniobrar a más de 5 Mach, es decir cinco veces la velocidad del sonido (aproximadamente a nivel del mar a 20°C 1Mach 340m/s o 1235 km/h) y la capacidad de realizar maniobras tanto verticales como horizontales mientras se viaja a esa velocidad dentro de la atmósfera.

Actualmente existen desarrollos de vectores que permiten velocidades de más de 20 mach.

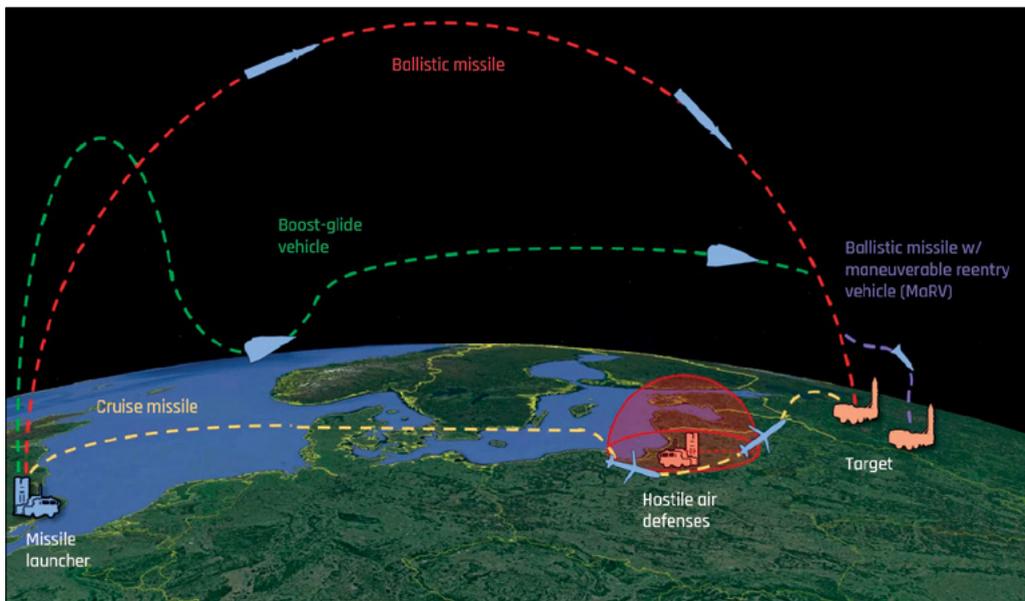
Se pueden clasificar en dos grandes grupos:

- > Vehículo planeador hipersónico (HGV), que es proyectado al espacio a través de un misil balístico intercontinental (ICBM) y que luego vuelve a entrar a la atmósfera con velocidad hipersónica, con trayectoria (no balística) impredecible debido a su maniobrabilidad hasta el blanco. Tales sistemas también se los conoce como de "impulso-deslizamiento", el vehículo de reingreso se coloca en una trayectoria que le permite entrar y navegar en el borde de la atmósfera, y deslizarse, sin motor, durante cientos o miles de kilómetros.
- > Misiles de crucero hipersónico (HCM), por lo general mantiene una velocidad hipersónica constante. Estos vehículos son propulsados por motores de combustión tipo ScramJet.

Respecto de la distancia de vuelo los HGV dependen de su velocidad cuanto más rápido se aceleran más lejos llegan, en cambio los HCM la propulsión hipersónica funciona durante todo el vuelo y pueden ser lanzados sobre misiles balísticos hasta que entran en la atmósfera volando por su cuenta hasta el blanco.

La figura 1 muestra las trayectorias que describen estos tipos de vectores comparadas con un proyectil balístico*:

FIGURA 1: LAS TRAYECTORIAS QUE DESCRIBEN LOS HGV, HCM E ICBM



Fuente: <https://breakingdefense.com/2020/04/hypersonics-dod-wants-hundreds-of-weapons-asap/>
Notional flight paths of hypersonic boost-glide missiles, ballistic missiles, and cruise missiles. (CSBA graphic)

4 <https://breakingdefense.com/2020/04/hypersonics-dod-wants-hundreds-of-weapons-asap/>
Notional flight paths of hypersonic boost-glide missiles, ballistic missiles, and cruise missiles. (CSBA graphic)

La figura 2 muestra la problemática desde el punto de vista de la defensa, su detección y tiempos de reacción para neutralizarlos

Como consecuencia de los avances rusos y chinos de AHS los presupuestos en Occidente sobre el desarrollo de este tipo de armas se han visto aumentados, un reciente informe al congreso de Estados Unidos advierte:

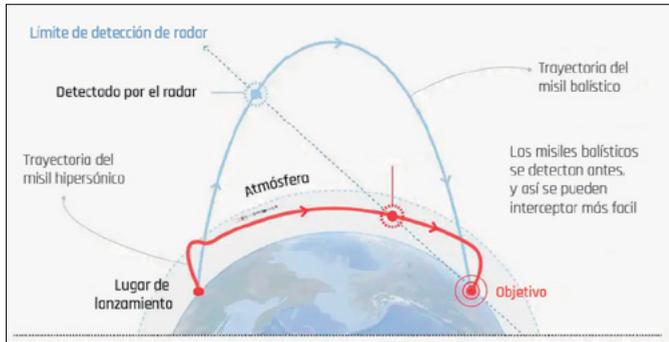
“La financiación de las armas hipersónicas ha estado relativamente restringida en el pasado;

sin embargo, tanto el Pentágono como el Congreso han mostrado un interés creciente en continuar con el desarrollo y el despliegue a corto plazo de sistemas hipersónicos. Esto se debe, en parte, a los avances en estas tecnologías en Rusia y China, los cuales tienen una serie de programas de armas hipersónicas y probablemente ya se hayan desplegado vehículos de planeo hipersónico operativos, potencialmente armados con ojivas nucleares. La mayoría de los EE. UU. las armas hipersónicas, a diferencia de las de Rusia y China, no están diseñadas para usarse con una ojiva nuclear. Como resultado, las armas hipersónicas de EE. UU. probablemente requerirán una mayor precisión y serán técnicamente más difíciles de desarrollar que sistemas chinos y rusos con armas nucleares”⁵

A marzo del 2022⁶ los países que incursionan en esta tecnología se muestran en la Figura 3:

El desarrollo de armas hipersónicas necesita de tecnologías de punta (materiales, control y guiado, nuevos diseños de motores y propulsores ...) y una infraestructura particular para el diseño de ingeniería (p.ej.: túneles de viento hipersónicos). Los componentes electrónicos y sensores deben poseer entre sus principales características la resistencia a las altas velocidades y aceleraciones, así como temperaturas y presiones extremas, además de vibraciones inusuales, deben ser de pequeño tamaño, poco peso y capacidad de almacenar mucha energía (Requeri-

FIGURA 2: TRAYECTORIAS DE UN ICBM Y UN SISTEMA HIPERSÓNICO MANIOBRABLE - SE OBSERVA EL PROBLEMA DE LA DETECCIÓN Y EL TIEMPO DE REACCIÓN.



Fuente: https://www.espanol.com/omicron/tecnologia/20220429/temible-misiles-hipersonicos-putin-ejecutar-ataque-relampago/668433187_0.html

FIGURA 3



Fuente: Foro Económico Mundial <https://www.weforum.org/agenda/2022/03/what-are-hypersonic-weapons-and-how-can-we-limit-their-spread/>

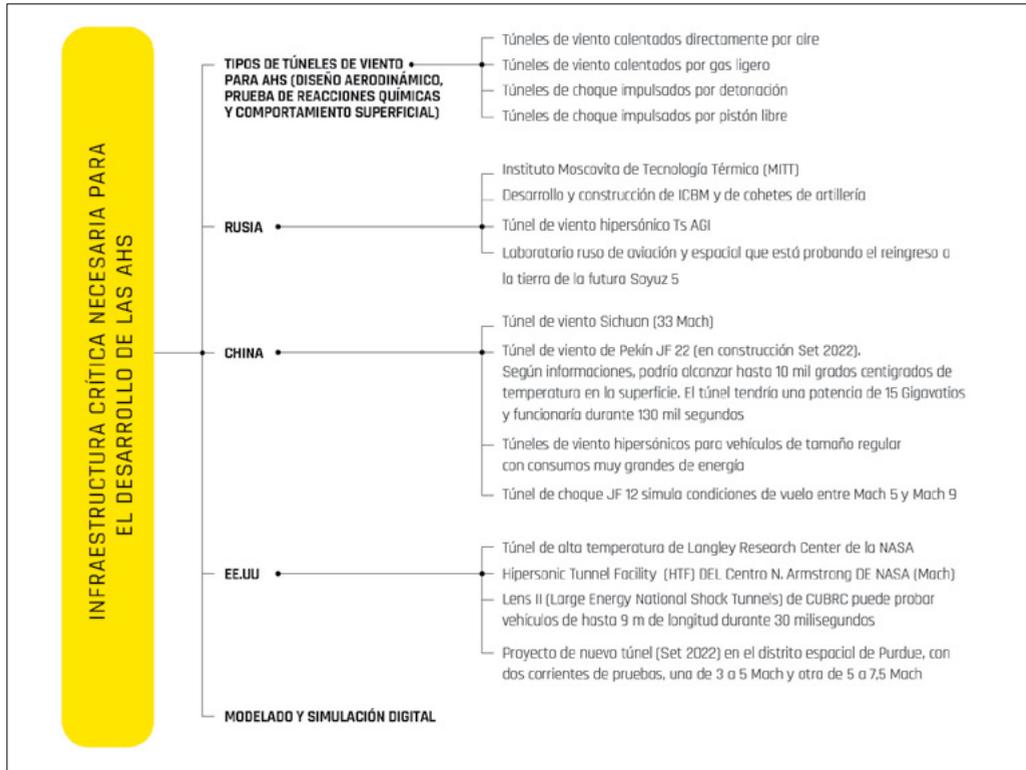
⁵ Kelley M. Saylor Analyst in Advanced Technology and Global Security; 2023 ; Hypersonic Weapons: Background and Issues for Congress ; <https://sgp.fas.org/crs/weapons/R45811.pdf>

⁶ Foro Económico Mundial – Qué son las armas hipersónicas y cómo se puede limitar su propagación. <https://www.weforum.org/agenda/2022/03/what-are-hypersonic-weapons-and-how-can-we-limit-their-spread/>

mientos SWaP: Small size, Weight and Power). Un enorme desafío de ingeniería para los desarrollistas de los programas y proyectos que se llevan adelante en las principales potencias.

En el cuadro 1, se aprecia parte de la infraestructura crítica para diseño AHS, se considera que la no inversión en túneles de viento hipersónico han sido el factor decisivo en el retraso de desarrollos AHS EEUU.

CUADRO 1: INFRAESTRUCTURA BÁSICA DE DISEÑO DE INGENIERÍA AHS – TÚNELES DE VIENTO HIPERSÓNICOS



Fuente: diseño propio con información Web.



UN TÉCNICO DE LA USAF UTILIZA UN TÚNEL DE VIENTO DE TUBO LUDWIG PARA MEDIR LAS PRESIONES, TEMPERATURAS Y CAMPOS DE FLUJO DE VEHÍCULOS DE INVESTIGACIÓN HIPERSÓNICOS Y GEOMÉTRICOS BÁSICOS.

Fuente: <https://www.militaryaerospace.com/home/article/14204541/meeting-swap-needs-for-electronics-and-sensors-for-hypersonic-flight>

Desarrollo de AHS Federación de Rusia

En marzo de 2018 en su discurso anual sobre el estado de la nación el presidente de la Federación de Rusia Vladimir Putin, presentó seis nuevos prototipos entre ellos los misiles hipersónicos, informó que “Rusia había desarrollado un nuevo misil crucero invencible”⁷.

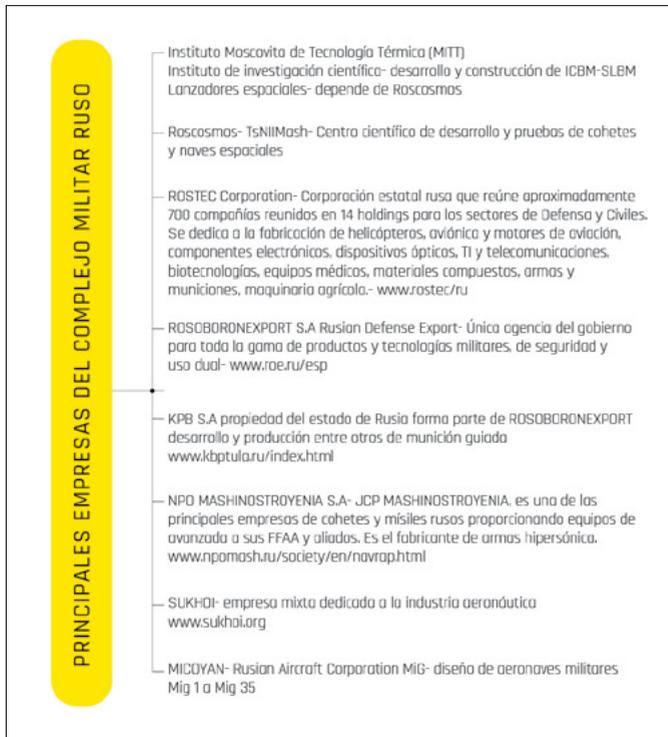
A enero de 2023 lo concreto es que Rusia al parecer se ha anticipado a su desarrollo a los Estados Unidos.

Los SA actualmente operativos y provistos a sus Fuerzas Armadas son:

1. Kh 47 M2 Kinzhal (Mach 10 y 2000 Km de alcance), provisto a sus Fuerzas Aeroespaciales.
2. 3m 22 Zircón (Mach 8 y 1000 Km de alcance), provisto en primera instancia a su Armada⁸.
3. Avangard misil hipersónico intercontinental (Mach 20 a 27, 6000 Km de alcance), porta un número variable de HGV, provisto a las Tropas de Misiles estratégicos.
4. Misil desarrollado conjuntamente con la India, Brah Mos II (Mach 7 y 300Km de alcance), misil crucero.

Algunas de las empresas más importantes de su complejo industrial militar ruso se muestran en el siguiente cuadro:

CUADRO 2: PRINCIPALES EMPRESAS DEL COMPLEJO INDUSTRIAL MILITAR RUSO



Fuente:propia de diversos sitios internet

Misil Kh-47 M2 Kinzhal - HCM misil balístico de lanzamiento aéreo

En la figura 4 se muestra un Mig 31K portando un misil Kinzhal y sus dimensiones

El misil Kh – 47 M2 Kinzhal (daga en ruso) fue puesto en servicio en 2018, entró en combate con éxito el 19 de marzo del 2022 contra un arsenal subterráneo ucraniano, propulsado con combustible sólido posee navegación satelital e inercial con un buscador terminal. Tiene capacidad de transportar ojivas nucleares o explosivos convencionales (500 kg). Su plataforma de lanzamiento son los MiG 31 modificados (un misil) y los Tu 22M3 (cuatro misiles)⁹.

⁷ <https://www.bbc.com/mundo/noticias-internacional-43242201>

⁸ <https://www.dw.com/es/putin-inaugura-una-fragata-con-misiles-hipers%C3%B3nicos/av-64288913>

⁹ <https://www.pucara.org/post/armas-hipers%C3%B3nicas-c%C3%B3mo-se-preparan-las-grandes-potencias>

Es un arma estratégica que llega a una velocidad de Mach 10 (unos 12300 Km/h), desde el bombardero Tu- 22- M3 tiene un alcance de 3000 Km, y desde MiG 31 unos 2000 Km de alcance, pesa cerca de 4300 Kg y puede llevar una cabeza de combate de 430 Kg contra blancos fijos o móviles.

Una vez lanzado el misil acelera rápidamente y puede llegar a Mach 10, a esas velocidades se forma una nube de plasma – gas ionizado alrededor de su superficie que dificulta su detección por los radares.

La primera etapa del misil probablemente es una versión del misil Iskander – M , diseñado bajo la dirección del ingeniero Valery M. Kashin (empresa KBM localizada en Kolomna) y producido en la planta de Vótkinsk¹⁰.

El 10 de mayo de 2022, se lanzaron tres misiles Kinzhal sobre objetivos en la ciudad de Odesa desde el bombardero supersónico Tu 22.

Misil Crucero Hipersónico 3M22 Zircón (Tsircon) – HCM

La figura 5, muestra algunas características del misil Zircón con un lanzamiento desde un buque de superficie.

El 3M22 Zircón ruso, es un misil crucero hipersónico anti buque con capacidad de batir blancos en tierra, es un arma estratégica con ojivas convencionales o nucleares, Rusia los ha incluido en el centro de su nueva doctrina naval.

Es propulsado inicialmente con un motor cohete de combustible sólido que lo acelera a velocidades supersónicas y luego con un motor scramjet con combustible líquido lo lleva a velocidades hipersónicas hasta Mach 8.

Con un alcance de entre 350 y 700 km y una altura de vuelo cercana a los 28 Km puede alcanzar los 1000 Km con una trayectoria semibalística. Su plataforma de lanzamiento son los buques de superficie y submarinos.

Su diseñador y constructor proveedor de la marina rusa es la empresa NPO Mashinostroyenia¹¹ (JSC MIC Mashinostroyenia) una de las principales empresas espaciales y de cohetes de Rusia, la empresa como contratista principal proporciona a las Fuerzas Armadas rusas equipo militar avan-

FIGURA 4: MIG-31 PORTANDO UN KINZHAL



Fuente: <https://www.zona-militar.com/2022/11/01/rusia-despliega-mig-31k-junto-a-los-misiles-hipersonicos-kinzhal-en-bielorrusia/> - Imagen cortesía de Israel Noticias

¹⁰ <https://tass.com/defense/998221> y <https://www.machtres.com/kh47.html>. Consultados el 21 de enero de 2023

¹¹ <http://npomash.ru/npom/en/default.htm> consultado el 13 enero 2023

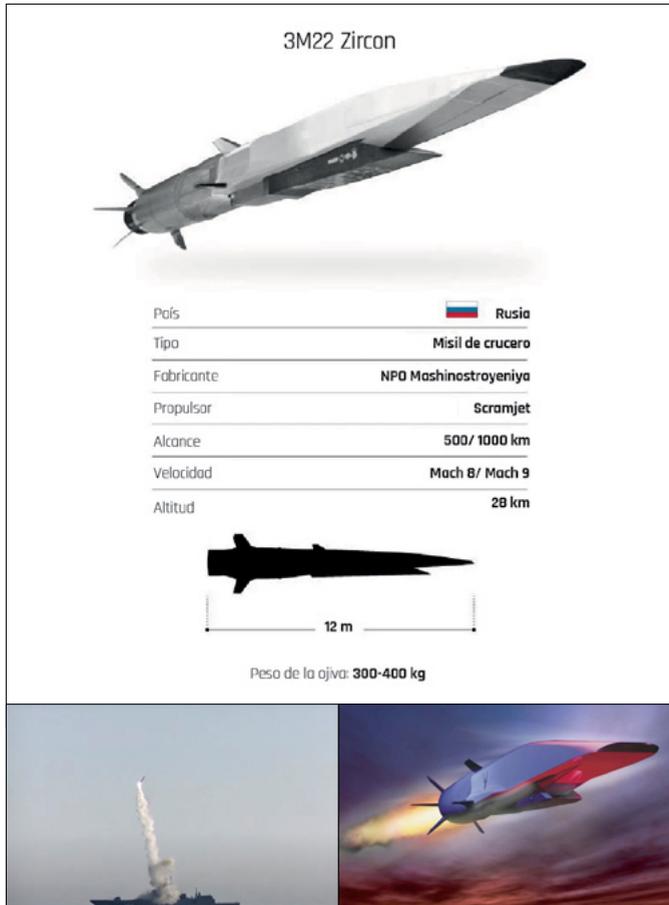
zado y colabora con socios extranjeros en los campos militar y técnico.

A principios de la década de 1980, el gobierno de la Unión Soviética decidió brindar asistencia técnica a India en el diseño y construcción del proyecto indio de 15 fragatas. A NPO Mashinostroyeniya se le encargó la tarea de desarrollar la versión de exportación del complejo de misiles Malakhit-15E. En febrero de 1998, se firmó el acuerdo entre los gobiernos ruso e indio sobre la cooperación militar y técnica y la fundación de la empresa conjunta BrahMos, y en marzo de 1999 se emitió el decreto del gobierno ruso sobre el desarrollo y la producción de un misil anti buque.

En enero de 2023 Rusia equipó la fragata multipropósito rusa "Almirante de la Flota de la Unión Soviética Gorshkov" con misiles Zircón¹², así la armada rusa es la primera en desplegar un AHS en el mar.

Asimismo, la agencia TASS anunció el diseño y la fabricación de un prototipo de lanzador de vehículos terrestres móviles para el Zircón como parte de un sistema de misiles de defensa costera.¹³

FIGURA 4: MIG-31 PORTANDO UN KINZHAL



Fuente: <https://lainfojos.com/rusia-prueba-con-exito-su-misil-zircon/> consultado el 13 enero 2023

Misil hipersónico intercontinental Avangard - HVG

El Avangard es un vehículo HGV ruso que puede transportar como carga útil ojivas tanto nucleares como convencionales, está diseñado para colocarse sobre misiles balísticos y a una determinada altura liberarse y utilizar fuerzas aerodinámicas para maniobrar en la atmósfera. El RS-28 Sarmat, el misil balístico intercontinental más nuevo y avanzado de Rusia, es capaz de portarlo y lanzarlo.

El Avangard pesa unas 2 toneladas y tiene una longitud de 5,4 m pudiendo alcanzar una velocidad entre Mach 20 y 27. Informes de TASS indicaron que la ojiva nuclear del HGV tenía un "TNT equivalente a más de 2 megatonnes" y que el RS-28 Sarmat, capaz de transportar alrededor de 10 toneladas de carga útil, podría transportar alrededor de 5 misiles hipersónicos Avangard¹⁴.

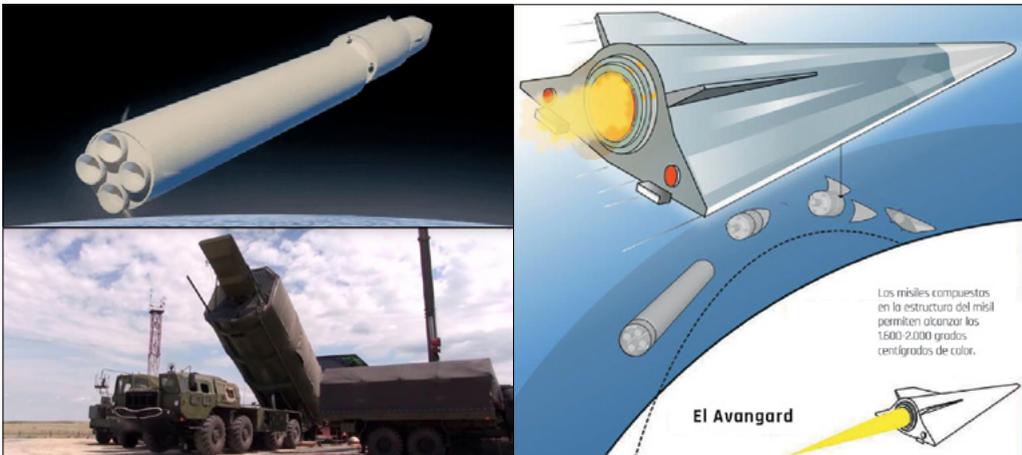
12 <https://es.euronews.com/2023/01/04/ucrania-crisis-armas> consultado el 12 enero 2023

13 <https://tass.com/defense/1532365> consultado el 20 enero 2023

14 <https://engineerine.com/avangard-impossible-to-intercept/> consultado el 21 de enero 2023

La figura 6 muestra esquemas y un lanzador del sistema Avangard.

FIGURA 6: SISTEMA AVANGARD



Fuente: <https://larepublica.pe/datos-lr/respuestas/2022/03/02/vladimir-putin-que-es-y-cual-es-el-riesgo-del-misil-hipersonico-de-rusia-que-estados-unidos-no-puede-detener-guerra-de-rusia-y-ucrania-evat/>

En 2018, el presidente ruso, presentó el misil Avangard, el arma se comenzó a diseñar en 2003 y en 2018 se realizaron una prueba exitosa donde recorrió unos 6.000 kilómetros desde la base militar de Dombrovski, ubicada en la cordillera de los Urales, hasta el polígono de tiro de Kura en la península de Kamchatka, en el Extremo Oriente ruso¹⁵. El primer regimiento de misiles armado con Avangard entró en servicio cerca de la ciudad de Oremburgo, en el sur de los Urales, a fines de 2019¹⁶.

Los materiales compuestos del Avangard le permiten alcanzar temperaturas de 2000°C. En su diseño intervino el ingeniero y científico de cohetes y tecnología espacial Herbert Efremov, quien fue el ideólogo del desarrollo del complejo hipersónico. El presidente ruso Vladimir Putin le otorgó en 2020, una condecoración "por servicios sobresalientes en el desarrollo de la industria espacial y de cohetes, fortaleciendo la defensa del país". Herbert Efremov participó en la creación de los complejos antibuque P-35 y P-120, los misiles de crucero BrahMos y Onyx, los complejos balísticos intercontinentales UR-100, UR-100N, las naves espaciales de la serie Almaz y otros.

La planta de Vótkinsk, en el Distrito Federal del Volga, fabrica en serie el nuevo HVG.

Conclusiones

Las AHS desarrolladas por Rusia son un factor de cambio de equilibrio de poder entre las potencias, han puesto en alerta a las demás superpotencias acelerando sus desarrollos.

Estas armas presentan trayectorias de vuelo imprevisibles y se mueven a velocidades o altitudes variables dentro de la atmósfera, por lo que es muy difícil detectarlas y defenderse. Son capaces de lanzar /portar ojivas nucleares alcanzando sus blancos en tan poco tiempo que no dejarían margen de reacción. ¿Cómo detectarlos, batirlos o neutralizarlos dentro de esos márgenes de tiempo?, la pregunta pone en funcionamiento el ciclo constante bien conocido en guerra electrónica "a nueva medida surge una nueva contramedida". La posibilidad de que porten armas nucleares se suma el

¹⁵ <https://larepublica.pe/datos-lr/respuestas/2022/03/02/vladimir-putin-que-es-y-cual-es-el-riesgo-del-misil-hipersonico-de-rusia-que-estados-unidos-no-puede-detener-guerra-de-rusia-y-ucrania-evat/> consultado el 12 enero 2023

¹⁶ <https://www.fie.undef.edu.ar/ceptm/?p=7041> consultado 12 enero 2023

dilema de dejar la respuesta en manos de las armas autónomas (IA - sin intervención humana) con los errores que se pudieran cometer.

Las AHS superan a los proyectiles balísticos y a sus defensas, en el conflicto de Ucrania, renace con fuerza entre las superpotencias la “estrategia de disuasión”.

Las AHS no forman parte de tratados sobre armas internacionales.

Es interesante resaltar que el CEPTM “Mosconi” en su TEC 1000 2018 publicó el artículo: “Tecnologías disruptivas en los fuegos de precisión de largo alcance”, donde se detallan entre otros los proyectos rusos sobre AHS, que a la fecha se han impuesto como una realidad.

No sorprende la ventaja de Rusia y China sobre Estados Unidos y sus aliados, dado que los analistas occidentales advertían en sus informes sobre la necesidad de aumentar los presupuestos.

Finalmente se ratifica la tendencia en los desarrollos de SA: con mayor alcance, más autónomas, con mayor maniobrabilidad, más veloces precisas y letales, con el objetivo de lanzarlas fuera del alcance de las armas del enemigo y tratando de lograr la mayor sorpresa posible.

Bibliografía / Referencias / Fuentes consultadas:

1. Villanueva Juan Carlos ; Tecnologías disruptivas en los fuegos de precisión de largo alcance ; TEC1000 2018 ; CEPTM Mosconi ; UNDEF – FIE. recuperado de <https://www.fie.undef.edu.ar/ceptm/tec1000/2018.pdf>
2. Kolja Brockmann , Markus Schiller, SIPRI , 2022 - Comprender los sistemas de misiles hipersónicos ; <https://www.sipri.org/commentary/topical-background/2022/matter-speed-understanding-hypersonic-missile-systems>
3. Richard H. Speier, George Nacouzi, Carrie A. Lee, Richard M. Moore; 2017 ; Hypersonic Missile Nonproliferation – RAND National Defense Research Institute. https://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/research_reports/RR2100/RR2137/RAND_RR2137.pdf
4. Baños Bajo, P. (2018). El dominio mundial Elementos del poder y claves geopolíticas. Barcelona: Editorial Ariel.
5. Rojo, Angel. (2020). <https://www.pucara.org/post/armas-hipers%C3%B3nicas-c%C3%B3mo-se-preparan-las-grandes-potencias> . Consultado el 15 abril 2022.
6. NIS Nuclear and Missile Database <http://www.nti.org/db/nisprofs/russia/delivry/mitt.htm> . Consultado 22 enero 2023
7. Perez Arrieu JC, Conocimiento, C&T y poder militar en el siglo XXI: las guerras del futuro, TEC1000 2017, FIE - UNDEF – CEFA digital <http://190.12.101.91/jspui/handle/1847939/1605>

(*) **Juan Carlos Perez Arrieu:** Coronel de Artillería EA, Egresado del Colegio Militar de la Nación; Ingeniero Militar de la especialidad Sistemas Armas Electrónicas (IUE/EST), Magister en Dirección de Empresas (MBA- UP), Diplomado en Management Estratégico (UP); Especialista en Higiene y Seguridad(UMdP), Maestría en Conducción y Administración (IUE). Ex Director y actual Analista del Centro de Estudios de Prospectiva Tecnológica Militar Grl Mosconi de la Facultad de Ingeniería del Ejército, Docente de la FIE - UNDEF y Docente Investigador de la de la UTNFRGP – Sec Tec Dpto Ing Mec y miembro de SC&T, miembro del Área de Prospectiva de Energía Eléctrica - APEE y del CIDIV Centro de I&D Ingeniería Vehicular UTN FRGP .

1.3

Guerra en Ucrania: Los Fuegos precisos de largo alcance y sistemas aéreos autónomos en el campo de batalla. Tecnologías emergentes y disruptivas

Por el CR I (R) "VGM" OIM Juan Carlos Villanueva (*)

Temario

Introducción y antecedentes	42
Los Fuegos Precisos de Largo Alcance	47
Sistemas de Armas de Artillería de campaña	50
Sistemas Aéreos Autónomos (UAS)	62
Consumos de Munición de Artillería	72
Misiles Balísticos de Corto Alcance (SRBM) y de Crucero (CM)	76
Lanzadores Múltiples de Cohetes y Misiles (MLRS)	86
Misiles Hipersónicos	96
Sistemas Aéreos Autónomos Letales (UCAS y Loitering Munitions)	105
Lecciones aprendidas	126
Reflexiones finales	136
Bibliografía y Fuentes	137

PALABRAS CLAVE: INVASIÓN RUSA A UCRANIA - ARTILLERÍA DE CAMPAÑA - APOYO DE FUEGO - LANZADORES MÚLTIPLES DE COHETES - MLRS - MISILES BALÍSTICOS - MISILES DE CRUCERO - MISILES HIPERSÓNICOS - SISTEMAS AÉREOS AUTÓNOMOS - UCAS - LOITERING MUNITIONS - BASE INDUSTRIAL DEFENSA.

Resumen

El presente conflicto armado que se inicia con la invasión de Rusia a Ucrania del 24 de febrero de 2022,

es continuación del enfrentamiento del 2014 entre ambos países, que culminó con la anexión de Crimea por parte de Rusia y la proclamación de las repúblicas independientes de Luhansk y Donetsk. Desde el punto de vista de las tecnologías militares presentes, el análisis de los sucesos hasta la fecha nos muestran y reafirman conceptos como la vigencia de la artillería y sus Fuegos Precisos de Largo Alcance. Pero además, nos permiten analizar el comportamiento y evolución de Tecnologías Emergentes tales como los Sistemas Autónomos Aéreos, tanto para misiones ISR como letales, los "drones kamikaze" o Loitering Munition (LM) y los potencialmente disruptivos Misiles Hipersónicos. Su empleo y las lecciones aprendidas, nos ayudan a obtener conclusiones parciales acerca de los resultados obtenidos, así como determinar si esas Tecnologías han tenido relevancia en el desarrollo de las operaciones.

Objetivo y alcance del trabajo

Exponer aspectos relacionados con el empleo de determinadas Tecnologías Militares del área de Sistemas de Armas Letales, que por su empleo durante las operaciones militares derivadas del presente conflicto, merecen ser destacadas. Específicamente los Fuegos Precisos de largo Alcance de Artillería, así como los Sistemas Autónomos Aéreos, que pueden aportarnos interesantes lecciones aprendidas y nos muestran su vigencia y proyección futura. Dado que nos referimos a un conflicto aún en curso, lo expresado nos permite esbozar además, algunas consideraciones y conclusiones parciales. Abarca los sistemas citados, su disponibilidad, aprovisionamiento, empleo, resultados observados y sostenimiento logístico. Desde el origen de las operaciones hasta la actualidad.

Introducción - antecedentes

"El objetivo de la guerra es un mejor estado de la Paz,
aunque solo sea desde tu propio punto de vista".

Basil Liddel Hart. (The Objective of War)

A más de un año del comienzo de la invasión de Rusia a Ucrania, en lo que se denominó "Operación Militar Especial", expertos alrededor del mundo presagiaban que se trataba de un ataque armado unilateral de un país poderoso a su vecino más débil, que sería resuelto en cuestión de pocos días.

Pero ello no fue así. El conflicto se extiende indefinidamente en el tiempo, con un estimado de más de 200.000 víctimas,¹ entre muertos y heridos, tanto de las Fuerzas militares de ambos países como civiles, millones de ciudadanos ucranianos refugiados en otras naciones de la región, así como y la destrucción de la infraestructura de servicios básicos y habitacional de un país.

Por su parte, el desarrollo de las operaciones militares ha mostrado aspectos que resultan de interés analizar, desde el punto de vista geopolítico, estratégico militar, operacional y táctico. Y particularmente también, dentro de nuestra especialidad, nos permite extraer enseñanzas y conclusiones en lo relacionado a las tecnologías militares y su influencia en las guerras actuales y futuras.

El presente trabajo de divulgación, está relacionado con determinadas tecnologías militares presentes en sistemas de armas terrestres de empleo ofensivo y defensivo, que observamos en las operaciones de guerra en desarrollo. Nuestro trabajo como analistas en el CEPTM "Mosconi"² desde 2014, en las diferentes áreas relacionadas con las "Tecnologías y Objetos de estudio de Interés para la

¹ <https://www.bbc.com/news/world-europe-65260672>

² Centro de Estudios de Prospectiva Tecnológica Militar "GR Mosconi": <https://www.fje.undef.edu.ar/ceptm/>

*Defensa*³, se orienta principalmente a vigilar, analizar y observar la evolución del empleo de determinados sistemas militares y las tecnologías asociadas a ellos, con especial énfasis en la aparición de nuevas tecnologías emergentes, los resultados obtenidos y lecciones aprendidas de su empleo.

En relación con la tarea de vigilancia tecnológica que realizamos en el CEPTM “Mosconi”, consideramos que lo más enriquecedor para el lector es aportar la información obtenida de diversas fuentes, debidamente procesada y analizada, que nos permita resaltar aspectos relacionados con la presencia de determinadas tecnologías, así como su empleo y los resultados obtenidos, limitándonos a aquellas fuentes cuya información resulte confiable y que consideramos creíble.

Las experiencias de guerra de otras naciones, resultan de gran valor y deben ser analizadas y explotadas, porque otorgan herramientas que permiten implementar mejoras en las propias organizaciones, para enfrentar potenciales escenarios de conflicto futuros. Y sirven para mejorar el desempeño de los recursos, ahorrando pérdidas materiales y fundamentalmente sufrimiento y vidas humanas.

Además de la utilidad de analizar y sacar conclusiones de orden táctico, operacional y estratégico, permite identificar tendencias tecnológicas, nuevas amenazas y las implicancias de las mismas sobre nuestras capacidades y doctrina

Para dar un marco al tema del conflicto entre Ucrania y Rusia haremos una breve introducción de algunos antecedentes y los hechos históricos más recientes.

Podemos citar como antecedente más destacado de los últimos años, que el 28 de febrero de 2014 el presidente de Ucrania Victor Yanukovich fue derrocado. Ese mismo día, Rusia instaló puestos de control en los dos principales cruces de carreteras entre Ucrania continental y la península de Crimea. Simultáneamente el Parlamento de Crimea eligió a un primer ministro “pro-ruso” y votó a favor de la secesión de Ucrania.

El 16 de marzo de 2014 se organizó un referéndum en el que se consultó a los ciudadanos de Crimea, si querían que la república autónoma se uniera a Rusia. Ucrania y Occidente juzgaron que el referéndum era ilegal, mientras que Rusia lo apoyó firmemente.

Según funcionarios locales, el 95,5% de los votantes en Crimea apoyaron la opción de unirse a Rusia en el controvertido referéndum, que se llevó a cabo sin ningún observador internacional, que permitiera darle al mismo cierta legitimidad y credibilidad. El 18mar14, el Presidente de Rusia Vladimir Putin oficializó la invasión, firmando un proyecto de ley por el cual Crimea se incorporaba a la Federación Rusa. El periodista de la BBC John Simpson, quien se encontraba en Crimea en ese entonces, expresó: “... fue la invasión más “suave” de los tiempos modernos”.⁴

En simultáneo, en Abr 2014 grupos separatistas “pro-Rusia” ocupan en el Este de Ucrania, las zonas de los Oblast⁵ de Donetsk y Luhansk (*Región denominada Donbass*), con la exigencia de proclamarse repúblicas independientes, los que les permitiría tener una relación política más cercana o eventualmente volver a formar parte de Rusia. Ucrania envía Fuerzas Militares a recuperar lo que considera su territorio soberano, dando lugar a importantes enfrentamientos militares en esa zona.

Tanto los funcionarios ucranianos como occidentales siempre han sostenido que Rusia armó y apoyó a los separatistas de Donetsk y Luhansk, pero Moscú siempre lo ha negado.⁶

3 <https://www.fie.undef.edu.ar/ceptm/wp-content/uploads/2020/02/ListadoTecnologiasAplicadasDefensa.pdf>

4 <https://www.bbc.com/mundo/noticias-internacional-60500020>

5 Oblast: Termino de origen ruso que hace referencia a la demarcación administrativa equivalente a una región.

6 <https://www.bbc.com/mundo/noticias-internacional-60481414>

En agosto de 2014 luego de la batalla de Ilovsk, las fuerzas de Ucrania sufren un severo revés y deben replegarse de la zona ocupada, con lo cual las hostilidades se estancan. Los separatistas autoproclaman las “*Repúblicas Populares de Donetsk y Luhansk*” que son inmediatamente reconocidas por Rusia. Las autoridades de este país, inclusive otorgan pasaporte ruso a más de medio millón de ucranianos⁷.

Desde el 2014 los conflictos se suceden, con acciones de elementos irregulares de ambos bandos, bombardeos esporádicos, asesinatos de referentes políticos, estimándose que hasta

2021 habían muerto unas 13.000 personas, de los cuales 3300 eran civiles, así como más 30.000 heridos.⁸ Los esfuerzos por llegar a acuerdos de Paz materializados en los denominados “*Acuerdos de Minsk I y II*”, mantenidos hasta principios de 2022, no dieron resultados satisfactorios.

El documento resultado de los acuerdos y denominado “*Protocolo de Minsk*” alcanzado entre Rusia y Ucrania en 2014, con la participación de los presidentes de EUA, Francia y Alemania, tenía el objetivo de poner fin al conflicto entre separatistas “*pro-rusos*” y combatientes ucranianos, que había estallado ese año. Sin embargo, luego que el 21feb22 Vladimir Putin reconociera como estados independientes a las regiones rebeldes, los líderes occidentales de EUA y Francia acusaron al presidente ruso, de poner fin unilateralmente a los acuerdos de Minsk⁹.

En relación con lo citado en el párrafo anterior, durante el 2021 y en oportunidad de desarrollar en el CEPTM (*Tec1000 2021*) un trabajo sobre el conflicto de Nagorno-Karabaj entre Azerbaiyán y Armenia, expresamos “... en May 2021, existe alarma por el despliegue de grandes formaciones militares Rusas en la frontera con Ucrania, lo que genera preocupación por la posibilidad de reinicio de las hostilidades. Han pasado 7 años desde los sucesos comentados en los puntos anteriores y resulta importante estar atentos a la evolución de los mismos, ya que seguramente habrá nuevas “*lecciones*” que aprender”¹⁰.

Y efectivamente eso es lo que ocurrió y Rusia inició las operaciones a principios del año 2022.

El 24 de febrero de 22 se inició la Invasión de Rusia a Ucrania, denominada “*Operación Militar Especial*” (OME). El presidente de Rusia Vladimir Putin comunicó que comenzaba su OME con el objetivo de “*desarmar y desnazificar*” a su vecino Ucrania en la Región del Donbas, que “*sometía a los*

FIGURA 1: GUERRA EN UCRANIA. UBICACIÓN GENERAL DE LA ZONA DEL CONFLICTO.



Fuente: BBC

7 Idem anterior

8 <https://www.bbc.com/news/world-europe-49426724>

9 <https://www.bbc.com/mundo/noticias-internacional-60481414>

10 <http://www.cefadigital.edu.ar/bitstream/1847939/2275/1/TEC1000%202021%20Tendencias%20tecnol%20c3%b3gicas%20en%20sistemas%20de%20armas%20de%20apoyo%20de%20fuego%20de%20artiller%20c3%ada.pdf>

ciudadanos de origen ruso". La invasión se intentó justificar además, en la necesidad que tenía Rusia de proteger sus intereses vitales en la región, de las acciones de un "*Occidente agresivo*".¹¹

Por otra parte, Ucrania, los países que integran la OTAN y otras naciones, rechazaron las acciones unilaterales de Rusia, denunciando la misma como una "*guerra ilegal*", motivada por la ambición de ese país de expandir su territorio.

Obviamente, muchos analistas y especialistas militares vaticinaban una abrumadora y rápida victoria de las FFAA de una potencia global de primer orden como Rusia. Un Gasto Militar (2022) de US\$ M 86.400¹², una cantidad enorme de blindados, artillería, helicópteros de ataque y aviones de combate, así como gran superioridad numérica, no solamente por la cantidad de efectivos militares para empeñar, sino además la capacidad de movilización de recursos humanos que siempre ha caracterizado a ese país.

Para apoyar la operación, Rusia disponía de una *Base Industrial de Defensa*, diversificada y poderosa, con grandes stocks de insumos bélicos acumulados para sostener lógicamente un conflicto de este tipo, lo que hacía suponer que el triunfo ruso estaba garantizado. La única inquietud estaba relacionada con "*cuán rápida sería la victoria*".

Por lo anterior, se suponía que la operación consistiría en algo así como una "*excursión táctica*" por parte de Rusia, en la que prevalecería el *abrumador poder de las plataformas blindadas de ataque*, de un país que dispone de la mayor cantidad de tanques de batalla del mundo y con un poder aéreo que desde los inicios dominaría ese ámbito, con aeronaves de combate y misiles.

Ya en el conflicto del 2014, Rusia había mostrado una gran superioridad en el empleo combinado de variedad de Sistemas de Artillería de tubo y MLRS, operando en forma coordinada con varios tipos de UAS¹³ para la adquisición e incluso el "*señalamiento con láser*" de los blancos, para ser abatidos con municiones guiadas. Existía coincidencia que en escasos días, Kiev la capital del país invadido, habría sido conquistada y derrocado el gobierno existente. Pero lo cierto es que ello no ocurrió.

Varias pueden ser las razones por las cuales la operación no haya tenido el éxito esperado por Rusia. Error de apreciación del atacante, subestimación del desempeño de las Fuerzas de Ucrania, o tal vez una reacción férrea e inesperada del defensor, que desde 2014 se venía preparando para hacer frente a un conflicto latente desde esa fecha y que ciertamente tendría un "*nuevo capítulo*".

Para ello Ucrania había incorporado valiosa experiencia en estos 8 años de conflicto de menor escala en la región del Donbas, pero además había aprovechado ese tiempo para reformular y organizar sus estructuras de defensa así como invertir presupuestos en incorporación y modernización de su equipamiento. Complementariamente, en los últimos 6 años había recibido asistencia militar y apoyo en la modernización y adiestramiento de sus FFAA, por parte de países de la OTAN, principalmente de Estados Unidos.

Luego de la sorpresa de los primeros días, lo cierto es que el avance arrollador inicial se detuvo. El conflicto quedó localizado entonces en el sector oriental de Ucrania, mayormente en la región de Donbas ya ocupada por los separatistas desde 2014, así como en Kherson y en los principales puertos del Mar Negro entre otros.

Más allá de las opiniones contrapuestas sobre la legitimidad de la operación, a esta altura de los acontecimientos existe una opinión generalizada y fundamentada a nivel global, de que nos encontramos frente a una acción de guerra iniciada unilateralmente, que da como resultado el avasalla-

11 https://www.reuters.com/world/europe/russia-advances-donetsk-region-ukraine-civilians-killed-by-rocket-2023-02-01/?utm_source=Sail-thru&utm_medium=Newsletter&utm_campaign=Daily-Briefing&utm_term=020223

12 Fuente SIPRI: <https://www.sipri.org/sites/default/files/MILEX%20Press%20Release%20ESP.pdf>

13 Unmanned Aerial Systems

miento de los derechos soberanos de otra nación, pero no solo por la ocupación de una gran parte de su territorio, sino además el cuestionamiento de su conducción política y con consecuencias graves sobre el destino de sus ciudadanos.

Luego de más de un año del inicio de las operaciones militares, la proliferación de información en video e imágenes de los diferentes medios y redes sociales es enorme y de tan variada procedencia, que exige especial atención y un cuidadoso análisis de la misma, previa determinación del grado de confiabilidad del medio o fuente que la provee. Por ello trataremos de la manera más equilibrada posible, de abordar y clarificar aspectos relacionados con algunas tecnologías militares que están siendo empleadas por ambos contendientes, mencionando aspectos que consideramos de interés para tener en cuenta.

No debemos olvidar que si algo ha caracterizado a este conflicto, es la extraordinaria proliferación de información de todo tipo, de medios gráficos y audiovisuales, de material en estado "crudo" y también "convenientemente editado" y manipulado por los elementos de Icia y estructuras de difusión de la información, de cada uno de los actores involucrados e interesados en transmitir "*su propio relato*".

Porque así como los medios de comunicación y redes sociales son herramientas formidables para acceder al conocimiento de determinados sucesos, también es cierto que la "*niebla de la guerra*", hace cada vez más complejo seleccionar y procesar la enorme cantidad de información disponible, de forma tal de poder formular conclusiones inobjectables.

Por lo expresado en el punto anterior y, sobre la base de lo que muchos expertos y analistas expresan acerca de la posibilidad de un reinicio de la ofensiva por parte de Rusia, durante la primavera del 2023 en el hemisferio Norte, resultaría muy apresurado aún sacar conclusiones definitivas acerca de los resultados obtenidos con el empleo de tecnologías militares que mencionaremos. Los posibles escenarios de continuación del conflicto son variados y tal vez algunos de ellos inesperados e inaceptables, tanto por sus características como por su magnitud.¹⁴

Es probable también que ambas partes aún no hayan empleado sus recursos tecnológicos más avanzados, reservándolos para una instancia posterior. Y es probable también, que un conflicto hoy limitado a sólo 2 actores, con sus respectivos países o alianzas adherentes, termine transformándose en un conflicto de escala global.

Menciono esto porque a la fecha, lo que inicialmente parecía un conflicto de carácter local, ha tenido y seguirá teniendo una repercusión y efecto global, que ha sacudido las estructuras de la Unión Europea y su Organización de Defensa Regional, la OTAN. Esto ha obligado a los países a definirse e incluso a "*tomar posición*", abiertamente en algunos casos y más tímidamente en otros, particularmente aquellos que por su proximidad geográfica o alineamiento estratégico, necesariamente son y serán los primeros afectados por el conflicto y su evolución.

Los países Europeos son los vecinos inmediatos del conflicto, que por ello ven amenazada su existencia misma por la temida y cada vez más mencionada posibilidad, del empleo de Armas de Destrucción Masiva (WMD), particularmente misiles tácticos y estratégicos equipados con Cabezas de Guerra Nucleares.

Pero el planteo de esos escenarios posibles, también está fuera del alcance del presente trabajo de Vigilancia Tecnológica, por lo que continuaremos con el desarrollo del objetivo planteado inicialmente, que pasamos a desarrollar a continuación.

¹⁴ Como podría ser el caso del empleo de sistemas de armas con capacidad Nuclear, evento no deseado y de extrema gravedad por los riesgos de una eventual escalada de consecuencias impredecibles

Los Fuegos Precisos de Largo Alcance y los Sistemas Aéreos Autónomos en el campo de batalla. Tecnologías Emergentes y Disruptivas

“La Artillería es un arma igualmente formidable tanto en la ofensiva como en la defensa”
Antoine-Henri Jomini¹⁵

Volvemos al título con el que fue presentado el presente trabajo y comenzamos formulándonos algunas preguntas que nos surgen:

- > ¿Cuáles fueron los sistemas más relevantes empleados y qué lecciones se recogen de su participación?
- > ¿Qué Sistemas Emergentes observamos? ¿Cuál fue el impacto real de su empleo?
- > ¿Es posible que esas incipientes “Señales Tecnológicas” observadas en estos conflictos, generen implicancias de carácter disruptivo en las guerras del futuro”?
- > ¿Podemos considerar que la guerra ha cambiado drásticamente, bajo el influjo de las nuevas tecnologías?
- > ¿Pueden este tipo de conflictos, entre FFAA con distintas Organizaciones, equipamiento y en diferentes contextos, ser tomados como referencia para considerar las lecciones aprendidas, de utilidad e incluso aplicables para nuestras FFAA?
- > ¿Qué lecciones nos deja la necesidad de disponer de una Base Industrial de Defensa cuando se enfrenta un conflicto de alta intensidad y larga duración?

No es novedad que los conflictos son una extraordinaria oportunidad para verificar el desempeño de nuevos sistemas de armas y tecnologías asociadas. En las últimas décadas, desde la Guerra de Malvinas (*Exocet – Sidewinder*), Las guerras de Irak y del Golfo (*Municiones Inteligentes – Misiles Hellfire*), la Guerra de Nagorno Karabaj (*UCAS – Loitering Munitions - Armas Atan*) y ahora el conflicto en Ucrania, nos han mostrado que determinadas tecnologías constituyen un verdadero “*Game Changer*”, que generan enormes ventajas para quién las posee.

Haremos mención también a Tecnologías consideradas “Maduras”, con años de presencia en los campos de batalla, suficientemente conocidas y de probada eficacia. Que han estado presentes en este escenario y en grandes cantidades. Y nos muestran también la “*vigencia de lo clásico*”. Es el caso de las armas de artillería de tubo, en sus calibres mayores como el 152/155mm, que se presentan cada vez con mayor alcance y precisión, así como los sistemas de Lanzadores Múltiples de Cohetes y Mísiles (MLRS), que complementan lo anterior con su gran movilidad y fuegos de saturación.

Mencionaremos además algunas Tecnologías Emergentes y potencialmente Disruptivas, que hace algunos años han hecho su aparición en diferentes conflictos, como es el caso de los VANT / UAS¹⁶, inicialmente presentes como sistemas de apoyo a las operaciones en misiones ISR y que luego fueron progresivamente agregando su capacidad letal, que con su probada eficacia motivó que comenzaran a proliferar en la mayoría de los escenarios de conflicto actuales.

El empleo de los drones, incluso los comerciales de bajo costo, generó importantes cambios en la manera en que las operaciones a nivel táctico son conducidas y ejecutadas. Basta pensar que hasta hace pocos años, la exploración avanzada y reunión de información se realizaba con elementos adelantados e incluso con participación de FFEE, con el consiguiente riesgo de enviar RRHH a rea-

¹⁵ General suizo, al servicio de Rusia y de Francia. Famoso pensador militar del Siglo XVIII

¹⁶ VANT / UAS: Vehículo Aéreo no Tripulado / Unmanned Aerial System.

lizar misiones de riesgo extremo. También ahora una pequeña fracción de exploración operando UAS de bajo costo, pueda realizar esas misiones e incluso complementar la tarea de los OAA¹⁷.

O el caso de las Loitering Munitions (LM) que se convirtieron en una amenaza extrema y compleja para las formaciones blindadas y vehiculares en general, que hasta dieron lugar a opiniones apresuradas, acerca del *"Fin de la Era del Tanque"*, consideración que *no compartimos en absoluto*.

Otra de las tecnologías emergentes y potencialmente disruptivas destacadas en este conflicto es el caso de los *Sistemas de Armas Hipersónicas*. Existen varios países que llevan adelante programas de desarrollo de estos sistemas, principalmente las potencias como EUA, Rusia y China. Se afirma que habrían sido utilizadas por primera vez en acciones de combate por parte de Rusia, con sus misiles Hipersónicos Kinzhal y Zircon, de uso aéreo y naval respectivamente.

Comenzaremos citando algunos conceptos relacionados con las *"Tecnologías Disruptivas"* de las cuales tanto se habla actualmente.

En un trabajo presentado en el *"Center for a New American Security (CNAS)"*, se define como una *Tecnología Disruptiva (TD) en el Sector Defensa* a: "una tecnología o conjunto de tecnologías aplicadas a un problema relevante, de manera tal que alteran radicalmente las relaciones de Poder Militar entre los competidores, convirtiendo en obsoletas las políticas, doctrina y organización de todos los actores"¹⁸.

Podemos decir entonces que las TD tienen la capacidad potencial de "cambiar las reglas del juego"¹⁹, que en el ámbito de Defensa se refiere al balance del Poder Militar entre los contendientes.

Nos pareció adecuado agrupar los sistemas de armas en dos grupos específicos, que por su empleo en este conflicto, sus características y funciones particulares, resulta de interés analizarlos separadamente.

Ellos son:

- > **LOS SISTEMAS DE ARMAS DE ARTILLERÍA:** La vigencia de conceptos básicos. Los Fuegos Precisos de Largo Alcance. Letalidad. Movilidad. Las Armas Hipersónicas.
- > **LOS SISTEMAS AÉREOS AUTÓNOMOS:** Nuevos actores claves que aportan letalidad y su contribución al dominio del espacio aéreo.
- > **LOS FUEGOS PRECISOS DE LARGO ALCANCE:** La vigencia de conceptos básicos. Los Fuegos Precisos de Largo Alcance. Letalidad. Movilidad.

A más de un año de iniciada la guerra en Ucrania, observamos que los *Sistemas de Armas de Artillería* siguen resultando un factor decisivo en el desarrollo de las operaciones militares. Desde los primeros días de la invasión, la superioridad de Rusia en el empleo de *Sistemas Autopropulsados de Artillería* (SPH)²⁰ acompañando el avance de las Fuerzas Blindadas, así como el apoyo de la información de medios ISTAR²¹ para orientar más eficientemente los fuegos y optimizando la maniobra estratégica, dió sus frutos.

En esa etapa inicial, Ucrania estuvo en desventaja y perdió mucho material y personal, principalmente por la mayor capacidad de Rusia de ejecutar Fuegos de Contrabatería precisos e inmediatos.

17 OAA: Observadores adelantados de artillería

18 Center for a New American Security (CNAS). B. FitzGerald; S. Brimley. Fuente: <https://www.cnas.org/publications/reports/creative-disruption-technology-strategy-and-the-future-of-the-global-defense-industry>

19 "Game changer": "A newly introduced element or factor that changes an existing situation or activity in a significant way". Fuente: <https://www.merriam-webster.com/dictionary/game%20changer>.

20 SPH: Self Propelled Howitzer

21 ISTAR: Intelligence Surveillance Targeting Acquisition Reconnaissance

La artillería de Ucrania, con posiciones más estáticas y material remolcado, fue blanco fácil para la contraparte rusa con sistemas autopropulsados y mayores alcances.

Ucrania trató de balancear la situación y pese a que disponía de menor cantidad de medios, más antiguos y con menores alcances, optó por concentrar su poder de fuego en las principales avenidas de aproximación más probables. Esos fuegos concentrados en sectores claves, con las *Armas Atan guiadas* portátiles empleadas por pequeñas fracciones, sumado a muchos otros aspectos incluso los de orden logístico, hicieron con el paso de los días la maniobra terrestre se ralentizara, los frentes alcanzados se consolidaban y los medios blindados frenaron su avance inicialmente arrollador.

Y allí fue donde la Artillería dijo: *“Ahora es mi Turno”* y pasó a cumplir un rol prioritario para ambos contendientes. Esto no fue una sorpresa, ya que Rusia tiene una abundante historia que reafirma la importancia que se da al empleo masivo de la antigua, noble y cada vez más poderosa Artillería.

Pero no solo Rusia sabe que necesita *“Sus Cañones”*. Como mencionamos en trabajos anteriores del CEPTM²², en el año 2017 el US Army estableció las *“6 Prioridades de Modernización”* de esa Fuerza, bajo el título *“MODERNIZATION PRIORITIES OF THE US ARMY”*.²³

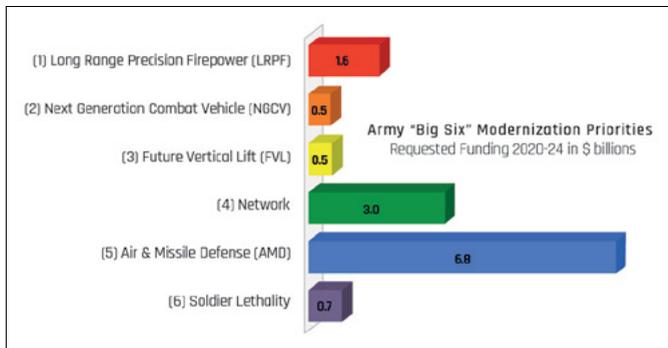
Esas prioridades se han mantenido con presupuestos sostenidos anualmente, en programas plurianuales que siguen las metas concretas para avanzar con los objetivos impuestos, independientemente de los cambios en la conducción de esa Fuerza e incluso de las autoridades nacionales del país.

Estas “Prioridades de Modernización” son:

- > Long Range Precision Fires. (*Fuegos de Precisión de Largo Alcance*).
- > Next Generation Combat Vehicle. (*Nueva Generación de Vehículos de Combate*).
- > Vertical Lift Platforms. (*Plataformas de despegue vertical*).
- > Army Network²⁴. (*Entorno de batalla*)
- > Air and Missile Defense Capabilities. (*Capacidades de Defensa Aérea y Misilística*)
- > Soldier Lethality. (*Letalidad del combatiente*).

Se puede observar claramente, que las mismas están orientadas básicamente a proporcionar a los elementos de esa Fuerza de **LETALIDAD – MOVILIDAD – CDO Y CONTROL**.

FIGURA 2: PRIORIDADES DE MODERNIZACIÓN DEL US ARMY. (PRESUPUESTOS ASIGNADOS PARA EL PERIODO 2020/24)



Fuente: Breaking Defense

²² Aca iría el link del CEPTM

²³ "Modernization Priorities of the US Army". (03Oct17). Ref: <https://admin.govexec.com/media/untitled.pdf>.

²⁴ Si bien no hay una traducción literal al castellano, entendemos que incluye la integración total de los sistemas que operan los diferentes niveles de Comando, Control y sus medios físicos y RRHH. Incluye además todo lo relacionado con ciberdefensa, en las cuestiones en las cuales tiene injerencia el US Army.

Particularmente para el caso de los LRPF, el citado Programa se planifica y lleva adelante a través de dos líneas de trabajo principales, a fin de obtener capacidades que otorguen:

- > Mayor alcance y precisión para las ***Armas de Tubo***, actuales y futuras, mediante:
 - > Modernización de armas actuales.
 - > Desarrollo de nuevas armas.
 - > Desarrollo de nuevas municiones.
- > Mayor precisión y letalidad en ***Sistemas de Misiles*** orgánicos. (*Precision Strike Missile Program*).

Destaco lo anterior, porque si bien Estados Unidos y los países de la OTAN aún no participan directamente en las operaciones de combate entre Rusia y Ucrania, es indudable que el enorme grado de asistencia militar que los países de la Alianza Atlántica han brindado a Ucrania en estos meses, ha resultado decisivo para apoyar el esfuerzo de resistencia y contribuir así a sostener las operaciones de defensa frente al invasor.

Prácticamente a diario, los medios de prensa nos brindan información relacionada con los insistentes pedidos de apoyo del presidente *Volodymyr Zelensky* a la comunidad internacional.

Desde el inicio de las operaciones, reitera sus pedidos de *“Artilería de tubo, cohetes y misiles, Sist Def Ae y Armas Atan”*. Es decir *Poder de Fuego* con mayor alcance, de extrema precisión y de gran efecto letal.

Sistemas de armas de artillería de campaña: (De tubo - MLRS):

El Alcance - La Precisión - La Movilidad – Los UAS (ISR) en apoyo directo de la artillería - Los Fuegos de contrabatería – Munición Guiada y Kits – La asistencia de Occidente a Ucrania: Casos más destacados.

Mencionamos anteriormente que el conflicto armado entre Rusia y Ucrania tiene su antecedente más cercano en el 2014, caracterizado también por un empleo intensivo de fuegos de artillería de ambas partes. Debemos tener en cuenta que Ucrania, junto con Bielorrusia hasta 1989, fueron las dos FFAA más poderosas de la Ex URSS, obviamente después de Rusia. Y por sus antecedentes, los conflictos en los que participaron desde la 2da G.M y durante los años de vigilia frente al potencial conflicto contra la NATO en el período de la *“Guerra fría”*, comparten gran parte de su doctrina y principalmente sus recursos materiales, en especial de los Sistemas de Armas.

Por ello, no sorprendió que el presente conflicto se caracterice por el “Rol dominante que la Artillería tiene en el campo de batalla”. Cuando Ucrania fue invadida en febrero de 2022, resultó completamente superada por Rusia en las fases iniciales, por la abrumadora diferencia de capacidades de fuego de artillería. Principalmente por la forma en que Rusia integra los fuegos de las armas de tubo con los MLRS, cubriendo con salvas masivas pero también disparos de precisión, desde las distancias más cortas, hasta objetivos en la profundidad del dispositivo enemigo.

Los expertos afirman que Rusia planifica y ejecuta sus operaciones militares, como la de un “Ejército de Artillería”, que dispone además de una enorme cantidad de blindados de todo tipo para la maniobra. Sus fuerzas terrestres atacan con fuegos de artillería de saturación, demoliendo las defensas de su oponente, para que luego sus blindados e Infantería consoliden el terreno. Y todo ello soportado siempre con un sistema de sostenimiento logístico preparado al efecto.

Tal como mencionamos en trabajos anteriores, Rusia ya lo había hecho en el 2014 en la guerra del Donbas, donde las acciones de artillería de campaña fueron principalmente fuegos masivos de munición convencional, de 152 y 122mm, así como MLRS de 122, 220 y 300mm, no existiendo en ese conflicto evidencias del empleo de munición de artillería de tubo guiada del tipo *“Kras-*

napol". Sin embargo, los resultados fueron son igualmente devastadores, particularmente en las zonas donde fueron empleados MLRS como el TOS-1, que emplea cohetes con cabeza de guerra termobárica²⁵.

En la batalla del Donbas en 2014 la combinación de fuegos de gran alcance e información precisa de la zona de blancos, permitió que pese a la intensidad de las operaciones, Rusia tuviera comparativamente pocas bajas. Un aspecto de interés a destacar, es que informes posteriores al conflicto confirmaron, que el 80% de las bajas de Ucrania, fueron producto de los fuegos de Artillería rusos²⁶. Lo que no hace más que reafirmar la larga tradición de Rusia en el empleo masivo de los fuegos de artillería desde la 2da Guerra Mundial.

Con características similares a lo citado anteriormente, la Invasión de Rusia a Ucrania del 2022 ha mostrado que factor condicionante de las operaciones, ha sido el tema tradicional y siempre vigente que preocupa a la Artillería: el ALCANCE de las Armas. Y Rusia, por la variedad y cantidad de sistemas disponibles en sus organizaciones, así como la abrumadora disponibilidad de munición para sostener el fuego ininterrumpido de esas armas, sobre unas posiciones defensivas de Ucrania incapaces de responder por estar fuera de alcance, tuvo siempre la iniciativa.

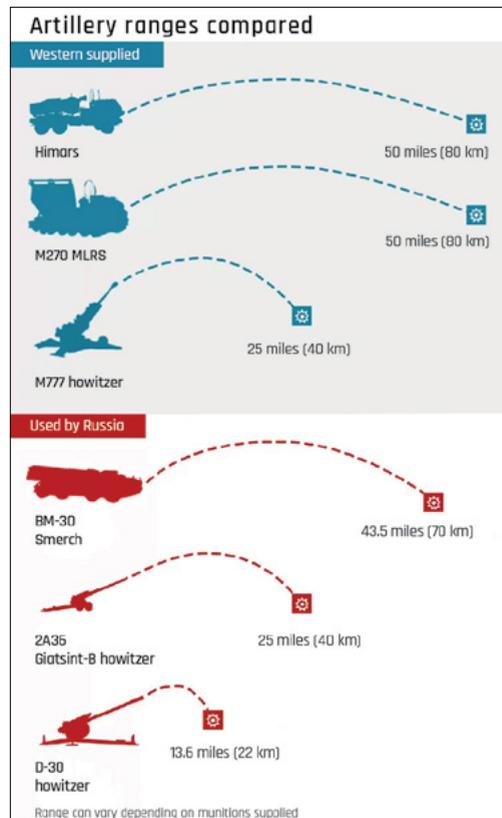
Inclusive, para arrasarse con fuegos indiscriminados de todo tipo, posiciones defensivas instaladas en zonas pobladas como fue el caso de la defensa de Mariupol²⁷.

Relacionado en "El Alcance de las Armas" volvemos a insistir en la importancia que también en el US Army se da a los Fuegos precisos de Largo Alcance (LRPF), que resumimos en una expresión del Grl R. Brown (US Army) en el "Global Force Symposium 2018".

"Nosotros debemos lograr el máximo alcance para todos nuestros sistemas en desarrollo, tanto para fuego cercano, de largo alcance táctico y estratégico. Necesitamos Cañones con el alcance de Cohetes. Necesitamos Cohetes que superen en alcance a los Misiles actuales. Y necesitamos Misiles Tácticos con alcances de 500 km"²⁸.

Este concepto es compartido no solo por las grandes potencias, sino también por aquellos países que desean otorgar a sus FFAA capacida-

FIGURA 3: ALCANCE COMPARATIVO DE ARMAS DE ARTILLERÍA PRESENTES EN EL CONFLICTO.



Fuente: BBC

25 Kristian Vuorio. "The Use of Thermobaric weapons". 2015. Defense University. Finland. https://www.researchgate.net/publication/322553927_Use_of_Thermobaric_Weapons

26 Philip A. Karber. "Lessons learned from Ruso-Ukrainian war". Potomac Foundation. ((2015). Pag 18.

27 <https://www.bbc.com/mundo/noticias-internacional-60830252>

28 Fuente: <https://www.ausa.org/events/global-force-symposium-exposition-2018/sessions/improving-long-range-precision-fires-joint>

des de combate acordes a los conflictos modernos. En el caso de Rusia, que hace años se prepara para un eventual enfrentamiento con la OTAN, conoce perfectamente por experiencia y doctrina propia, el papel relevante que el "*Alcance de las armas*" juega. Y sabe que necesariamente, la limitación propia de los cañones para batir con precisión a grandes distancias, debe ser complementada por otros sistemas como los vectores (cohetes y misiles).

Y toda su *Base Industrial de Defensa*, está preparada para sostener ese esfuerzo.

Algo que lamentablemente Ucrania comprendió tarde en el conflicto del 2014, luego de su derrota militar y pérdida de una parte importante de su territorio (*Crimea y ocupación del Donbas*). Y aunque durante estos años previos a la invasión del 2022 trató de corregir, reestructurando y reequipando sus FFAA con el apoyo de EUA y países Europeos, todo ello no fue suficiente como para sostener de manera autónoma, un conflicto a gran escala como el actual.

Al momento de la invasión, Ucrania contaba con material de artillería de origen soviético, del periodo de la guerra fría, principalmente material de tubo en calibres 122, 152 y 203mm, también empleados por Rusia.

Vehículos Autopropulsados de artillería (VCA / SPH).²⁹

SPH 2S1 "Gvozdika" calibre 122mm. Antiguo sistema de la Ex URSS con capacidad anfibia. En servicio en el Ejército desde 1971. Conformado por un chasis del Vehículo multipropósito MT-LB, lleva el cañón de 122mm, que equipa al sistema remolcado D-30 en servicio en esa fuerza. Un sistema provisto además en todos los países de la URSS y exportado a sus aliados en grandes cantidades, ha participado en innumerables conflictos en los últimos años. Su dotación es de 4 soldados, se caracteriza por su confiabilidad, rusticidad y movilidad al poder vadear cursos de agua. Se destaca además por su precisión en el disparo, siempre y cuando se emplee la munición del citado D-30. Con un alcance de 15 km emplea munición EF, HEAT, CME y otra, pudiendo llevar hasta 40 proyectiles en la plataforma. Aerotransportable y aerolanzable, si bien no se trata de un vehículo blindado, ofrece protección contra disparos de armas livianas y fragmentos de artillería.

FIGURA 4: OBUS AUTOPROPULSADO (SPH) CALIBRE 122MM SPH 2S1 "GVOSDIKA"(RUSIA - UCRANIA).



Fuente: Military Today

SPH 2S19 "Msta-S" en calibre 152mm. Está en servicio en Rusia desde 1989. Sobre una plataforma blindada y con un peso total de 46tn, lleva como arma principal un cañón 152mm L47, el mismo que emplea la versión remolcada 2S65 "Msta-B". Participó en combate en muchos escenarios de conflicto y al año 2020 Rusia tenía unas 470 unidades en servicio y más de 200 en depósito.³⁰ Tiene capacidad de disparar variedad de municiones convencionales y con carga Nuclear Táctica, así como todos los proyectiles guiados de la familia "Krasnopol" en sus distintas versiones.

²⁹ <https://rusi.org/explore-our-research/publications/commentary/role-artillery-war-between-russia-and-ukraine>

³⁰ http://www.military-today.com/artillery/2s19_msta_s.htm

El alcance máximo es de entre 24 y 29km, tiene un sistema de carga semiautomática y una cadencia de fuego de 8 disp/min. Su plataforma es similar a la que tiene el tanque T-72, obviamente con menor blindaje y comparte ciertos componentes de los T-72 y T-80. Actualmente también está en servicio en Azerbaiyán, Bielorrusia, Etiopía, Georgia, Ucrania y Venezuela.

En los 90's se desarrolló una versión mejorada con un nuevo cañón L54 denominado 2A46M. Con el mismo se obtienen alcances de hasta 30km y 40km con proyectiles RAP. Incluye además mejoras en todo el sistema eléctrico así como navegación satelital empleando el sistema Glonass.

SPH 2S35 "Koalitsiya-SV" en calibre 152mm. Se trata del más moderno y avanzado sistema autopropulsado en desarrollo por Rusia y que supera a todos los sistemas de Ucrania en cuanto a su poder de fuego, mayor alcance, capacidad de emplear munición "inteligente" y fundamentalmente innovaciones tecnológicas. Resultado de las sucesivas modernizaciones del sistema SPH 2S19 "Msta-S", este programa se inició en el 2006 y el 1er prototipo era una plataforma que disponía de 2 cañones "gemelos" de 152mm, que podían cumplir misiones de fuego en forma simultánea, llegando a realizar ráfagas de hasta 16 disp/min. Por alguna razón el proyecto fue cancelado y se volvió a la versión convencional (1 solo tubo), que es la que actualmente se estaría evaluando con la denominación 2S35 Koalitsiya-SV.

Cuando la misma se encuentre completamente en servicio, lo que originalmente se estimaba para 2023, por sus características sería uno de los SPH más poderosos en su categoría.

Torre del arma principal completamente autónoma, sistema de carga de munición automática, una tripulación de solo 3 hombres y tal vez lo más importante, puede disparar una enorme variedad de proyectiles, EF, RAP, guiados como el Krasnopol y otros más modernos con un alcance de 70km. La plataforma base emplea componentes de su antecesor el 2S19 "Msta S" así como del tanque T-90.

Si bien la fabricación de lotes prototipo para evaluar se inició en el 2014, a la fecha existen retrasos que no han permitido su puesta en producción seriada. Sin embargo, expertos opinan que podría estar siendo evaluada su performance en determinados lugares "seguros" del frente de batalla, como estaría ocurriendo también con el Tanque T-14 "Armata", lo que fue promocionado oportunamente por fuentes rusas³¹.

FIGURA 5: OBÚS AUTOPROPULSADO (SPH) 152MM 2S19 "MSTA-S" (RUSIA). PUEDE DISPARAR LA MUNICIÓN GUIADA "KRASNOPOL".



Fuente: Military Today

FIGURA 6: OBÚS AUTOPROPULSADO (SPH) CALIBRE 152MM 2S35 "KOALITSIYA SV". ES EL MÁS MODERNO DE LOS SISTEMAS DE ARMAS DE TUBO OPERADOS POR RUSIA.



Fuente: Military Today

31 <https://www.fie.undef.edu.ar/ceptm/?p=11625>

SPH 2S5 "Gyatsint - S" en calibre 152mm. Sistema de artillería autopropulsado con un arma L54. No dispone de torreta sino que se trata de la adaptación de un sistema remolcado, instalado sobre una plataforma a orugas escasamente blindadas. Con 28tn de peso y una dotación de 6 hombres, opera la misma boca de fuego provista a su versión remolcada, el 2A36 "Gyatsint-B". Ambos están en servicio desde 1976 en el Ejército Ruso y provistos también a Ucrania. La versión remolcada tiene un peso de 9.7tn y una dotación de 8 hombres. El alcance máximo de ambos sistemas es entre 28 y 33 km según el tipo de munición empleada.³²

Además de los países citados, el Gyasint está en servicio en Bielorrusia, Turkmenistán y Finlandia³³.

FIGURA 7: OBÚS AUTOPROPULSADO (SPH) CALIBRE 152MM 2S5 "GYASINT". DISPONE DE CAPACIDAD PARA DISPARAR PROYECTILES NUCLEARES TÁCTICOS. (RUSIA - UCRANIA).



Fuente: Military Today

SPH 2S7 "Pion" / "Malka": en calibre 203mm. Un sistema heredado de los años 60's y la era de la "Guerra Fría", originalmente desarrollado para disparar cargas convencionales y nucleares de empleo táctico. Entro en servicio en 1976, participando con las fuerzas rusas en Afganistán (80's) y en las dos guerras de Chechenia (90's). Dispara un proyectil EF de 110kg y también munición asistida por cohete RAP de 103kg, con alcances de 37km y 47km respectivamente. Al inicio de las operaciones en 2022 Ucrania disponía de unas 100 unidades.

La versión modernizada por Rusia en 1983, denominada 2S7 M "Malka", incorpora mejoras en el Chasis, el motor, el sistema de carga de munición y por sobre todo, el sistema de control y gestión del fuego. Del total de 300 piezas 2S7 en depósitos, Rusia disponía de unas 60 unidades modernizadas 2S7M.

Estas armas están equipadas con electrónica digital integrando el sistema de control de fuego, que combina drones, radares terrestres y otros sensores para adquirir blancos y pasar las coordenadas de las piezas. Ya en los enfrentamientos en el 2014 en la región del Donbas, las fuerzas de Ucrania habían sufrido los devastadores efectos de estas temibles armas³⁴. Porque si bien ambos disponían del mismo sistema, los 2S7M de Rusia más modernos y asistidos por sensores, superaron en los fuegos de contrabatería a su oponente.

En resumen, pesado, con baja cadencia de fuego (2/3 disp x min), una dotación de 14 hombres y un abastecimiento de munición que genera una gran carga logística, pero que pese a todo muestra especiales aptitudes para el tipo de confrontación que se libra. Un ejemplo de un "viejo sistema" sigue y seguirá dando batalla.

FIGURA 8: OBÚS AUTOPROPULSADO SPH CALIBRE 203MM 2S7 PION. (RUSIA - UCRANIA).



Fuente: Eurasian Times

³² http://www.military-today.com/artillery/gyatsint_b.htm

³³ En Finlandia se denomina 152 K89 y es material remanente de la Ex URSS

³⁴ <https://eurasianimes.com/russia-pounds-ukraine-with-worlds-most-powerful-2s7m-malka-artillery-guns-as-war-enters-critical-stage/>

Otras armas de artillería de Ucrania presentes son las que equipaban a las antiguas Unidades de Infantería motorizada (Inf Mot) como los sistemas **SPH 2S3 Akatsiya** (VCA a orugas calibre 152mm, con un alcance de 18km).

Las Unidades de Inf Mot más modernas estaban equipadas también con piezas remolcadas calibre 152mm D-20 y 2A65 Msta-B, con un alcance de 17 y 28 km respectivamente³⁵. Estas armas son desarrollos de la Ex URSS, por lo que Rusia también emplea ambos sistemas.

Las armas de tubo se complementan con una cantidad de **sistemas MLRS** de 122, 220 y 300mm, en servicio en Ucrania, incluyendo un batallón de cada tipo de **BM-30 “Smerch”** (Calibre 300mm) y **BM-27 “Uragan”** (Calibre 220mm).³⁶

Estos sistemas también están presentes en las FFAA de Rusia, que además operan el sistema **TOS-1**, reconocido por su letalidad en fuegos masivos de saturación en las distancias cortas. Más adelante haremos una descripción de los mismos.

Por otra parte, la asistencia de EUA y sus aliados a Ucrania desde los inicios de la invasión, para tratar de balancear la enorme diferencia en la capacidad de los fuegos de artillería, incluyó el aporte del siguiente *material de artillería de campaña de tubo*³⁷:

M 777:³⁸ Arma de calibre 155mm. 3.5tn de peso (*Muy liviano para su categoría*). Remolcado. Con un alcance de 25km (*Mun convencional*) y 29 km (*RAP*)³⁹. Empleando el proyectil guiado *Excalibur* tiene un alcance de 40km y una precisión CEP de 1m.⁴⁰ El fabricante de este cañón BAE Systems, está reconsiderando reiniciar la producción del M777, debido a la excelente performance que la misma ha demostrado en Ucrania.

A Nov 2022 EUA, Australia y Canadá enviaron 170 M777 y gran cantidad de munición a Ucrania. Obviamente por las características de las operaciones, con frentes muy fluctuantes y multiplicidad de sensores “*buscando*” blancos para neutralizar, estos sistemas remolcados presentan ciertas vulnerabilidades. Pero por otra parte, la relación entre el poco peso del arma respecto del poderoso proyectil que dispara y su alcance, lo hace un arma única en su tipo. Puede además es aerotransportado por aeronaves como el helicóptero CH-47 “Chinook” entre otros.

M 198: En servicio desde 1979, éste arma fue reemplazada por el M777 tanto en el US Army como en Marine Corps. Pese a ser más pesada (8tn), su performance en cuanto a alcance y tipos de proyectiles que puede disparar, es similar al M777. Pero Ucrania requiere desesperadamente de piezas de artillería, y este sistema es superior a las que dispone en sus dotaciones, por lo que EUA sacó de sus depósitos estas armas que tenía fuera de uso y las envió.

M 119 /L119:⁴¹ De diseño británico, donde se denomina L119 “*Light Gun*” y M119 para el US Army. Se trata de un cañón de calibre 105mm, extremadamente liviano (1.8tn) especialmente apto para operaciones aerotransportadas y fuerzas de empleo rápido. Debido a su menor calibre y poco peso, su

35 <https://rusi.org/explore-our-research/publications/commentary/role-artillery-war-between-russia-and-ukraine>

36 Idem anterior.

37 La información básica del presente párrafo ha sido obtenida del artículo de la referencia <https://www.businessinsider.com/foreign-artillery-being-sent-to-ukraine-to-fight-russian-forces-2022-11>

38 <https://www.military.com/equipment/m777-howitzer>

39 Rocket assisted Projectile (Munición asistida por cohete)

40 https://youtu.be/G2ZXF_gRgRU

41 <http://www.military-today.com/artillery/m119.htm>

alcance se reduce a 19km. A Abr2023 EUA habría entregado 77 obuses y 450.000 proyectiles de calibre 105mm.⁴²

PzH 2000: *Panzerhaubitze 2000*, es un obús autopropulsado (SPH)⁴³ a orugas de origen Alemán fabricado por las empresas Krauss-Maffei Wegmann (KMW) y Rheinmettal, en servicio desde 1998 en el ejército de ese país. Su chasis a orugas, comparte componentes del MBT⁴⁴ *Leopard 2*. Con un peso total de 57tn, dispone de un arma calibre 155mm L52. Tiene la capacidad de disparar proyectiles normalizados NATO, con alcances de 40km para los proyectiles convencionales y 60km con los de alcance extendido. Es compatible además para disparar los proyectiles guiados M982 “*Excalibur*” y SMArt 155mm.⁴⁵ El PzH2000 se encuentra en varios países como Croacia, Grecia, Hungría, Lituania y Qatar entre otros.

Como parte de la asistencia militar a Ucrania, países de la OTAN ya han entregado estos sistemas: Italia (22 Un), Alemania (7 Un) y Países Bajos (5 Un). Alemania proveyó capacitación y gran cantidad de munición y repuestos del sistema.⁴⁶

FIGURA 9: OBÚS AUTOPROPULSADO SPH CALIBRE 155MM PZH 2000 (ALEMANIA).



Fuente: Creative Commons

CAESAR MkI:⁴⁷ Obús autopropulsado (SPH) a ruedas montado sobre camión 6x6 y desarrollado por NEXTER (Francia). Dispone de un arma calibre 155mm L52 con capacidad de disparar variedad de proyectiles normalizados NATO, con alcances de 40km para los proyectiles convencionales y 48km con proyectiles RAP. El peso del CAESAR Mk I es de 18tn y por sus dimensiones, puede ser transportado en aeronaves C-130, A400 entre otros.

Presente en diversos escenarios de combate desde 2009, ha participado en operaciones en Afganistán, Mali, Líbano, Región del Sahel y Sudeste asiático, demostrando extraordinarias prestaciones, no solo por el desempeño de su boca de fuego, sino además por la gran movilidad, versatilidad y robustez de la plataforma, en las más duras tareas.

Su fabricante lo promociona con “*desplegado en operaciones de combate desde 2009. Más de 100.000 proyectiles disparados*”.⁴⁸

Francia ya ha entregado 18 piezas a Ucrania y prevé entregar próximamente otras 12 más.⁴⁹

En servicio en gran cantidad de países, puede considerarse un “*estándar*” de referencia en su tipo, principalmente por los resultados obtenidos en combate. Su fabricante ha desarrollado una versión más moderna, el CAESAR Mk II sobre una plataforma mejorada 6x6, que ya está siendo adquirida por países como República Checa, Lituania, Bélgica y la misma Francia, para reponer

42 [HTTPS://WWW.STATE.GOV/U-S-SECURITY-COOPERATION-WITH-UKRAINE/](https://www.state.gov/u-s-security-cooperation-with-ukraine/)

43 SPH: Self Propelled Howitzer.

44 MBT: Main Battle Tank

45 SMArt: Ref. <https://www.gd-ots.com/munitions/artillery/155mm-smart/>

46 <https://www.19fortyfive.com/2023/04/video-ukraine-has-massive-new-nato-cannon-ready-to-fight-russia/?msn>

47 https://www.nexter-group.fr/sites/default/files/fichiers-catalogue-produit/CAESAR%206X6_2.pdf

48 https://www.nexter-group.fr/sites/default/files/fichiers-catalogue-produit/CAESAR%206X6_2.pdf

49 <http://www.army-guide.com/eng/product1470.html>

los Mk I entregados a Ucrania⁵⁰. Existe además una versión de CAESAR 8x8 que está en servicio en Dinamarca.

Zuzana 2:⁵¹ Obús autopropulsado (SPH) a ruedas montado sobre un chasis TATRA 8x8. Es fabricado por la empresa Konstruktka Defense de Eslovaquia. Con un peso de 34tn en orden de combate, dispone de un arma calibre 155mm L52, que puede disparar variedad de proyectiles normalizados NATO con un alcance de 40km con proyectiles ERBB y 48km con proyectiles VLAP. Equipamiento electrónico moderno que permite el diagnóstico y automatización de las operaciones de dirección de los fuegos, carga y disparo del arma. Está equipado además con sistema de navegación inercial y radar de medición de velocidad del proyectil en boca del arma. Para el disparo directo está equipado con sistema de puntería consistente en cámara de TV, cámara térmica y telémetro Laser.⁵² Ucrania ha adquirido en 2022, al menos 8 Zuzana 2 a su fabricante. Por su parte, Alemania, Dinamarca y Noruega se comprometieron a entregar 16 SPH Zuzana 2 a Ucrania.⁵³

AS - 90 "BraveHeart":⁵⁴ es un obús autopropulsado (SPH) en una plataforma blindada a orugas, desarrollado en RUGB y fabricado por BAE Systems. En servicio desde 1992, ha participado en conflictos en Afganistán, Kosovo y la 2da Guerra en Irak, junto con las fuerzas de la Coalición. Opera un arma calibre 155mm L39 y el alcance del arma con munición convencional es de 25km y de 30km (RAP). De 48tn de peso, lleva 48 proyectiles en la plataforma. Por su sistema automatizado de carga es capaz de disparar 3 proy en 10seg, programados para impactar en forma simultánea en el blanco. Dispone de sistemas digitales de gestión de los fuegos, visión nocturna, equipamiento QBRN y sistema de mitigación de incendio.

RUGB se comprometió a entregar inicialmente 8 SPH AS-90, completando un total de 30 unidades a Ucrania, para integrar las unidades blindadas que se están conformando con tanques Leopard y Challenger 2, que RUGB ya entregó. Al 04Abr23, las primeras dotaciones de artilleros ucranianos completaron la capacitación para operar este importante sistema de apoyo de fuego.⁵⁵

M 109: Obús Autopropulsado (SPH) a Orugas calibre 155mm, desarrollado por EUA a principios de los 60's, es un sistema en servicio en muchos países occidentales. Desde su entrada en servicio, se ha convertido en uno de los más difundidos sistemas autopropulsados de apoyo de fuego indirecto que emplean los países occidentales, principalmente la NATO. Se han desarrollado sucesivas mejoras del mismo, por lo cual existe mucha experiencia en relación con su desempeño operativo y sostenimiento logístico. Se trata de un SPH a orugas, con un arma calibre 155mm L39 (hasta su versión M109 A6) capaz de disparar variedad de proyectiles normalizados por la OTAN.

Con un peso entre 28 y 35tn según las diferentes versiones, los primeros modelos tenían un alcance de 22km, mientras que la última versión en servicio denominada M109A7 "Paladin" tiene un alcance de entre 22km utilizando munición regular, 30km con munición RAP y 40km empleando proyectiles guiados Excalibur.

50 <https://www.zona-militar.com/2023/01/14/el-2022-fue-un-ano-record-para-el-sistema-de-artilleria-caesar/>

51 <https://kotadef.sk/projekty/test/?lang=en>

52 <https://kotadef.sk/wp-content/uploads/2019/03/ZUZANA-2-2017.pdf>

53 <https://www.ukrinform.net/rubric-ato/3549753-zuzana-2-howitzers-offered-by-slovakia-already-in-ukraine.html>

54 <https://www.newsweek.com/as90-self-propelled-guns-ukraine-military-aid-uk-1774923ause>

55 <https://www.army-technology.com/news/ukraine-troops-trained-on-as90-braveheart-self-propelled-howitzer/>

Muchos países ya han enviado SPH M109 a Ucrania en sus diferentes versiones: Noruega (29 M109 A3); RUGB (20 109 A4); Latvia (6 M109 A5); Italia (+12 M109 de distintas versiones y planea enviar un total de 60 un). El 06ene23 EUA comunicó la primera entrega por parte de ese país de 18 M109 A6 "Paladin", versión que está en servicio en el US Army desde 1999 y sería una de las más modernas que dispondría Ucrania⁵⁶.

Estos son hasta ahora los Sistemas entregados como Apoyo. Como podemos apreciar, los países que apoyan a Ucrania están contribuyendo con una importante cantidad de sistemas de apoyo de fuego de artillería de todo tipo. Cabe destacar que los mismos deben ser compatibles para su empleo con proyectiles "normalizados NATO", lo que al menos simplifica el problema de la munición..

El aspecto a favor es que proporciona al país un *enorme poder de fuego*. Pero que tiene como contraparte, la *compleja y gran carga logística* que el mantenimiento en estado operativo de toda esa variedad de sistemas acarrea.

La performance de las armas así como el resultado obtenido (*La letalidad que entregan en el blanco*) depende de la munición que las mismas disparen, sus características (Convencionales, HERA⁵⁷, guiadas, etc) y las capacidades disponibles para localizar, adquirir y neutralizar los blancos asignados. Como mencionamos anteriormente, en las previsiones para otorgar a Ucrania el mayor alcance de sus armas, se incluyó la asistencia con munición moderna, que permitiera obtener la mayor performance de las armas en cuanto a alcances, precisión y efectos de balística terminal.

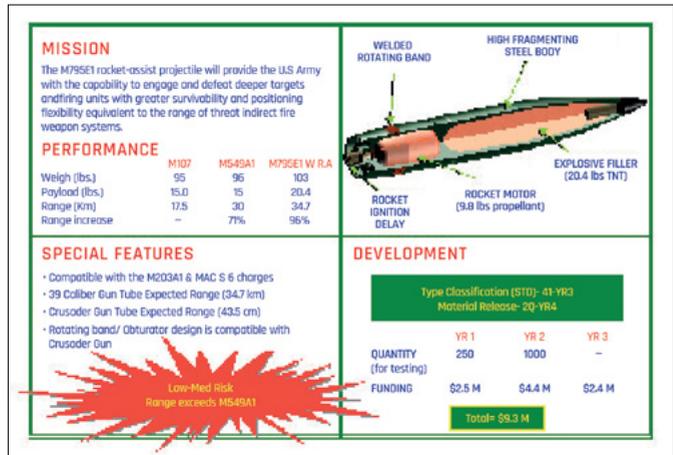
De acuerdo a la información disponible, la asistencia a Ucrania de munición de artillería 155mm consiste principalmente en proyectiles convencionales EF como el M795⁵⁸, y el M549 A1 (HERA) de los cuales se han entregado grandes cantidades,

FIGURA 10: OBÚS AUTOPROPULSADO CALIBRE 155MM M109 A6 "PALADIN".



Fuente: wikipedia

FIGURA 11: PROYECTIL DE ARTILLERÍA 155MM M795 E1 "EXTENDED RANGE". (HYBRID ROCKET ASSISTED /BASE BLEED).



Fuente: Global security

56 https://www.armyrecognition.com/defense_news_january_2023_global_security_army_industry/for_the_first_time_us_to_supply_ukraine_with_18_m109_paladin_155mm_howitzers.html

57 HERA: High Explosive Rocket Assisted.

58 Reemplazo del Proy calibre 155mm M107, un clásico en su tipo para este calibre

por parte de todos los países que asisten el esfuerzo de guerra de Ucrania. Pueden ser disparados desde los sistemas tanto remolcados como SPH citados.

El M795 tiene un alcance de más de 22km (*Arma L39*) y una carga de 12kg de TNT. Existe el desarrollo de la versión M795 E1 (*Extended range*) con un alcance de 28km (*L39*) y se estima que puede alcanzar los 36km (Disparado desde un SPH Crusader L52).

El M795 puede ser empleado además con las modernas “*Espoletas de corrección de trayectoria*”(CCF)⁵⁹, de las cuales hay variados desarrollos tanto con correcciones en 1D (*alcance*), en 2D (*Alcance y deriva*). Estos dispositivos programables, disponen de asistencia con información GPS y pequeñas superficies que generan fuerzas aerodinámicas para corregir la trayectoria. Esto permite reducir notablemente la dispersión de los fuegos de artillería, a un costo muy moderado frente a las municiones guiadas⁶⁰.

Según el reporte del *US Security Cooperation with Ukraine*⁶¹, al 14Abr 23 EUA ha provisto más de 1.500.000 proyectiles de artillería calibre 155mm y 450.000 de 105mm.

Se estima que los de 155mm son de todos los tipos (desde los M107 clásicos hasta los más modernos). Esto se debe a que los altos consumos estimados entre 6.000 / 10.000 proyectiles diarios, está generando problemas a la cadena de suministros.

Se estima que no solo se estarían superando las capacidades de producción disponibles en EUA y países aliados a Ucrania, sino además que los citados países estarían utilizando parte de sus stocks de reserva, para poder satisfacer la extraordinaria demanda.

Se debe tener en cuenta que después del colapso de la URSS y el final de la “*Guerra fría*” la mayoría de los países europeos redujeron sus gastos en defensa y por ende la infraestructura de producción de efectos vitales como las municiones se redujo drásticamente.⁶² Frente al nuevo escenario de una guerra a gran escala en Europa, se ha replanteado la necesidad de reactivar esas capacidades, lo que seguramente llevará años. Mientras tanto, la asistencia a Ucrania tiene como contraparte la reducción de los propios stocks, lo que genera un dilema y un problema de seguridad regional, teniendo en cuenta que este conflicto será de larga duración y con derivaciones difíciles de prever.

Un aspecto de interés a citar, es que ambos países disponen y están utilizando munición del Tipo PGM (*Precision Guided Munitions*) conocidas también como “*Smart Munition*”. Existen referencias del empleo por parte de Ucrania del *M982 Excalibur* (Desarrollo de EUA) y del *Krasnopol-M* por parte de Rusia. Sin embargo, resulta complejo reunir información confiable acerca de cuándo y cómo han sido empleados, así como los resultados obtenidos.

Proyectil M982 “Excalibur”: Un importante programa de desarrollo de la Agencia DARPA⁶³ junto con las empresas Raytheon y BAE Systems, que se inició en 1992 y tuvo su bautismo de fuego en Irak en 2007. Se trata de una PGM que combina el guiado por GPS/INS con el guiado Laser Semiactivo y sus fabricantes garantizan una precisión CEP⁶⁴ de 2m para un alcance de 40km.

59 CCF (Course Correction Fuse)

60 Para ampliar el tema se sugiere consultar: <http://www.cefadigital.edu.ar/bitstream/1847939/1619/1/Tec1000%202016%20Vigilancia%20Tecnol%20%20sobre%20munic%20%20guiada%20para%20armas%20de%20apoyo%20de%20fuego%20de%20artiller%20%20ada%20y%20morteros.pdf>

61 <https://www.state.gov/u-s-security-cooperation-with-ukraine/>

62 https://www.nytimes.com/2022/11/26/world/europe/nato-weapons-shortage-ukraine.html?utm_campaign=dfn-ebb&utm_medium=email&utm_source=sailthru&STOverlay=2002c2d9-c344-4bbb-8610-e5794efcfa7d

63 DARPA: Defense Advanced Research Projects Agency. Dependiente del Ministerio de Defensa de EUA.

64 CEP (Circular Error Probability). Se define así como la medida del radio de un círculo, dentro del cual impactarían el 50% de los proyectiles de una serie.

El poder destructor de un impacto directo de proyectil 155mm, la posibilidad de programar diferentes tipos de retardo e incluso variar el ángulo de impacto y la capacidad de operar en cualquier condición meteorológica, hacen del M982 un arma extraordinaria para la artillería y temible para los que deben recibir el efecto de ese tipo de fuegos.

Sin embargo, por su alto costo que al 2017 era de US\$ 50.000⁶⁵, se los suele emplear muy selectivamente para neutralizar objetivos de alto interés.

El documento del *US Department of State*, denominado "*US Security Cooperation with Ukraine*"⁶⁶ del 19Abr23, hace referencia a la entrega de "+ de 7000 proyectiles guiados de precisión", como parte de la ayuda militar.

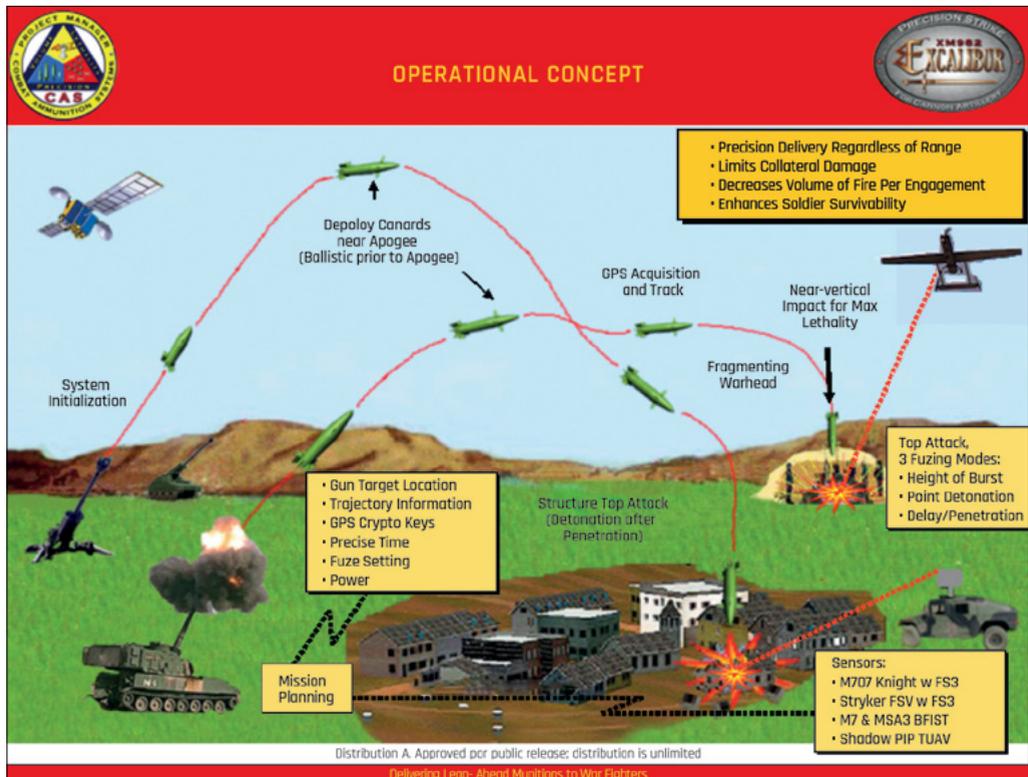
Si bien el documento no aclara que estos "proyectiles guiados" fueran específicamente M982, los expertos que gran parte de ellos se trataría de M982 "Excalibur". Inclusive se tiene cono-

FIGURA 12: PROYECTIL GUIADO DE ARTILLERÍA CALIBRE 155MM M 982 "EXCALIBUR".



Fuente: Raytheon

FIGURA 13: CONCEPTO DE EMPLEO DEL M982 "EXCALIBUR".⁶⁸



Fuente: fayllar.org⁶⁹

65 Jacob Con; "FY17 Weapon Systems Factbook"; Center of Strategic and Budgetary Assessments (CSBA)

66 <https://www.state.gov/u-s-security-cooperation-with-ukraine/>

cimiento que artilleros de Ucrania, han sido adiestrados en Alemania para el empleo de este material desde los Obuses M 777 A2 anteriormente mencionados⁶⁷.

Proyectil Krasnopol-M⁷⁰ Proyectil de precisión guiado por Láser, desarrollado por la empresa rusa KBP Ltd desde 1970 y adoptado por el Ejército de la URSS en 1986, se fabrica en los calibres 152mm y 155mm. Peso Proyectil: 50kg. Carga explosiva: 6.5kg. La última versión (M2) tiene un alcance de 25km. Diseñado para batir vehículos blindados, fijos y en movimiento, piezas de artillería, instalaciones fortificadas, etc, con una precisión CEP de 3m.

Emplea un sistema de guiado inercial (INS) para el curso medio de la trayectoria y para la fase terminal Láser semi-activo. Su principal limitación es que no puede operar “todo tiempo”, debido a que su guiado terminal es realizado solamente con Láser, requiriendo para ello apoyo de un observador que pueda “ver y marcar” el blanco, lo que se realiza mediante el sistema LTD/R⁷¹.

Ese sistema forma parte del módulo integral de control de tiro “*Malakhit*”, compuesto del equipo de comunicaciones del operador, la computadora de cálculos balísticos y el equipo de sincronización que entrega los datos de tiro al proyectil.

Puede ser disparado desde el material de artillería en servicio actualmente en Rusia, como los obuses remolcados 2A65 Msta-B, el obús D-20, así como los SPH 2S19 “Msta-S” y el 2S3 “Akatsiya”.

Existe información acerca de su empleo efectivo en el conflicto.

La ventaja frente a sistemas como el “*Excalibur*” es su menor costo, aunque como contraparte tiene la mitad del alcance, su precisión es mucho más modesta y requiere la asistencia del “marcador”.⁷²

Además de Rusia, son usuarios del sistema Krasnopol China, India y Venezuela. Otros países han desarrollado sus propias versiones sobre la base del Krasnopol, como China, Irán y Ucrania. La versión desarrollada por este último país se denomina “*Kvitnik*” que entró en servicio en 2012.⁷³

FIGURA 14: PROYECTIL GUIADO DE ARTILLERÍA CALIBRE 152MM “KRASNOPOL-M”, JUNTO CON SU SISTEMA DE CONTROL DE FUEGO “MALAKIT”.



Fuente: KBP

67 <https://www.fie.undef.edu.ar/ceptm/?p=10455>

68 <https://youtu.be/9-NKHdbBOJo>

69 <https://fayllar.org/excalibur-basics-155-mm-precision-guided-extended-range-muniti.html>

70 <http://www.cefadigital.edu.ar/bitstream/1847939/1619/1/Tec1000%202016%20Vigilancia%20Tecnol%3b%3gica%20sobre%20munic%3b%3n%20guiada%20para%20armas%20de%20apoyo%20de%20fuego%20de%20artiller%3b%3ada%20y%20morteros.pdf>

71 LTD/R: Laser target designator / Range finder

72 <http://www.military-today.com/artillery/krasnopol.htm>

73 <http://www.military-today.com/artillery/krasnopol.htm>

LOS SISTEMAS AÉREOS AUTÓNOMOS (UAS) EN MISIONES ISTAR⁷⁴ EN APOYO DE LOS FUEGOS DE ARTILLERÍA.

Mencionamos antes aspectos relacionados con la PRECISIÓN de los fuegos. Pero sabemos que la misma no depende solo de la eficiencia de las armas y exactitud de las municiones, sino además de la calidad de la información e Icia relacionada con los blancos a batir. Por ello los elementos de la artillería moderna, tienen acceso hoy a datos de mayor calidad, que permiten gestionar de manera eficiente sus fuegos. Y esa capacidad y medios disponibles para proporcionar mejor información, son un recurso vital que incrementa la letalidad de los sistemas de armas.

Los últimos conflictos como el de “Ucrania – Rusia” (2014) y “Nagorno- Karabaj” (Azerbaiján – Armenia, 2021) nos permiten afirmar que el aspecto más destacable del empleo de UAS, no es tanto la variedad de aeronaves empleadas o sus características particulares, sino la habilidad que dispongan sus usuarios de integrar una serie de plataformas con sensores específicos, como parte de un sistema de adquisición y seguimiento de blancos en “*Tiempo real*”, que provea información invaluable para los sistemas de ejecución de los fuegos.⁷⁵

Los países que disponen de esas capacidades, tanto Azerbaijan (2021) como Rusia y Ucrania en el conflicto actual, basan su esquema operativo en tres componentes vitales para el éxito de las operaciones:

- > Las Plataformas Aéreas con Sensores, distribuidos a diferentes alturas sobre la zona de blancos e incluso sobre los mismos blancos, en misiones ISTAR, complementando así la información e imágenes de los mismos, para la planificación de las misiones de fuego respectivas.
- > Un sistema de Comando y Control que gestiona toda esa información obtenida y debidamente explotada. Y que en función de ello programa e imparte las órdenes de fuego.
- > Los Sistemas de Armas de apoyo de Fuego Terrestres, ya sea artillería de campaña de tubo o MLRS con cohetes o misiles, e incluso SRBM⁷⁶, que reciben las misiones de fuego y están en condiciones de ejecutarlas en escasos minutos.

Desde hace años Rusia emplea UAS para las tareas de reunión de información e inteligencia, utilizando todo tipo de medios ISTAR, facilitando la adquisición de los blancos de interés y sensibles del dispositivo de defensa enemigo. Esa exploración y reconocimiento aéreo, operando sin limitaciones por la escasa capacidad inicialmente de Def Ae de las Fuerzas de Ucrania, le permitió a Rusia ya en el 2014 y en el conflicto actual, identificar con gran precisión las posiciones enemigas, combinando la información obtenida de los múltiples sensores, ejecutando así fuegos indirectos extremadamente letales mediante artillería y cohetes.

Esta lección ya había sido aprendida por Ucrania en el 2014 (Donbas), donde Rusia empleó diferentes tipos de UAS en misiones de apoyo directo a su artillería. En el trabajo de Philip Karber “*Lessons Learned on Russo-Ukrainian war*”⁷⁷, se menciona que Rusia empleó no menos de 14 modelos de UAS⁷⁸ sobre la zona del conflicto. Los mismos operaban cubriendo las necesidades

74 ISTAR: Intelligence – Surveillance – Targeting – Acquisition – Reconnaissance.

75 Robert G. Angevine; et al.IDA (Institute for Defense Analysis). “Learning lessons from Ukraine conflict” (2019).

76 SRBM: Misiles Balísticos de corto alcance.

77 Phillip Karber. “Lessons learner from Russo-Ukrainian war”. Potomac Foundation (2015).

78 Del tipo VTOL (Vertical Take Off & Landing)

operacionales a diferentes alturas y distancias, asistiendo con la información obtenida a las organizaciones de combate en tierra y aire, pero especialmente a los elementos de dirección de los fuegos de artillería.

FIGURA 15: UAS EN APOYO DE LOS ELEMENTOS TÁCTICOS EN OPERACIONES MILITARES



Fuente: Height Technologies

En el presente conflicto (2022) esta ventaja de Rusia duró solo un tiempo, ya que con la experiencia previa adquirida y con los apoyos que recibió Ucrania después del 2014, tanto de EUA y países de NATO, mediante diferentes tipos de sistemas ISR, información satelital, Drones e incluso sistemas de Defensa Aérea cercana, hicieron que la situación ucraniana mejorara relativamente.

Podemos afirmar entonces que en el presente conflicto, tanto Rusia como Ucrania están empleando diversidad de sistemas sensores en misiones ISR, desde los simples drones comerciales, hasta recursos aéreos que operan a gran altura y fuera del alcance de las armas de Def Ae cercana. A ello se le suma el apoyo de valiosa información satelital propia o recibida como apoyo de terceros.

Destacamos que pese a la abrumadora diferencia de capacidades y experiencia entre ambos países, Ucrania se ha desempeñado asombrosamente bien con los medios disponibles, haciendo uso intensivo de las ventajas relativas que algunas innovaciones tecnológicas le pueden proporcionar.

Un caso de interés es el empleo de Sistemas Autónomos Aéreos (UAS) en “Operaciones de armas combinadas” y también en los niveles tácticos inferiores. La guerra es un escenario propicio para incursionar en el empleo y testeo de innovaciones y, aunque testear sistemas en guerra obviamente no es lo ideal, definitivamente es el escenario más realista de todos.

Como expresa Samuel Bendett, analista del Center of Naval Analysis: “Cuando hablamos de esta guerra en Ucrania, podemos ver el uso competente de cuadricópteros para una variedad de tareas, incluyendo su empleo en unidades de artillería y morteros, lo que ha hecho que estos UAS baratos, disponibles y prescindibles, sean hayan convertido en algo muy letal y peligroso”.⁷⁹

A modo de síntesis, podemos decir que confluyen la necesidad de ensamblar “lo conocido” y disponible (Material en servicio), con las innovaciones existentes “por conocer y a experimentar”, como es el caso de los UAS. Viejos y nuevos sistemas participan en combate real, para verificar como funcionan, para aprender y sus operadores adquirir la experiencia necesaria, pero en escenarios donde el cumplimiento de la misión y la entrega de la vida misma de los participantes, son “las cartas a jugar”.

79 <https://www.technologyreview.com/2023/01/09/1064892/mass-market-military-drones-tb2-10-breakthrough-technologies-2023/>

UCRANIA (Unmanned Aerial Systems - UAS)

Como mencionamos antes, Ucrania aprendió la lección del 2014 y entre esa fecha y el 2022, también analizó lo ocurrido en otros escenarios de operaciones de guerra convencional como Azerbaiyán en NK⁸⁰ (2020), preparándose para el enfrentamiento que seguramente tendría con Rusia. Ese tiempo y las lecciones aprendidas, sirvieron a Ucrania para hacer el mayor despliegue posible de UAS en misiones ISR en este conflicto.

Ucrania opera una importante variedad de medios UAS. Desde los orgánicos en sus FFAA, algunos desarrollados y fabricados en el mismo país, así como los recibidos en carácter de asistencia militar por otros países. Se suman además, drones comerciales aportados por organizaciones e incluso de propiedad de particulares, que han sido puestos a disposición para contribuir al esfuerzo de guerra.

Como menciona Roberto Gonzalez en su artículo *"Drones over Ukraine....."*: *"Una lección es que los drones se han democratizado, son accesibles para cualquiera que disponga de unos cientos de US\$ y algo de conocimiento técnico. En Ucrania los hobbistas de DJI, han modificado y armado drones comerciales con cámaras de alta resolución y explosivos"*.

Y continúa expresando: *"La Unidad Ucraniana de reconocimiento Aéreo Aerorozvidka, hizo importantes aportes desde los inicios de la invasión, utilizando hexa y octocopteros comerciales para ayudar a detener y hostigar los convoyes de vehículos rusos...."*⁸¹

Basándonos en la información proporcionada en el trabajo *"Ukrainian innovation in a war of Attrition"*⁸², se destaca al Bayraktar TB-2, entre los sistemas más empleados por Ucrania desde el inicio del conflicto, tanto en misiones ISR como letales. Más adelante (*En la parte donde mencionamos los UCAS*) desarrollaremos las capacidades letales de este sistema, pero podemos adelantar que el TB-2 es un UAS desarrollado en Turquía por la empresa BAYKAR. De altitud media y gran alcance, es renombrado y requerido a nivel global, habiéndose convertido en un estándar y ganado un enorme mercado entre los sistemas de su categoría. Y seguramente el principal argumento comercial que fundamenta su éxito, es que *"está probado en combate"*.

Otros sistemas UAS empleados por Ucrania que podemos mencionar:⁸³

Leleka 100:⁸⁴ Diseñado por UkrSpec Systems (Ucrania). De empleo y militar para tareas ISR con capacidad de carga 5kg. Sistema de lanzamiento manual, Motor eléctrico. Autonomía: 2.5hs a 1500m altura. Empleo por pequeñas fracciones en cortas distancias.

Spectator-M:⁸⁵ Fabricado por la empresa JSC Meridian (Ucrania), se trata de un "mini-UAS" de uso dual, "todo tiempo" y apto para diversidad de misiones ISR y SAR (búsqueda & rescate). Capac carga: 1,5kg. Alcance: 30km. Techo servicio: 2.000m. Autonomía: 2hs. Velocidad: 120km/h. Recuperación: con paracaídas. Puede ser empleado de forma autónoma, semiautónoma o a comando por operador. Especial para reconocimiento aéreo y marcación de blancos.⁸⁶ Ucrania adquirió 60 unidades para sus FFAA en 2020.

⁸⁰ Conflicto de Nagorno Karabaj entre Azerbaijan y Ucrania (Set-Nov 2020).

⁸¹ <https://theconversation.com/drones-over-ukraine-what-the-war-means-for-the-future-of-remotely-piloted-aircraft-in-combat->

⁸² S. Jones, R. McCabe, A. Palmer. "Ukrainian innovation in a war of attrition". CSIS (2023). <https://www.csis.org/analysis/ukrainian-innovation-war-attrition>

⁸³ S. Jones, R. McCabe, A. Palmer. "Ukrainian innovation in a war of attrition". CSIS (2023). <https://www.csis.org/analysis/ukrainian-innovation-war-attrition>

⁸⁴ <https://ukrspecsystems.com/drones/leleka-100-electric-uav>

⁸⁵ <https://meridian.kiev.ua/en/services/unmanned-aircraft-system-spectator/>

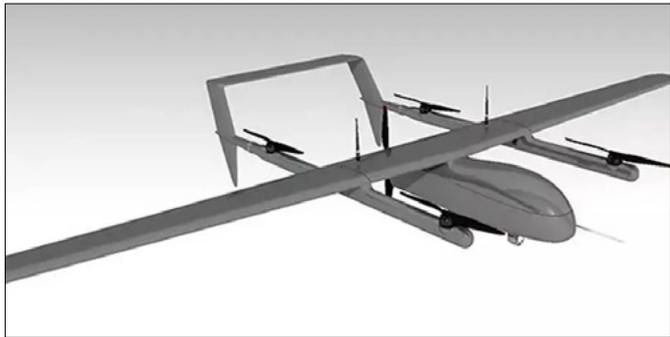
⁸⁶ <https://youtu.be/pgGhmShxwQ0>

PD-1:⁸⁷ Diseñado por UkrSpec Systems (Ucrania). De empleo civil y militar para tareas ISR con capacidad de carga 7kg. Techo servicio 3.000m. Autonomía: 8hs. Puede ser operado desde tierra o cumplir misiones autónomas.

PD-2:⁸⁸ Desarrollado por UkrSpec Systems (Ucrania). De empleo civil y militar para tareas ISR con capacidad de carga 11kg. Autonomía: 10hs y techo servicio 5.000m. Data link conexión 180km.

POSEIDON H10:⁸⁹ Desarrollado por Swarmly Ltd (Chipre). Vehículo aéreo no tripulado para misiones ISR del tipo VTOL (*Despegue y aterrizaje vertical*). UAS de mediano alcance y propulsión eléctrica, puede operar en un radio de 150km con un techo de vuelo de 4.000m y 2 hs de autonomía. Sin conexión satelital, puede comunicarse con su control hasta 50km. Con un peso de despegue de 22kg y carga útil de 3kg. Dispone de sofisticado equipamiento optoelectrónico capaz de mitigar las acciones de GE del enemigo, además de una firma acústica muy baja y sección transversal radar muy pequeña. Se lo menciona e incluso difunden videos, de su empleo en apoyo de la artillería adquiriendo blancos, para luego ser batidos por proyectiles guiados Excalibur.⁹⁰ El H10 puede despegar y aterrizar verticalmente. Dispone de capacidades contra GE del enemigo. Está equipado además con una cámara que proporciona un zoom de 40x. En Set22 Ucrania incorporó Poseidon H-10 y H-6, éste último de superiores prestaciones.

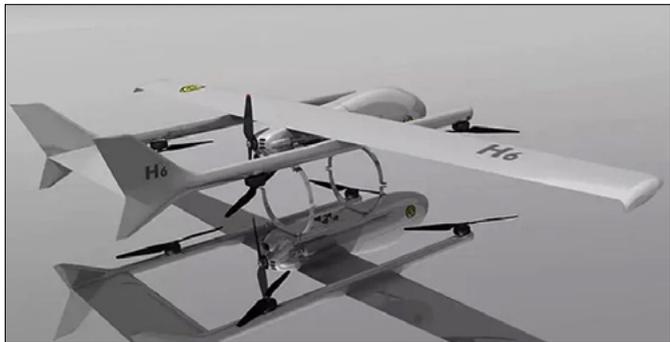
FIGURA 16: UAS H-10 POSEIDON



Fuente: Swarmly

POSEIDON H6:⁹¹ Desarrollado por Swarmly Ltd (Chipre). Vehículo aéreo no tripulado para misiones ISR del tipo VTOL (*Despegue y aterrizaje vertical*). UAS de largo alcance con propulsión Híbrida (Un motor de combustión interna 2T y 4 motores eléctricos para VTOL). En caso de emergencia, se lo puede recuperar con paracaídas y dispone además de kit de flotabilidad para ser recuperado en agua. Puede operar en un radio de 850km

FIGURA 17: UAS H-6 POSEIDON



Fuente: Swarmly

87 <https://www.airforce-technology.com/projects/pd-1-unmanned-aerial-system/>

88 <https://ukrspecsystems.com/drones/pd-2-uas>

89 https://www.armyrecognition.com/defense_news_september_2022_global_security_army_industry/ukrainian_army_receives_poseidon_h6_and_h10_vtol_drones.html

90 <https://www.fie.undef.edu.ar/cepm/?p=11931>

91 https://www.armyrecognition.com/defense_news_september_2022_global_security_army_industry/ukrainian_army_receives_poseidon_h6_and_h10_vtol_drones.html

con un techo de vuelo de 4.000m y 7 hs de autonomía. Sin comunicación satelital, puede comunicarse con su control hasta 150km. Con un peso de despegue de 100kg y carga útil de 25kg.

RUSIA (Unmanned Aerial Systems - UAS)

Rusia emplea desde hace años una gran variedad de UAS en misiones ISR y de apoyo a los fuegos de artillería. El interés de ese país por los UAS comenzó en 2011, luego de los combates en la región de *Abkhazia* y *Ossetia (Georgia)*.⁹² En ese conflicto, los UAS israelíes *Hermes-450* (IAI) adquiridos por Georgia, hicieron un extraordinario trabajo contra las fuerzas rusas, reconociendo e identificando blancos para las fuerzas de Georgia, pese a que algunos UAS fueron derribados.

Basados en las lecciones aprendidas, las autoridades rusas convocaron a empresas nacionales especializadas en el área, a fin de testear diferentes alternativas de UAS. En 2012 fueron ensayados modelos de tres compañías, pero sólo el *Orlan-10* de la empresa *Special Technological Center LLC* (STC) cumplió los requerimientos técnico-operativos.

El Comandante de las Fuerzas Aerot Rusas en 2012, expresó: *"Es crítico proveer a las Fzas Aerot con drones tan pronto como sea posible. La operación en Georgia mostró la necesidad de tener drones de combate, no solo para ver detrás de una colina, sino para ver decenas de km más allá, obteniendo y entregando las coordenadas exactas de los blancos a nuestra artillería... recuerdo que llamamos la atención sobre esto en la guerra hace ya cuatro años y todavía no logramos ningún progreso. ¡Basta de hablar!... Den a las Fuerzas militares lo que necesitan para luchar!"*⁹³

A partir del 2014, Rusia estableció un programa plurianual 2014 / 2020 para el cual se invertirían US\$ 5.925 millones. Ya en 2014 se entregaron a las FFAA rusas 179 UAS Orlan-10. Se estima que para el 2015 Rusia ya tendría en servicio entre 700 / 1000 UAS.⁹⁴ Es difícil conocer la cantidad de estos UAS actualmente en servicio, pero más de 1500 unidades de Orlan-10 se han producido y comercializado.⁹⁵ Estos sistemas fueron probados en combate en Ucrania (2014), Siria, Libia, Nagorno Karabaj (2021) y nuevamente en Ucrania (2022).

Como mencionamos en la introducción, expertos en estas tecnologías suelen considerar que la anterior guerra **Rusia / Ucrania del 2014**, fue el escenario donde por primera vez los Sistemas Autónomos Aéreos del tipo UAS se emplearon masivamente (*Por una de las partes, Rusia*), de manera orgánica en las zonas de combate de primera línea, así como misiones tácticas específicas y directas de apoyo a los Fuegos de artillería.⁹⁶

Por esta razón y teniendo en cuenta la importancia que se le da a estos sistemas, es lógico que varios años después, los UAS estén nuevamente presentes en combate, con más tecnología, con más experiencia en su empleo, incorporados a la doctrina operacional, pero esta vez siendo utilizados por ambas partes.

Pero la necesidad de disponer de grandes cantidades de estos sistemas en servicio, que presentan un escaso tiempo de vida útil en tiempo de guerra y por ende una alta tasa de reposición, demandan una eficiente *infraestructura de producción local* y una *cadena de abastecimiento* ágil y flexible. Y además de todo ello, una *Base Industrial de Defensa* sólida capaz de sostener la provisión de los componentes requeridos por las plantas de producción y montaje.

92 <https://informnapalm.org/en/orlan-drones-the-sea-eagles-of-st-petersburg/>

93 <https://informnapalm.org/en/orlan-drones-the-sea-eagles-of-st-petersburg/>

94 <https://informnapalm.org/en/orlan-drones-the-sea-eagles-of-st-petersburg/>

95 <https://www.airforce-technology.com/projects/orlan-10-unmanned-aerial-vehicle-uav/>

96 Robert G. Angevine; et al.IDA (Institute for defense analysis). "Learning lessons from Ukraine conflict"(2019)

Un punto débil del sistema productivo, es la integración de las partes en tiempo y forma cuando se depende de insumos adquiridos en el exterior, especialmente lo relacionado con microprocesadores, electrónica de avanzada, componentes de navegación, así como sistemas de guiado y control, etc.

Una investigación conjunta de RUSI⁹⁷ (*Royal United Service Institute*) Reuters y iStories ha verificado que compañías asociadas a STC, desarrollador y fabricante de los UAS Orlan-10, habían incrementado drásticamente la importación de componentes fabricados por países de occidente, desde meses previos al lanzamiento de la invasión a Ucrania en febrero de 2022. Esas importaciones son las que permitieron a las FFAA de Rusia, mantener y expandir la capacidad de producción del más exitoso UAV para misiones ISTAR⁹⁸ que fabrica y opera ese país.⁹⁹

Orlan-10:¹⁰⁰ Es un UAS de mediano alcance y de empleo multipropósito. Sencillo, rústico y modular, es una plataforma que constituye “*el corazón*” de las capacidades de combate de las FFAA de ese país. Puede cumplir diferentes tipos de misiones como reconocimiento aéreo, observación, monitoreo, búsqueda y rescate, entrenamiento de combate, apoyo a misiones de GE como “*jamming*”, detección de radio señales y seguimiento de blancos.¹⁰¹

UAS (Para ISR) perteneciente a la clase I. Peso sin carga: 13kg. Carga útil: 4kg. Autonomía de vuelo: 10hs. Techo de servicio: 5000m. Máximo rango de acción 120km (*Operado desde el módulo control terrestre*). Su propulsión es mediante motor de combustión interna y hélices. Su lanzamiento se realiza desde rampa plegable y su recuperación mediante un paracaídas.

FIGURA 18: UNMANNED AERIAL SYSTEM (UAS) ORLAN-10. (RUSIA).



Fuente: Chuck Pffarrer – Asiatimes

97 <https://rusi.org/>

98 ISTAR: Intelligence, Surveillance, Target, Acquisition, Reconnaissance.

99 <https://rusi.org/explore-our-research/publications/special-resources/orlan-complex-tracking-supply-chains-russias-most-successful-uav>

100 https://www.defenseworld.net/news/28818/First_Export_of_Russian_Orlan_E_Drones_to_Myanmar#.YKZrWbdKjIV

101 <https://www.airforce-technology.com/projects/orlan-10-unmanned-aerial-vehicle-uav/>

El Sistema Orlan-10 tiene una dotación de 4 miembros y consta de las siguientes partes: 2/3 UAS. – Sistema de lanzamiento (Catapulta) y recuperación (Paracaídas) – Módulo de Control Terrestre con radares y antena – Equipamiento específico para su configuración según la misión. (Sensores varios, Cámaras, Armas, etc). En el caso de la operación con tres UAS: El 1ro es para reconocimiento a variadas alturas; el 2do con misiones específicas de GE y el 3ro para asistir en la transmisión de la información a la unidad de control.

FIGURA 18: UNMANNED AERIAL SYSTEM (UAS) ORLAN-10. (RUSIA).



Fuente: Chuck Pfarrer – Asiatimes

Puede ejecutar misiones tanto en modo Autónomo como a “Control remoto”. El autopiloto a bordo permite que el sistema opere sobre la base de una misión planificada con los correspondientes “way points”. En esta modalidad, el operador puede intervenir modificando la misión durante el vuelo. En el modo “Control remoto” se opera desde la estación de control instalada en el vehículo específico y el segmento de tierra puede operar hasta 4 UAS en forma simultánea, con los cuales se comunica a través de “data link digital”.¹⁰²

La versión de exportación denominada Orlan-10E fue presentada en la exposición FIDAE 2016. En septiembre de 2020 Rusia realizó ejercicios de “enjambres de UAS” en los que integró Orlan-10 y otros como el Eleron-3 y el Forpost, todos de producción nacional.

En mayo de 2022 el MinDef Rusia presentó la incorporación de la capacidad “letal” al Orlan-10, a través de la difusión de un ataque realizado contra fuerzas militares de Ucrania.¹⁰³ Además del Orlan-10, la compañía STC fabrica otros UAV’s como el Orlan-1, Orlan-2, Orlan-30 y Orlan-50.¹⁰⁴

Según lo expresado por el sitio The Defense Post, al 24 de mayo de 2022: “...desde el inicio de la invasión, Rusia había perdido al menos 50 (cincuenta) Orlan-10E UAV, y de acuerdo a lo investigado por el Ministerio de defensa del RUGB, la tasa de pérdida de estos UAVs que está sufriendo Rusia, superaría pronto las existencias de estos efectos, comprometiendo las capacidades de Icia operacional de ese país”.¹⁰⁵ Lo expresado se refería, en mayo de 2022, por lo que ya en 2023 se puede estimar que las pérdidas de Orlan-10 derribados o capturados, deberían representar cientos de unidades.

Pero la capacidad de reponer los UAS perdidos depende fuertemente del abastecimiento de componentes vitales, muchos de los cuales proceden del exterior de Rusia, por lo que es probable que las líneas de producción y montaje se encuentren comprometidas para funcionar. Desde los inicios de la invasión, se han impuesto fuertes restricciones, embargos y sanciones para las empresas que continúen vendiendo a Rusia equipamiento, componentes o materiales para ser empleados en sistemas militares.

¹⁰² <https://www.airforce-technology.com/projects/orlan-10-unmanned-aerial-vehicle-uav/>

¹⁰³ <https://www.airforce-technology.com/projects/orlan-10-unmanned-aerial-vehicle-uav/>

¹⁰⁴ <https://informnapalm.org/en/orlan-drones-the-sea-eagles-of-st-petersburg/>

¹⁰⁵ <https://www.thedefensepost.com/2022/05/24/russia-orlan-drones-ukraine/>

En el caso de estos UAS, compañías de todo el mundo han sido proveedoras de componentes críticos para Rusia y es lógico que muchas de ellas tuvieran pedidos pendientes de cumplimiento, al iniciarse la invasión.

Se estima que actualmente un 80% de los componentes de estos UAS depende de proveedores del exterior, de países como China, Taiwan, EUA, Francia, Japón, Suecia, Israel y otros.¹⁰⁶

LAS ARMAS DE ARTILLERÍA Y LA MOVILIDAD

Resaltamos el tercer aspecto vital para la eficiencia y supervivencia de los elementos de artillería modernos: **La MOVILIDAD**. Todo lo mencionado obliga a disponer de sistemas de artillería altamente móviles, con capacidad de realizar misiones de fuego en escasos minutos, saliendo rápidamente de la posición para evitar ser adquiridos y abatidos. Esta técnica, que se suele denominar “Shoot & Scoot”¹⁰⁷, ha sido muy utilizada por ambas partes, según se observa en la cantidad de documentos de imagen y video del campo de batalla y que se pueden ver en las redes sociales.¹⁰⁸ Porque los duelos de artillería han sido una constante en todos los frentes de batalla y la supervivencia del material y sus dotaciones, ha dependido incuestionablemente de su capacidad de “disparar y escapar”.¹⁰⁹

La asistencia militar relacionada con los fuegos de artillería que están prestando los países y coaliciones que apoyan el esfuerzo de Ucrania, tienen por objetivo dotar a sus fuerzas terrestres de: **Poder de Fuego – Precisión – Alcance – Movilidad**.

Respecto de este último punto, ya citamos que al menos 5 (cinco) variantes de sistemas de artillería autopropulsados (VCA – SPH)¹¹⁰ que han sido y estarían siendo provistos a Ucrania. Algunos de ellos son VCA Oruga (M 109 – PzH 2000 – AS 90) y otros a VCA Rueda (CAESAR – Zuzana). Todos ellos son sistemas con capacidad de disparar los proyectiles 155mm normalizados NATO.

En todos los conflictos hay sistemas que toman una especial notoriedad, normalmente como resultado de la experiencia de su empleo en combate. Y si la experiencia es buena, mejor.

La industria de defensa de **Francia** es líder mundial en diferentes áreas, empleando en sus desarrollos las tecnologías más avanzadas, siendo uno de los grandes exportadores de armamento a nivel global. Y el desarrollo de sistemas de armas de artillería, ha sido y es uno de sus “puntos fuertes” en cuanto a la calidad y prestaciones de sus armas.

Uno de sus productos destacados y presentes en el conflicto, es el *Sistema de Artillería autopropulsado a ruedas CAESAR 155mm*. El nombre CAESAR es un acrónimo de “*CAmion Equipe d’un Systeme d’Artillerie*”.

Desarrollado por la empresa Nexter¹¹¹, disponible en versiones 6x6 y 8x8, de 18 y 28tn de peso respectivamente, el CAESAR 6x6 se encuentra en servicio en el ejército francés desde el 2006 y fue el reemplazo del sistema remolcado TRF 1. Inicialmente se adquirieron 72 piezas para equipar 8 baterías de artillería de esa fuerza terrestre¹¹². A la fecha se ha convertido en uno de los principales

106 <https://asiatimes.com/2022/06/us-made-parts-keep-russias-artillery-firing-in-ukraine/>

107 “Shoot & Scoot”: Coloquialmente algo así como “Dispare y corra”

108 Información que como ya mencionamos anteriormente, debe ser tomada con mucha cautela desconfiando siempre de su veracidad, frente a la otra guerra, la de “la información” que ambas partes y los respectivos aliados sostienen con el objetivo de incidir sobre la opinión a nivel global.

109 Shoot& Scoot (Video). <https://youtu.be/1hC3-UV8TKc>

110 VCA / SPH: Vehículo de combate de artillería / Self Propelled Howitzer

111 Nexter Systems, la antigua empresa francesa GIAT, es actualmente parte del complejo industrial franco-alemán KNDS (Krauss Maffei / Nexter Def Systems)

112 <https://www.army-technology.com/projects/caesar/>

sistemas de dotación en las unidades de artillería francesa, participando en cumplimiento de las más diversas misiones del ejército de ese país, en acciones de combate en Irak (Mosul) y en Afganistán, desplegando en este material en intervenciones de emergencia como las que se cumplieron en Malí (África).

Es una pieza de artillería calibre 155mm montada inicialmente sobre un chasis MBenz (Unimog), luego en un chasis de Renault Trucks Defense y con un motor de 215hp. Su cabina está preparada para transportar su dotación de 6 soldados. Esta plataforma 6x6 lleva un arma de artillería L52¹¹³, lo que permite obtener alcances de hasta 40km con munición convencional y 50km con proyectiles del tipo RAP¹¹⁴. Puede además disparar variedad de proyectiles normalizados NATO, incluso los del tipo "Smart" como el costoso pero muy preciso proyectil guiado "Excalibur" o el "BONUS Antitank"¹¹⁵. Puede llevar como dotación inicial 16 proyectiles.

Está equipado con todos los recursos tecnológicos necesarios para una operación independiente, tales como sistemas de posicionamiento, puntería y cálculo balístico de los disparos, así como para el comando y comunicaciones. Es especialmente apto para satisfacer requerimientos de apoyo de fuego para fuerzas de despliegue rápido.

El sistema CAESAR se encuentra en operaciones con el ejército de Ucrania desde los primeros meses de la invasión, siendo Francia el 1er país que en abril de 2022, resolvió transferir a Ucrania inicialmente 12 CAESAR Mk I y totalizando a la fecha 18 unidades. Ese primer lote de 12 piezas fue acompañado por 10.000 proyectiles de diferente tipo, incluyendo además el apoyo para que las dotaciones de artilleros ucranianos recibieran capacitación específica en Francia.

Su fabricante lo promociona como *"el más liviano de su categoría"* ya que pesa sólo 18tn, una carga logística reducida, gran movilidad táctica, capacidad de entrar en posición y ejecutar 6 disparos en 2 min, gracias a su cadencia de fuego de hasta 6 Proy/min. Esto lo hace extremadamente apto para tratar de evitar los fuegos de C-batería enemigos. Nexter agrega que el cañón 155mm L52 del CAESAR es el único en el mundo que ha sido probado con eficacia en combate, realizando disparos al límite del alcance máximo.

FIGURA 19: OBUS AUTOPROPULSADO A RUEDAS 6X6 CALIBRE 155MM SPH CAESAR MKI. (FRANCIA)



Fuente: Army – Pfc. Hayden Allega. US Army – Markus Rauchenberger

113 <https://www.army-technology.com/projects/caesar/>

114 RAP: Rocket Assisted projectile.

115 <https://cat-uxo.com/explosive-hazards/projectiles/155mm-bonus-projectile>

Y lo cierto es que desde mediados de 2022 este sistema ya está combatiendo con las fuerzas de Ucrania.

Las FFTT de ese país incorporan así un poder de fuego de largo alcance que no disponían hasta ahora, con un arma de estas capacidades y la posibilidad de disparar una enorme variedad de proyectiles NATO Std. Y por sobre todo, con una gran movilidad táctica, que constituye una de las características más valoradas del CAESAR. Además, por su dimensiones y peso puede ser aerotransportado en aviones del tipo A400 M.

Los usuarios que ya operan el sistema CAESAR en sus versiones 6x6 Mk I son: Francia – Dinamarca – Indonesia – Arabia Saudita – Tailandia.

La alta exposición en los medios mundiales y la difusión de su participación en el conflicto, dió como resultado un “Año récord de ventas” de los CAESAR MkII para Nexter, tal cual lo expresa su fabricante Nexter en su página web,¹¹⁶ la que informó además haber logrado contratos con 4 países.¹¹⁷

La mayoría de esas ventas se dirigen a la versión más moderna CAESAR MkII, presentada en 2021.

El Ejército francés comenzaría a incorporar la versión MkII en 2026 y el Ejército Belga en 2027.

Lituania ha firmado una carta de intención para incorporar en su ejército 18 piezas MkII. Además, los ejércitos de Lituania y Francia firmaron acuerdos de cooperación en artillería, en el marco de la compra de 18 MkII para Lituania. La República Checa contrató la adquisición de 10 unidades CAESAR 8x8, además de otras 52 compradas en 2021.¹¹⁸ Bélgica es otro país que ha firmado la compra de 9 unidades.

FIGURA 20: OBÚS AUTOPROPULSADO A RUEDAS 6X6 CALIBRE 155MM SPH CAESAR MKII. (FRANCIA)



Fuente: MinDef Francia

Esta nueva versión MkII¹¹⁹ que mantiene su configuración 6x6, se enfoca principalmente en el cambio de chasis por una plataforma (*De la empresa francesa Auqus*) más liviana y modular, con

116 <https://www.nexter-group.fr/en/our-news/latest-news/record-year-caesar-orders>

117 <https://www.nexter-group.fr/en/our-news/latest-news/record-year-caesar-orders>

118 <https://www.army-technology.com/projects/caesar/>

119 Idem anterior.

mayor protección blindada para la dotación (*Stanag Nivel 2*), mayor carga útil para proyectiles y un poderoso motor de 480hp (Frente a los 215hp de versión anterior), que opera además con una caja de cambios automática. Todo ello le proporciona mayor movilidad táctica en terrenos difíciles y además, como ya mencionamos, evadir los fuegos de contrabatería enemigos realizando *"Shoot&Scoot"*.

Pese a que el CAESAR MkI ya estaba siendo sacado de su cartera de productos de Nexter, en Abr22 Francia encargó 18 Unidades de esa versión para reponer las entregadas a Ucrania, además del pedido inicial de 18 piezas del moderno MkII.

FIGURA 21: OBUS AUTOPROPULSADO A RUEDAS CALIBRE 155MM SPH CAESAR 8X8. (FRANCIA).



Fuente: Forsvaret

La llegada de los CAESAR al frente de batalla fue festejado y promocionado entre otros por el Comandante de las FFAA de Ucrania, Valery Zaluzhnyi, quién posteó en Facebook: *"Los obuses CAESAR ya están en el frente de batalla"*, destacando además *"que ahora tenían el alcance para destruir la artillería enemiga, sus reservas y puestos de comando"*.¹²⁰

Allí donde *el Alcance, la Precisión, la Movilidad y la Letalidad* de las armas, tiene un valor superlativo, lugares como Mariupol, Kherson y más recientemente la zona de Bakhmut, son algunos ejemplos de cientos de combates de ese tipo que han ocurrido y otros que seguramente se repetirán.¹²¹

LOS CONSUMOS DE MUNICIÓN DE ARTILLERÍA: Un desafío para la Base Industrial de Defensa

Si bien el tema destacado en el título excede el desarrollo del presente trabajo, nos pareció necesario comentarlo brevemente. Hace tiempo se menciona como muy probable que Rusia lance una gran ofensiva durante la primavera europea del 2023. Y esa ofensiva, de acuerdo a los *"usos y costumbres"* de las operaciones rusas, estará precedida de devastadores fuegos de artillería, de todos los tipos y alcances, en todos los sectores claves del frente de batalla. Y como mencionamos antes, ninguna posición defensiva es capaz de sostenerse, si no puede replicar con fuegos propios, terrestres o aéreos las acciones del enemigo y principalmente neutralizando el accionar de sus armas.

EUA y la NATO han resuelto y lo expresan a diario, sostener el esfuerzo de resistencia del país invadido. Sin embargo, información como la que se ha publicado recientemente, relacionada con que los consumos de munición de armas de tubo de artillería podrían llegar a demandar *10.000 pro-*

¹²⁰ <https://www.19fortyfive.com/2022/05/frances-caesar-guns-are-on-the-firing-line-in-ukraine/>

¹²¹ <https://youtu.be/QF6C37F62Kw>

yectiles diarios, hace difícil imaginar cómo harán los aliados para sostener el esfuerzo ucraniano. Porque además, ello requiere buscar remanentes de stocks disponibles en otros países, que todavía operen sistemas de armas de la era soviética, en calibres 122 y 152mm. Esto sumado a la variedad de sistemas de artillería que EUA y NATO han provisto a Ucrania durante el 2022/23, a los que necesariamente debe abastecer de munición.

Solo a modo de referencia, algunos de los SPH PzH2000 entregados a Ucrania por países de la NATO, afirman disparar unos *100 proy/día cada pieza*, lo que ha motivado que muchos de ellos requieran servicio de mantenimiento a retaguardia, a los pocos días de operar. Los diseñadores alemanes del arma, han expresado que se somete a las piezas a *“Misiones de muy alta intensidad”*.¹²²

En los últimos años, tanto EUA como los principales países europeos han participado en conflictos de baja intensidad, normalmente relacionados con operaciones de contrainsurgencia o la estabilización de regiones. En ellos el consumo de munición de armas pesadas era limitado y por lo general, los eventuales oponentes no disponían de sistemas de artillería relevantes por lo que no existía *“duelo entre piezas de artillería”*. En general las acciones se limitaban a ráfagas para neutralizar objetivos o el empleo puntual de proyectiles “inteligentes” como el Excalibur, o convencionales asistidos por “kit de guiado” como el PGK.

El GR Mark Milley, Jefe del Estado mayor Conjunto de las FFAA de EUA afirmó que: *“la lección aprendida de la guerra en Ucrania, es la increíble Tasa de Consumo de Munición convencional, aún en el marco de una guerra regional”*.¹²³

Expertos en defensa del *Foreign Police Research Institute*, afirmaron en diciembre de 2022¹²⁴: *“La disponibilidad de municiones podría ser el factor individual más importante que determine el curso de la guerra en 2023, y eso dependerá de las reservas de proyectiles y la capacidad de producción de los mismos en el extranjero”*. Asimismo Marc Cancian, Analista Senior del CSIS ha expresado:¹²⁵ *“...Todavía es un interrogante abierto si EUA podrá continuar indefinidamente con su nivel actual de apoyo...”*

El conflicto ha llegado a un punto en el que, la capacidad de mantener un abastecimiento adecuado de munición de artillería y misiles de corto alcance, resultará vital para que Ucrania pueda al menos, sostener las posiciones alcanzadas. Los grandes sistemas de armas como los tanques de batalla y las aeronaves de combate, si es que finalmente se concretan, demandarán varios meses y contribuirán en sostener las operaciones ofensivas que oportunamente Ucrania esté en condiciones de desarrollar.

Pero hasta ese momento, *lo que se necesita es munición de todos los tipos* para la Infantería y las armas de apoyo de fuego de la artillería de campaña y lanzadores de cohetes de artillería.

Como ocurre en todos los países que disponen de capacidades específicas para la fabricación de productos militares, particularmente el caso de la munición, expandir las capacidades existentes es muy complejo, requiere de grandes inversiones y su entrada en régimen productivo a gran escala puede llevar muchos años.

Pocos países tienen esa capacidad y la misma está dimensionada en relación a las necesidades propias de abastecimiento de sus FFAA, así como de las políticas que cada país tiene respecto a la exportación de sus saldos productivos. EUA tiene una capacidad productiva extraordinaria, pero no en condiciones de satisfacer por sí sola la enorme demanda que está mostrando este conflicto.

122 <https://www.19fortyfive.com/2023/04/video-ukraine-has-massive-new-nato-cannon-ready-to-fight-russia/?msn>

123 <https://www.thedefensepost.com/2023/03/29/milley-high-ammo-use-major-war/>

124 <https://www.businessinsider.com/us-scrambling-for-artillery-shells-ukraine-can-use-against-russia-2023-1>

125 https://www.defensenews.com/global/europe/2023/02/13/when-will-the-war-in-ukraine-end-experts-offer-their-predictions/?utm_source=sailthru&utm_medium=email&utm_campaign=dfn-dnw

Relacionado con lo anterior, en enero de 2023 el US Army organizó el "INDUSTRY DAY"¹²⁶ a efectos de comunicar a las empresas que conforman la Base Industrial de Defensa de EUA, acerca de los requerimientos potenciales en el corto plazo de munición 155mm y la necesidad de expandir la capacidad de producción existente en sus plantas industriales. Esto incluye los proyectiles, propulsores, espoletas y material de embalaje.¹²⁷ Además EUA estaría adquiriendo 100.000 proyectiles 155mm a Corea del Sur para ser enviados a Ucrania y ha solicitado a algunas empresas, que colaboren con las fábricas de munición que el US Army dispone, para el ensamble del moderno proyectil de alcance extendido (Base Bleed) XM1128 de 155mm¹²⁸.

FIGURA 22: LOS CONSUMOS DE MUNICIÓN DE ARTILLERÍA. UN DESAFÍO PARA LA BASE INDUSTRIAL DE DEFENSA.



Fuente: Aris Messinis/AFP via Getty Images

Por su parte Europa tiene una Industria de Defensa fragmentada, que durante los años posteriores a la "guerra fría" ha desinvertido en su Base Industrial de Defensa, con severos recortes presupuestarios que recayeron sobre el sector, en términos de % del PBI. Como contrapartida, muchos recursos disponibles se orientaron al desarrollo y producción de municiones de precisión y misiles, pero en lotes más pequeños y de cantidades modestas, por tratarse de materiales que no son de "consumo masivo".

El conflicto en Ucrania sorprendió a muchos y fue una oportunidad para que apareciera "La artillería: el Dios de la Guerra" según palabras de Joseph Stalin.¹²⁹ Pero los fuegos de Artillería, en un escenario de guerra entre fuerzas convencionales, con recursos similares y enfrentados en posiciones relativamente estáticas, generan un altísimo consumo de municiones de todo tipo. En noviembre de 2022 el Pentágono estimó que Rusia estaba disparando unos 20.000 *proy/día* mientras Ucrania entre 4.000 / 7.000.¹³⁰

Esa demanda sostenida durante mucho tiempo, supera con creces las capacidades de producción que hasta los países más poderosos del mundo disponen. El secretario General de la NATO, Jens Stoltenberg expresó el 14feb23: "La guerra en Ucrania está consumiendo una enorme cantidad de municiones y agotando las reservas de los aliados. La tasa de consumo de municiones, es muchas ve-

126 <https://sam.gov/app/26bbe4abc1854d3895c7450b3dd24868/view>

127 https://news.yahoo.com/us-scrambling-experts-may-most-230700709.html?guccounter=1&guce_referrer=aHR0cHM6Ly93d3cu229vZ2xlLmNvbS8&guce_referrer_sig=AQAAALOWhaP9PuF9ShEa0vVrsnaxa0un3fWpH-vWkAnWfuuNLaZOHZMNRZ76_HixM3s7_vdTGhlfmGghUPXPAL-knENutXBHNnNkN8kHhcuTCbJ_TsmyiKLMdMfCiaeK6GHlI8l76yH_5lWx6TlvDF0yfo1bpnYQS1reh2OrZ6Wvjrp

128 <https://www.businessinsider.com/us-scrambling-for-artillery-shells-ukraine-can-use-against-russia-2023-1>

129 Bellamy, Christopher (2004). "Artillery"

130 <https://www.businessinsider.com/us-scrambling-for-artillery-shells-ukraine-can-use-against-russia-2023-1>

ces superior al ritmo de producción que disponemos hoy. Esto coloca a nuestras industrias de defensa bajo una enorme presión”.¹³¹

Solo a modo ilustrativo, citamos una de las principales plantas de munición de artillería del US Army, el “*Scranton Army Ammunition Plant*” (SCAAP) ubicada en Pensylvania (EUA). Es operada desde 2006 por la empresa General Dynamics, la que hasta antes de iniciado el conflicto disponía de una capacidad de producción (CP) de 15.000 proy/mes.¹³² Para mantener el ímpetu de las operaciones en Ucrania, se está realizando un enorme esfuerzo presupuestario e inversiones, con el objetivo de incrementar la CP hasta en un 500%, llevando la misma a un estimado de 70.000 proy/mes.¹³³ Pero las autoridades de la citada planta han afirmado que llegar a ese nivel de producción, llevaría entre 12/18 meses.

En mar 2023 la *AGENCIA DE DEFENSA EUROPEA (EDA)* ha acordado con 18 países de la Unión Europea (EU), la adquisición de 1(Un) Millón de proyectiles de artillería calibre 155mm, para colaborar con Ucrania en el esfuerzo de defensa de su país.

Esa cantidad de munición debería ser adquirida en un plazo de 2 (dos) años, aunque el acuerdo firmado prevé un programa más amplio de 7 (siete) años, para que todos los países puedan abastecer y recomponer sus respectivos stocks de municiones de todo tipo.

El programa integral establece mecanismos de “*rápida adquisición*”, con recursos económicos provenientes del apoyo de los países miembros.¹³⁴

Observamos que urge la necesidad de disponer de una Capacidad de Producción (CP), que en este caso se implementa transitoriamente, para sostener un “*esfuerzo de guerra puntual*” y por un determinado tiempo.

¿Qué pasará cuando la guerra termine?

¿Qué se hace cuando llegan “*tiempos de paz*”, con toda esa infraestructura, así como los recursos humanos y materiales, que quedan sobredimensionados para satisfacer una demanda que ya no existe?

¿Qué se hace con todas las empresas grandes y pequeñas que constituyen la Base Industrial de Defensa, que de repente ven disminuida la demanda a niveles tan bajos que las hacen económicamente inviables?

La respuesta a ese cuestionario es el “*viejo y nunca resuelto dilema*” que siempre reaparece en tiempos de guerra. Qué hacer con los saldos productivos y esa capacidad ociosa que queda sobredimensionada.

Pero también del lado de Rusia, la situación de sus stocks de munición de artillería de tubo, cohetes y misiles, luego de más de un año de conflicto, estaría afectando el ritmo de las operaciones.

Según un informe del *Director Nacional de Inteligencia de EUA*¹³⁵, “*en el transcurso de la invasión a Ucrania, Rusia ha estado disparando munición de artillería de tubo, cohetes y misiles, a una tasa de consumo diario que resulta insostenible en el tiempo*”. Ese análisis surge sobre la base de la información de los stocks que se estima dispondría Rusia, así como la capacidad de producción de su Base Industrial de Defensa.

131 <https://edition.cnn.com/2023/02/17/politics/us-weapons-factories-ukraine-ammunition/index.html>

132 <https://edition.cnn.com/2023/02/17/politics/us-weapons-factories-ukraine-ammunition/index.html>

133 <https://edition.cnn.com/2023/02/17/politics/us-weapons-factories-ukraine-ammunition/index.html>

134 https://www.defensenews.com/global/europe/2023/03/20/eu-nations-rush-to-scrape-up-one-million-artillery-rounds-for-ukraine/?utm_source=sailthru&utm_medium=email&utm_campaign=dfn-special-report

135 https://www.defensenews.com/smr/reagan-defense-forum/2022/12/04/russia-burning-through-ammunition-in-ukraine-at-extraordinary-rate/?utm_campaign=dfn-ebb&utm_medium=email&utm_source=sailthru&SToverlay=2002c2d9-c344-4bbb-8610-e5794efcfa7d

Se observa que, al no ser capaz de sostener un régimen de abastecimiento de munición, adecuado para mantener el ímpetu de las operaciones al ocupar y consolidar los territorios invadidos, Rusia ha tenido que recurrir a la provisión de material bélico e insumos de otros países como Irán, Corea del Norte y otros.¹³⁶

Volviendo al caso de Ucrania, la situación que ocurre con la munición de artillería es solo la muestra de 1(un) ítem, de los demandados como asistencia militar. Y este ejemplo que describimos, es replicable a los que ocurre con los misiles Atan JAVELIN, con los STINGER ManPADS¹³⁷, los SPH CAESAR, los lanzadores de misiles HIMARS, los Tanques de Batalla (MBT), etc.

Estamos ante una guerra de desgaste, donde una de las partes (Rusia), parecía hasta ahora disponer de recursos ilimitados para sostener ese ritmo de consumos¹³⁸, mientras que la otra parte (Ucrania), depende necesariamente del esfuerzo logístico que sus aliados puedan y estén dispuestos a sostener.

¿Por cuánto tiempo? ¿Meses, años? ¿A qué costo? ¿Cuál será el objetivo esperado a alcanzar? ¿Cuál es el costo "admisible" para alcanzar el objetivo citado?

Esa Guerra de Desgaste "en destino", o sea el lugar de la batalla, conlleva además una costosa y compleja Guerra Logística "de producción y abastecimiento". Una verdadera carrera contra el tiempo y los recursos disponibles, con un resultado final altamente incierto.

MISILES BALÍSTICOS DE CORTO ALCANCE Y DE CRUCERO (SRBM - CM):

Si bien todas las referencias y comentarios que haremos en este apartado de "Misiles" tiene que ver con el tema que desde el principio citamos como "Los Fuegos precisos de Largo alcance", nos pareció de interés hacer algunas consideraciones sobre el particular.

Existen antecedentes del empleo de Misiles Balísticos y Misiles de Crucero desde la 2da G.M¹³⁹ hasta la fecha. En las últimas décadas ha habido enormes avances en el desarrollo de sistemas de posicionamiento y navegación, guiado y control, microelectrónica, nuevos materiales, herramientas de modelización y simulación, por lo que los vectores guiados han incrementado notablemente su alcance, precisión y efectos de balística terminal.

Los misiles balísticos de corto alcance (SRBM) y mediano alcance (MRBM) han sido empleados en la guerra Irán-Irak (1980-88), Guerras del Golfo (1991 – 2003), en el conflicto entre Ucrania y Rusia (2014) y hasta por las milicias Houthis en Yemen (Desde 2015). Más recientemente, en el ataque a una base de EUA en Iraq (Ene 20) y en el conflicto de Nagorno Karabaj (Set 20).¹⁴⁰ Y también están siendo utilizados en el escenario actual de la guerra en Ucrania.

La invasión de Rusia a Ucrania desde Feb 2022, ha generado una guerra en el interior del teatro europeo, en una escala que hace décadas no se veía desde la 2da G.M. Y al haberse modificado el plan inicial ruso, que seguramente contemplaba la conquista de Kiev en pocos días y con ello la segura caída del gobierno Ucrainiano, Rusia comenzó a emplear el poderío devastador de todo su arsenal de Misiles Balísticos de Corto Alcance (SRBM), Misiles de Crucero (CM), Lanzadores Múltiples de Cohetes (MLRS), así como sistemas aéreos autónomos con capacidad letal (UCAS y *Loitering Munition - LM*).

¹³⁶ <https://www.fie.undef.edu.ar/ceptm/?p=11465>

¹³⁷ ManPADS: Man Portable Air Defense System.

¹³⁸ Que de ser necesario puede reforzarse por sus "aliados", cuyo grado de apoyo se desconoce a la fecha, por no existir información abierta al respecto.

¹³⁹ V1 era un rudimentario misil de crucero. El V2 se reconoce como el primer misil balístico empleado en operaciones de guerra. Lanzados sobre Inglaterra, pese a su escasa precisión, provocaron terror en la población civil atacada.

¹⁴⁰ "Ballistic and Cruise Missile Threat- 2020". Defense Intelligence Ballistic Missile Analysis Committee. <https://irp.fas.org/threat/missile/bm-2020.pdf>

La invasión fue un motivo de alarma para los 30 países que forman parte de la NATO, que vieron la necesidad de rever y repensar el estado de la arquitectura defensiva de Europa occidental, que esos países habían acordado durante años e invertido cuantiosos recursos económicos para su seguridad.

Lo que ha agregado preocupación a esta situación, es el empleo de misiles con “capacidad dual”, o sea las que pueden portar tanto cabezas de guerra convencionales como nucleares, lo que genera un estado de amenaza latente extrema, por la posibilidad de empleo de estas últimas en el marco táctico.

Esto ha dañado el esfuerzo global que se viene realizando para minimizar, la posibilidad de proliferación de estos sistemas y el riesgo eventual de su uso indiscriminado en futuros conflictos.

En relación con lo expresado, el tratamiento de estos temas en profundidad, tendrá lugar en la próxima Cumbre de la NATO a realizarse en Lituania 11Jul23.¹⁴¹

Según la Organización *Missile Defense Advocacy Alliance (MDAA)*:¹⁴² “...la NATO debe prepararse para defender sus habitantes, su territorio y sus fuerzas militares, de la amenaza de Rusia. Y debe tener las capacidades para defenderse del tipo de armas y tácticas de empleo de las mismas, como estamos observando en Ucrania”.¹⁴³

También expresa MDA: “Los misiles han sido el arma de uso primario empleada por Rusia en este conflicto. Rusia ha lanzado miles de misiles (Balísticos, de Crucero e Hipersónicos) así como drones contra Ucrania, incluyendo el uso masivo de estas armas sobre ciudades, lo que ha causado cantidad de víctimas civiles.”¹⁴⁴

Según los registros de MDA al 25Abr23, Rusia ha lanzado al menos 6.100 misiles de diferentes tipos.¹⁴⁵

Solo a modo de ejemplo, el 06jul22 se produjo un ataque con misiles, en la ciudad de *Chasiv Yar* al este de Ucrania, algunos de los cuales impactaron en un complejo habitacional. Como resultado del ataque 47 personas murieron y otras 20 quedaron atrapadas entre los escombros, además de cuantiosos heridos.

Por la cantidad de víctimas civiles en un solo evento, es con-

FIGURA 23: SEGUIMIENTO DE CANTIDAD DE MISILES LANZADOS POR RUSIA.



Fuente: Al 25Abr23 –MDAA¹⁴⁶

141 https://www.nato.int/cps/en/natohq/news_212667.htm

142 <https://missiledefenseadvocacy.org/about/>

143 <https://missiledefenseadvocacy.org/alert/nato-missile-defense-policy-time-for-action/>

144 <https://missiledefenseadvocacy.org/alert/nato-missile-defense-policy-time-for-action/>

145 <https://missiledefenseadvocacy.org/missile-threat-and-proliferation/todays-missile-threat/ukrainian-war-updates/>

146 <https://warukraine.ua/>

siderado el más devastador de los ataques realizados por Rusia sobre ciudades en territorio de Ucrania, desde el inicio de la invasión.¹⁴⁷

RUSIA: MISILES BALÍSTICOS Y DE CRUCERO EMPLEADOS

Rusia está utilizando una enorme variedad de misiles tácticos, balísticos y de crucero, de empleo terrestre, naval y aéreo, para batir blancos terrestres en el territorio de Ucrania. Esos ataques se llevan a cabo con diversos sistemas, desde los más antiguos heredados de la época soviética (*Tochka-U, Kh-55*) hasta los más modernos (*Iskander-M, Kh-101, Kalibr*), así como algunos que por sus prestaciones, son incluidos por los especialistas, dentro de la categoría de armas hipersónicas (*Kinzha - Zircon*).

Según información periódica de los ataques con misiles que proporciona MDAA¹⁴⁸, en relación con el ataque sobre ciudades de Ucrania del 14ene23, expresó: *“Una nueva oleada de ataque de Rusia comenzó sobre Kiev, con el lanzamiento desde plataformas terrestres misiles S-300 y S-400¹⁴⁹. Luego continuó en otras zonas de Ucrania disparando desde aeronaves y plataformas navales misiles Kh-59, misiles de crucero Kh-101 y Kh-555, así como misiles Kalibr...”*¹⁵⁰

Analistas de los países occidentales, colaboran intensamente en el trabajo de inspección de los restos de misiles recuperados de los ataques, lo que proporciona importante información acerca del diseño, características y origen de los materiales / componentes de los vectores, capacidades de producción existentes, innovaciones tecnológicas incorporadas y la necesidad que se observa en Rusia, de apoyarse en el abastecimiento de insumos y componentes extranjeros.

Describimos a continuación, algunos de los sistemas utilizados por Rusia.

TOCHKA-U (SS-21. Scarab B). Misil balístico de corto alcance (SRBM) de empleo táctico, desarrollo de la Ex URSS de principios de los años 70´ s. Calibre: 650mm. Cabeza guerra: 480kg. Alcance: 120Km. La familia de los misiles SS-21 “Scarab” está en servicio desde 1975 y presente en las

FIGURA 24: MISIL BALÍSTICO DE CORTO ALCANCE (SRBM) TOCHKA-U. (SS-21 SCARAB B). CABEZA DE GUERRA DEL TIPO “CLUSTER MUNITION”.



Fuente: Commons Wikimedia - Wikipedia

147 <https://missiledefenseadvocacy.org/missile-threat-and-proliferation/todays-missile-threat/ukrainian-war-updates/>

148 <https://missiledefenseadvocacy.org/missile-threat-and-proliferation/todays-missile-threat/ukrainian-war-updates/>

149 Se trata de misiles S-A que están siendo empleados como misiles balísticos en misiones S-S.

150 https://en.defence-ua.com/news/missile_attack_on_ukraine_january_14th_russia_uses_s_300400_rockets_on_kyiv_and_inconspicuous_kh_22_missiles_on_dnipro-5439.html

FFAA de Rusia, Armenia, Azerbaijan, Bielorusia, Kazajstan, Corea del Norte, Siria, Ucrania y Yemen, entre otras¹⁵¹.

Ha sido empleado en numerosos conflictos a lo largo del mundo en las últimas décadas, pudiendo mencionarse: Chechenia¹⁵² (*Donde se estima que en 1999 se lanzaron entre 60/100 misiles*), Siria, Yemen¹⁵³, el conflicto Ucrania/Rusia (2014), en el conflicto de Nagorno-Karabakh. (2021) y en la invasión de Rusia a Ucrania (2022-23).

En medios especializados se menciona como su desarrollador y fabricante, a la empresa “*Petro-pavlovsk Machine Plant*” situada en Ucrania¹⁵⁴, lo cual permite comprender la presencia de este sistema en ambos bandos, tanto en la guerra Ucrania – Rusia (2014) como en la actual.¹⁵⁵ El TOCHKA-U es la versión más moderna de la familia, con alcance de 120Km y en servicio desde 1989.

Algunas características destacables: Su vehículo transportador (TEL) tiene capacidad anfibia. Dispone de un sistema de guiado que combina GPS con guiado inercial (INS) y sistema de corrección terminal por Radar/TV con una precisión de 95m CEP.

Sus opciones de cabezas de guerra con una capacidad de carga de 480Kg, incluyen: Explosivo Fragmentación – Termobárica – Cargas Múltiples Eyectables (*Cluster Munitions*) – Nuclear – Químico / Biológico.

Durante el conflicto, la noticia más difundida en relación con el empleo de TOCHKA-U, fue el ataque del 08abr22 a la estación de trenes de Kramatorsk, en la región del Donetsk al Este de Ucrania. 2 (dos) misiles TOCHKA-U impactaron en el lugar, colmado de ciudadanos que embarcaban en los vagones para evacuar la ciudad, durante las primeras semanas del conflicto. Rusia negó reiteradamente haber realizado el ataque y como los dos países son usuarios del sistema, ambos adjudicaron al otro la culpabilidad de la acción. Había 4.000 personas en la estación al impactar los 2 Tochka-U y el saldo de víctimas fue de decenas de muertos y más de 100 heridos.¹⁵⁶

Fuentes no oficiales, mencionan la existencia de una nueva versión, el Scarab-C con un alcance de 185km y la capacidad de su plataforma TEL, de llevar 2 misiles en condición de disparo.¹⁵⁷ Dado el éxito y la difusión de este sistema en países con presupuestos de defensa modestos, es probable que se trate de una versión para exportar, ya que Rusia tiene entre sus planes reemplazar en sus arsenales, el Tochka-U (Scarab B) por el misil Iskander-M.

ISKANDER-M (9K720). El sistema lanzador de misiles ISKANDER puede operar una familia de Misiles Balísticos de Corto Alcance (SRBM) y de Crucero, uno de los cuales es el SRBM Iskander-M. Su fabricante es la empresa estatal rusa DBMB (*Desing Bureau Machine Building*). En servicio en Rusia desde 2006. Cabeza de guerra: 700kg. Alcance: 400/500km. Probado en combate por 1ra vez en el conflicto entre Rusia y Georgia. Dispone de una plataforma lanzadora a ruedas en vehículo 8x8 (TEL).¹⁵⁸ Cada plataforma puede llevar 2 misiles en condiciones de lanzamiento.

151 <https://missilethreat.csis.org/missile/ss-21/>

152 Donde se estima se lanzaron entre 60 / 100 misiles. Fuente: <https://missilethreat.csis.org/missile/ss-21/>

153 Ataques con estos misiles por parte de las milicias Houthis a objetivos en Emiratos Árabes, fueron neutralizados con baterías Patriot. Fuente: Idem Anterior.

154 <https://missiledefenseadvocacy.org/missile-threat-and-proliferation/todays-missile-threat/russia/ss-21-mod-2/>

155 Aunque los disponibles en Ucrania, sonde versiones anteriores al TOCHKA-U, con prestaciones inferiores en alcance y precisión que la versión empleada por Rusia.

156 <https://www.bbc.com/news/world-europe-61036740>

157 <https://missilethreat.csis.org/missile/ss-21/>

158 TEL: Transporter Erector Launcher.

Con su sistema de guiado inercial dispone de una precisión de 30 / 70 m CEP. La versión M se diferencia por su mayor alcance y sistema de guiado con mejores prestaciones y está sólo provista en su país de origen (Rusia). La versión de exportación se denomina "Iskander – E" con un alcance de 280km y cabeza de guerra de 480kg.

De gran movilidad y reducidas dimensiones, Iskander-M es el sistema de misiles de empleo táctico más difundido en las fuerzas rusas en la actualidad. En la versión M, su gran alcance y cabeza de guerra de 700kg, incluso con la opción de emplear *capacidad nuclear*, lo presenta como un sistema apto para su despliegue en un potencial conflicto en el frente europeo.

Esta opción nuclear permite llevar además cabeza de guerra del tipo MaRV¹⁵⁹ y señuelos¹⁶⁰ para burlar las contramedidas de GE de los sistemas de Def Ae. Entre sus opciones de empleo y una de las principales capacidades, es su aptitud para la neutralización de los sistemas de Defensa Aérea del oponente¹⁶¹.

La versión Iskander-M dispone de un sistema de guiado inercial en la mayor parte de la trayectoria y óptico en su fase final, con una precisión de 10 / 30m CEP. El sistema óptico, que se encuentra en la cabeza de guerra, puede recibir información de satélites o sistemas ISR¹⁶² como los UAS, procesar esas imágenes y corregir su trayectoria al blanco.¹⁶³ Ad-

FIGURA 25: MISIL BALÍSTICO DE CORTO ALCANCE (SRBM) ISKANDER.(RUSIA). ARRIBA: ISKANDER-E (V. EXPORTACIÓN). ABAJO: ISKANDER-M (SERVICIO FFAA RUSIA).



Fuente: Desarrollo y defensa – Rusia MoD

¹⁵⁹ MaRV: Maneuvrable Re- entry Vehicle

¹⁶⁰ <https://www.fie.undef.edu.ar/ceptm/?p=9594>

¹⁶¹ <https://missiledefensadvocacy.org/missile-threat-and-proliferation/todays-missile-threat/russia/iskander-m-ss-26/>

¹⁶² ISR: Intelligence, Surveillance and Reconnaissance.

¹⁶³ <https://www.army-technology.com/projects/iksander-system/>

mite diversidad de cabezas de guerra: Explosivas, Termobáricas, Cargas múltiples eyectables (*Cluster Munitions*), de Pulso Electromagnético (EMP) y Nucleares, entre otras.¹⁶⁴

Este sistema dispone de una versión más moderna, el Iskander-K. Se trata de un Misil de Crucero con perfil de vuelo de muy baja altura y que puede ser lanzado desde las plataformas TEL de esta familia de misiles, con un alcance superior a los 500 km¹⁶⁵.

Como tema de actualidad, al desarrollar en el CEPTM el trabajo sobre el conflicto de Nagorno-Karabaj entre Armenia y Azerbaijan (*Abr 2021*), el sitio especializado en Defensa JANE's citó evidencias del despliegue de unidades de misiles Iskander-M, en la frontera entre Rusia - Ucrania en la zona del DONBAS.¹⁶⁶ Esa información ha sido plenamente confirmada y el sistema Iskander- M ha tenido un papel relevante en los fuegos de largo alcance de Rusia, sobre objetivos estratégicos y operacionales en Ucrania.

Un tema tecnológico de interés respecto de los Iskander-M, ha sido el informe realizado en Mar 2022 por especialistas de inteligencia de EUA, acerca que estos misiles estarían empleando señuelos con CME,¹⁶⁷ para sortear los sistemas de guerra electrónica disponibles en Ucrania destinados a neutralizar los misiles rusos, empleando medios “no cinéticos”. Esos señuelos, en número de 6 por misil, están colocados en pequeños tubos en la base del cuerpo del vector. De acuerdo con el informe realizado, los dispositivos emplean dos tipos de CME.¹⁶⁸

El 06Abr23, el Ministro de Defensa Ruso Serguei Shoigú informó que las FFAA de Bielorrusia recibieron el Sistema de Misiles Táctico Iskander-M, con la capacidad de emplear tanto cabezas de guerra convencionales como nucleares.

Agregó además, que las Tropas de Misiles rusas comenzaron el entrenamiento con tropas de Bielorrusia, para el empleo de estos sistemas como parte del acuerdo firmado entre Moscú y Minsk, para el almacenamiento de armas tácticas nucleares en ese país.¹⁶⁹

Según el sitio de noticias Sputnik, Rusia dispondría de unos 160 Plataformas Lanzadoras Terrestres Iskander (TEL) y una cantidad no determinada de misiles en condiciones de empleo operacional.¹⁷⁰

FIGURA 26: SEÑUELOS CON CME EMPLEADOS POR EL MISIL BALÍSTICO DE CORTO ALCANCE ISKANDER-M.



Fuente: CAT-LIXO

164 Idem anterior.

165 Idem anterior.

166 <https://www.janes.com/defence-news/news-detail/russian-ground-troop-units-and-iskander-ballistic-missiles-identified-at-ukrainian-border-by-janes>

167 CME: Contra medidas electrónicas

168 <https://www.thedrive.com/the-war-zone/44760/russias-use-of-iskander-ballistic-missiles-in-ukraine-exposes-secret-decoy-capability>

169 <https://sputniknews.lat/20230406/todo-sobre-los-sistemas-de-misiles-iskander-que-rusia-desplegara-junto-con-bielorrusia-1137687499.html>

170 <https://sputniknews.lat/20230406/todo-sobre-los-sistemas-de-misiles-iskander-que-rusia-desplegara-junto-con-bielorrusia-1137687499.html>

Pese a tratarse de un antiguo misil, inclusive con escasa precisión, su enorme cabeza de guerra de 900/1000kg, lo hace un arma temible cuando es lanzada sobre centros poblados.

Los Kh-22 son misiles antibuque que resultan imprecisos para ataques terrestres a blancos puntuales.

Especialistas en el tema indican que su empleo sobre zonas pobladas, refleja de parte del atacante cierto desinterés o falta de preocupación para minimizar los daños colaterales. Pero además, el empleo de sistemas con ese grado de obsolescencia, estaría reflejando problemas de stocks o bien la necesidad de mantener en reserva otros sistemas más precisos y modernos como el Kh-101.¹⁷²

Fuentes ucranianas han informado las oportunidades en que estos misiles fueron empleados, pudiendo mencionarse entre otros el ataque a un Centro comercial en Kremenchuk (27Jun22)¹⁷³ y a un edificio de apartamentos de Dnipro (14Ene23),¹⁷⁴ ataques que en ambos casos dejaron decenas de muertos y heridos.

Ampliamente difundido y criticado su empleo por la prensa internacional, según el portavoz de la Fza Ae de Ucrania, al 17Ene23 Rusia habría empleado 210 misiles Kh-22 en diferentes ataques dentro del territorio.¹⁷⁵

Por el tipo de las plataformas aéreas desde las cuales son lanzados y el alcance que tienen estos misiles (*Hasta 600km*), muchos ataques pueden ser realizados desde el mismo territorio ruso o de eventuales aliados, sin que pueda existir réplica por parte de las Def Ae de Ucrania para neutralizar las aeronaves que los lanzan.

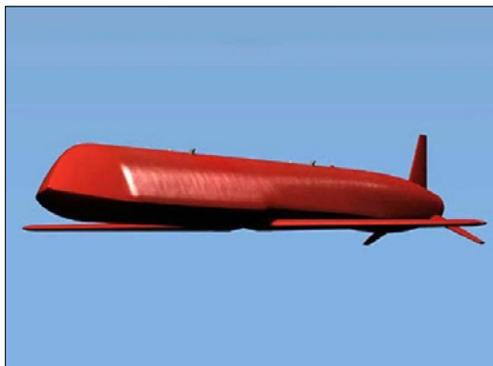
Kh-101 / Kh102.¹⁷⁶ Origen: Rusia. Misil de Crucero de Lanzamiento Aéreo (ALCM). Desarrollado como un misil de empleo “*Stand-off*”¹⁷⁷, destinado a reemplazar a los ya obsoletos Kh-55 y Kh-555. Con un peso total de 2,400kg, es de “uso dual” (*Conv – Nuclear*. Según la versión) y su cabeza de guerra convencional tiene un peso de 450kg.

El Kh-101 puede equiparse con cabeza guerra EF, Cargas múltiples (*Cluster Mun*), Termobárica. El Kh-102 está equipado con cargas nucleares de 250kt.

Su propulsión es con un motor del tipo Turbofan que le permite alcanzar una velocidad máxima de MACH 0,78 con un alcance de hasta 2800km, lanzado desde bombarderos Tu-22, Tu-95 y Su-27. Su motor Turbofan puede operar hasta una altura de 6.000m.

Puede volar a muy baja altura (30/60m) para tratar de evitar la detección por radar o IR. Su es-

FIGURA 28: MISIL DE CRUCERO DE LANZAMIENTO AÉREO (ALCM) KH-101.



Fuente: Military today

172 <https://www.iiss.org/blogs/military-balance/2023/02/russias-war-on-ukraine-one-year-on>

173 <https://edition.cnn.com/2022/06/27/europe/kremenchuk-shopping-mall-airstrike-ukraine-intl/index.html>

174 <https://www.infobae.com/america/mundo/2023/01/15/ucrania-denuncia-el-uso-de-misiles-kh-22-en-el-ataque-a-dnipro-una-de-las-peores-matanzas-rusas-de-civiles-desde-la-invasion/>

175 https://www.larazon.es/tecnologia/kh22-misil-supersonico-que-rusia-ataco-dnipro-que-ucrania-tiene-defensas_2023011763c705efd3521e0001bf828a.html

176 <https://missilethreat.csis.org/missile/kh-101-kh-102/>

177 “Stand - off”: Si bien no tiene una traducción literal al castellano, hace referencia a misiles o bombas de lanzamiento aéreo, que permiten que la plataforma que las lleva, al momento del lanzamiento se encuentre fuera del alcance de las defensas aéreas del enemigo.

estructura contiene además materiales compuestos absorbentes de la radiación, lo que dificulta su detección. Para la navegación en la "fase de crucero", emplea un sistema de corrección electro-óptico, que utiliza información del mapa de ruta cargado en la computadora del sistema, además de INS y GNSS Glonass, con guiado por TV en la fase terminal. De acuerdo al manual, su precisión es de 6m CEP, aunque se estima que el real es entre 10 / 20m.

Se encuentra en servicio en Rusia desde 2012 y se lo ha empleado en combate en varias oportunidades. Hace años lo utiliza en Siria en apoyo al gobierno de ese país, en su lucha contra ISIS. El 05jul17 fueron empleados Kh-101 desde bombarderos Tu-95, para destruir 3 depósitos de munición y un Puesto Cdo de ISIS. Los misiles volaron unos 1.000km para alcanzar sus blancos, luego de ser lanzados desde los Tu-95.

En la actual guerra de Ucrania, los Kh-101 han participado en la mayoría de los bombardeos masivos realizados sobre ciudades e infraestructura crítica de ese país. Por similitud a lo mencionado para el Kh-122, la posibilidad de dispararlos desde el propio territorio ruso o desde el espacio aéreo de aliados, a distancias superiores a los 1.000km, coloca a los sistemas de Def Ae de Ucrania en una posición exclusivamente defensiva y desventajosa.

Porque además, la defensa de un enorme territorio como el de Ucrania, donde ataque con misiles que pueden provenir de tierra, mar o aire, desde todas las direcciones y de cualquier punto de la frontera con Rusia, Bielorrusia o desde el Mar Negro, hace que todos los escasos sistemas de Def Ae & Mis disponibles, resultarán siempre insuficientes.

Con la desventaja adicional para Ucrania, que el material bélico que le proporcionan terceros países como asistencia militar, bajo ninguna circunstancia puede ser empleado para atacar blancos fuera de los límites territoriales de ese país, ni siquiera como réplica justificada ante ataques recibidos. Una ventaja extraordinariamente grande para el atacante.

S-300: Empleo de misiles de Defensa Aérea como Misiles Balísticos S-S de Corto Alcance.

El 10feb23 Rusia lanzó un ataque masivo con misiles al territorio de Ucrania, que fue considerado como el mayor ataque de este tipo desde el inicio de la invasión. Lo particular del mismo fue que algunos de los misiles lanzados en ese ataque, son los empleados por el sistema de Def Ae S-300, vectores S-A destinados a la neutralización de amenazas aéreas y no adecuados para su empleo contra blancos terrestres. De forma tal que se utilizaron como si fueran misiles balísticos de corto alcance (SRBM), función para la cual no fueron diseñados, ni por su sistemas de guiado y control, ni por el efecto terminal de su cabeza de guerra.

El S-300 ya había sido empleado también en anteriores ataques como el del 10jul22 en Miko-lay, donde 12 misiles de ese tipo habían caído en diferentes puntos de la ciudad. El portavoz de la Fza Ae de Ucrania Yurii Ihnat expresó "...los rusos usan estas armas para aterrorizar. Mientras derribamos misiles enemigos usando nuestros 'S-300', Rusia los lanza en ciudades densamente pobladas".¹⁷⁸

El S-300 es un desarrollo de la compañía estatal Rusa ALMAZ- ANTEY y en servicio desde 1979. A la fecha existen muchas versiones del mismo, pero básicamente se trata de un sistema de lanzamiento de misiles S-A de largo alcance, completamente transportado en plataformas terrestres altamente móviles, que tiene la capacidad de neutralizar todo tipo de amenazas aéreas, incluso misiles balísticos.

Tiene un alcance entre 45/90 km en las versiones más antiguas y de 150 km en la versión más

178 [HTTPS://WWW.LAPRENSA.COM.AR/525782-RUSIA-LANZO-EL-MAYOR-ATAQUE-CON-MISILES-Y-DRONES-DESDE-INITIO-DE-INVASION-A-UCRANIA.NOTE.ASPX](https://www.laprensa.com.ar/525782-RUSIA-LANZO-EL-MAYOR-ATAQUE-CON-MISILES-Y-DRONES-DESDE-INITIO-DE-INVASION-A-UCRANIA.NOTE.ASPX)

actualizada, la S-300 PMU. Con un peso total de los misiles entre 1480/1800 kg y un peso de la carga explosiva de 70/145kg según la versión.

Expertos estiman que la última versión disponible del sistema S-300 PMU-2 (NATO Code SA-20), que fue introducida en el Ejército Ruso en 1999, sería la utilizada en el conflicto para las misiones específicas de Def Ae. Esta podría compararse con el sistema PATRIOT (EUA). Su Vehículo lanzador puede llevar 4 misiles con un alcance de 150km y techo de servicio de 30km.¹⁷⁹ El guiado del misil es por Radioguiado semiactivo y en la fase terminal por Radar de Autoguiado semiactivo.¹⁸⁰

No está clara la razón por la cual Rusia emplea sistemas de vectores de Def Ae S-A para el ataque de blancos terrestres y como parte de un bombardeo masivo de infraestructura crítica y zonas pobladas. Según especialistas en el área, esto podría estar evidenciando varias cuestiones como:

- > Que los S-300 que se estén utilizando como misiles tácticos, correspondan a versiones anteriores desprogramadas, provenientes de stocks en reserva y en desuso;
- > La decisión de conservar una cantidad de misiles de las versiones más sofisticados para futuras etapas del conflicto;
- > Dar tiempo a que la estructura productiva de Rusia vaya recomponiendo los stocks, por haberse consumido hasta la fecha un importante porcentaje de las existencias totales de misiles;
- > Consumir stocks de sistemas que están siendo discontinuados.¹⁸¹

O simplemente, utilizar este sistema de armas atacar poblaciones e infraestructura crítica, contribuyendo al progresivo desgaste de los escasos recursos de las Def Ae de Ucrania, que deben consumir sus propias armas en estos ataques masivos.

FIGURA 29: SISTEMA DE DEFENSA AÉREA Y MISILES S-300.



Fuente: BBC

179 <https://www.bbc.com/news/uk-22652131>

180 <https://www.archynewsy.com/12-s-300-anti-aircraft-missiles-fired-at-ukrainian-ground-targets-russia-running-out-of-ballistic-weapons/>

181 Hace años que los S-300 están siendo progresivamente reemplazados por un sistema con superiores prestaciones, el S-400.

UCRANIA: MISILES BALÍSTICOS Y LANZADORES MÚLTIPLES DE COHETES (MLRS) EMPLEADOS.

Una de las grandes diferencias entre las capacidades de ambos países, está dada por la disponibilidad de sistemas de misiles S-S Balísticos (SRBM) y de Crucero de Corto Alcance (SRCM), de Rusia frente a Ucrania.

Como hemos expresado antes, Rusia no solo tiene a su disposición una gran variedad de vectores en toda la gama de alcances y efectos letales, sino que además dispone de un enorme stock de reserva, resultado de años de provisiones ante una probable confrontación con la NATO. Pero fundamentalmente, dispone de una importante Base Industrial de Defensa específica, destinada a asegurar la capacidad de producción de los sistemas de misiles y sus lanzadores. Capacidad que después de más de un año de guerra intensa, está mostrando sus fortalezas y sus debilidades también.

Por su parte, Ucrania que no estaba preparada para enfrentar una invasión en esta escala, ejecutada por una de las mayores potencias globales, debió recurrir a las escasas capacidades que tenía en el área de cohetes y misiles.

Y así fue que planteó una débil defensa, *cediendo terreno a cambio de tiempo*. Tratando de desgastar al invasor, permitiendo que el enemigo entrara dentro del alcance de las armas propias, sus cañones y sus MLRS en servicio, pero todos ellos de muy corto alcance, similar o solo algo superior a la artillería de campaña de tubo y limitados a unas pocas decenas de km.

Debido a ello y ya en los primeros días del conflicto, Ucrania solicitó a los países de la UE y NATO, la asistencia urgente con sistemas de armas con mayor alcance y precisión, tanto en artillería de campaña como sistemas MLRS y SRBM.

Describiremos a continuación algunos de los Sistemas de Misiles Balísticos de Corto Alcance y MLRS disponibles actualmente en Ucrania.

TOCHKA-U (SS-21. Scarab B): se trata del mismo sistema de Misil Balístico ya descrito anteriormente para Rusia. Se estima que al inicio del conflicto, Ucrania disponía de unos 100 (cien) Lanzadores en servicio. Como parte de la operación de Invasión, en los primeros días Rusia habría neutralizado una cantidad importante de ellas, por lo que su capacidad quedó seriamente disminuida.

Ucrania al igual que Rusia, complementa las armas de tubo de artillería, con una variedad de sistemas MLRS de 122, 220 y 300mm, incluyendo un batallón de cada tipo de **BM-30 "Smerch"** (Calibre 300mm), **BM-27 "Uragan"** (Calibre 220mm) y el **TOS -1**, reconocido por su letalidad en fuegos masivos de saturación en las cortas distancias.¹⁸²

BM-30 "Smerch": Uno de los MLRS más empleados en el conflicto por su gran alcance y devastador efecto de sus vectores de gran calibre (300mm). Es el más importante de los MLRS de origen ruso y que se destaca de los demás por su enorme poder de fuego, alcance y un aceptable grado de precisión. Cada lanzador posee 12 tubos para sus cohetes con un alcance de 90 km. De gran movilidad dada por su plataforma TEL,¹⁸³ instalada en un vehículo a ruedas 8x8.

Por su alcance, muy superior a la artillería de tubo convencional, su gran calibre, la variedad de cabezas de guerra que puede emplear y el devastador efecto de sus fuegos masivos, lo hace un arma temible en cualquier conflicto.

El BM-30 "Smerch" emplea diferentes tipos de cabezas de guerra de 300mm de calibre y 7.5m de longitud. El cohete 9M528 usa una carga unitaria de alto explosivo de 240kg y tiene un alcance

¹⁸² Idem anterior.

¹⁸³ TEL: Transporter Erector Launcher

de 90km. También dispone del cohete 9M55K de “Cluster munition” que lleva 72 bomblets de 1.7kg cada una, con un alcance de 70km¹⁸⁴.

Es un sistema muy difundido entre los países que pertenecieron a la Ex URSS. En Latinoamérica, las FFAA de Venezuela poseen BM-30 “Smerch” en sus dotaciones.

Por su parte, en el conflicto del 2021 entre Armenia y Azerbaiján en Nagorno Karabaj, ambos contendientes emplearon este sistema con “Cluster Munitions”¹⁸⁵ para atacar zonas pobladas,¹⁸⁶ lo que dio lugar a denuncias cruzadas ante HRW¹⁸⁷ por la utilización de este tipo de munición, cuyo uso, producción, stock y transferencia está prohibida para los países signatarios de la “Convention on Cluster Munitions”.¹⁸⁸

FIGURA 30: LANZADORES MÚLTIPLE DE COHETES (MLRS) BM-300 “SMERCH” (IZQ) Y TOS-1 “BURATINO” (DER).



Fuente: Thaymilitary – Infobae

TOS-1 “Buratino”: Sistema MLRS con 24 tubos para cohetes de 220mm. Coloquialmente llamado “Flamethrower”,¹⁸⁹ de empleo táctico y corto alcance (*Menos de 6km*), dispara salvas de hasta 24 cohetes, que llevan cabezas de guerra con carga termobárica.

Su uso no está basado en la precisión de sus vectores, sino el poder altamente destructivo de su carga.

Al impactar sobre la zona del blanco, se dispersa una nube de líquido inflamable que entra en combustión junto con la detonación de la carga explosiva. El propio efecto de la explosión es potenciado por la combustión instantánea y violenta del aire ambiente, lo cual tiene un efecto devastador, en especial frente a tropas al descubierto¹⁹⁰. Pueden cubrir un área importante de hasta 40.000m² con toda una salva, realizada en menos de 6 segundos¹⁹¹.

Montado sobre el chasis de un blindado a oruga de la familia BM-1 o incluso del tanque T-72, provee movilidad táctica y protección a la tripulación, acompañando a las unidades de combate

184 <https://www.forbes.com/sites/sebastienroblin/2020/10/07/rockets-cluster-munitions-and-missiles-rain-down-on-armenian-and-azerbaijani-civilians/?sh=587f8e4042c2>

185 Cluster Munitions: También denominadas “Cargas múltiples eyectables”; “Munición de racimo”: <https://www.clusterconvention.org/convention-text/>

186 <https://www.forbes.com/sites/sebastienroblin/2020/10/07/rockets-cluster-munitions-and-missiles-rain-down-on-armenian-and-azerbaijani-civilians/?sh=7657987842c2>

187 Human Rights Watch

188 <https://www.clusterconvention.org/convention-text/>

189 Lanzallamas

190 <https://www.youtube.com/watch?v=2WrWOXGHR84>

191 <https://www.globalsecurity.org/military/world/russia/tos-1a.htm>

blindadas, proporcionando una capacidad única de apoyo de fuego directo en distancias cortas, entre 1 y 6 km.

Es útil tanto para la defensa o el ataque, por tratarse de un sistema de bombardeo masivo, que puede realizar misiones de fuego de oportunidad delante de las propias tropas, para despejar un área determinada en el avance propio o también, para neutralizar el avance del enemigo frente a las propias¹⁹².

El empleo de poderosos sistemas MLRS de gran calibre como el "Smerch" (con *Cluster Munitions*) o el TOS-1A (con *cabezas guerra Termobáricas*) por parte de Rusia, generó preocupación por el enorme poder destructivo que los mismos tienen y especialmente, el daño colateral que causan cuando son lanzados sobre zonas pobladas.

Como mencionamos antes, todo ello resultaba completamente insuficiente para enfrentar el poder de fuego de las armas de artillería de Rusia, con mayor alcance y precisión que los disponibles en Ucrania.

Por esa razón, desde los inicios de la invasión EUA y países de la NATO, comenzaron a planificar y ejecutar la operación de apoyo a Ucrania, consistente en la provisión de armamento con mayor alcance y superiores prestaciones. Sin embargo, la condición establecida inicialmente, fue la de proveer material destinado a incrementar las escasas capacidades defensivas que disponía Ucrania, que le permitiera poder replicar los fuegos de la artillería rusa, contribuyendo así a hacer frente a una abrumadora superioridad de medios terrestres, aéreos y marítimos.

Todo ese material ha sido provisto con la condición que Ucrania no puede emplearlo, para realizar ataques que alcancen objetivos "fuera del propio territorio".

El 27may22, a tres meses de iniciada la invasión y ante la evidencia que Ucrania no podía sostener las operaciones, al verse completamente superada en los fuegos de artillería y cohetes en cantidad y alcances, las autoridades de EUA resolvieron aprobar la transferencia de sistemas de lanzadores múltiples de artillería MLRS M270 y de los Sistemas de Misiles HIMARS (*High Mobility Artillery Rocket Systems*). Se propuso además, la entrega de un nuevo producto desarrollado "*al efecto*", la GLSDB (Ground Launched Small Diameter Bomb), un interesante e innovador proyecto, que más adelante mencionaremos.

Estos tres sistemas de cohetes de artillería, desplegados en cantidades suficientes en el extenso frente de operaciones del conflicto, constituyen una ayuda extraordinaria para las fuerzas de defensa ucranianas.

M270 MLRS (Multiple Launcher Rocket System):¹⁹³ Coproducido por un "*Joint Venture*" de grandes empresas como Lockheed Martin – Diehl BGT Defense y otros (*EUA – Alemania – Francia – Italia – RUGB*). MLRS (Multiple Launcher Rocket System), se trata de una plataforma modular blindada a orugas, que opera un sistema para el lanzamiento múltiple de cohetes de artillería, concebida a partir del chasis VC Bradley y de 25Tn de peso.

El sistema M270 consiste de tres componentes principales: El chasis citado M39, el módulo de carga /lanzador M269 y el Sistema de control de Fuego (FCS).

El Módulo de carga M269 con sus contenedores específicos según la munición a disparar, tiene capacidad para operar una variedad de vectores de artillería. Desde los cohetes convencionales M26, los Guiados GMLRS M30, los de rango extendido GMLRS-ER, (los tres anteriores en calibre 226mm), los misiles balísticos de corto alcance MGM-140 ATACMS (Calibre 610mm) y los misiles de

192 http://roe.ru/press-centr/press-reizi/rostekh-prodemonstriroval-vozmozhnosti-tos-1a-inostrannym-zakazchikam/?from_main

193 <https://www.globalsecurity.org/military/systems/ground/m270.htm>

mayor alcance como el Precision Strike Missile (PrSM), este último el vector más poderoso que el sistema puede operar.

Respecto de los alcances, estos son según el tipo: los cohetes de 227mm M26 (30km); GMLRS-ER (80km) y son los que hasta ahora se han entregado para operar desde la plataforma M270.

FIGURA 31: LANZADORES MÚLTIPLE DE COHETES (MLRS) M270.



Fuente: Army Technology

El *MGM-140 ATACMS*, con su alcance de 300km y que también puede ser disparado desde esta plataforma, permitiría fácilmente batir blancos dentro del territorio de Rusia. Pero no se ha resuelto aún su entrega pese a los reiterados pedidos de Ucrania.

El *M270 MLRS* es un sistema de armas muy versátil, que opera junto con otras armas de artillería de campaña, proporcionando un gran volumen de fuego en muy corto tiempo, contra blancos sensibles que requieren una rápida neutralización. Los MLRS emplean en su operación el método ya citado “*Shoot & Scoot*”,¹⁹⁴ lo que otorga mayor supervivencia al poder ejecutar un gran volumen de fuego y evacuar la posición en muy breve tiempo, escapando así a los fuegos de contrabatería del enemigo.

Los MLRS de ninguna manera pretenden reemplazar a las armas de artillería de tubo. Por el contrario, son un excelente complemento de ellas.

Este MLRS está en servicio en el US ARMY desde 1982 en su configuración básica y en las sucesivas modernizaciones del mismo, habiéndose continuado la producción del sistema hasta el año 2003. Se estima que se han fabricado y provisto unas 1700 unidades, en servicio en al menos 17 países.¹⁹⁵

Su bautismo de fuego fue en la Guerra del Golfo (1991), participando además en la Guerra de Irak (2003), Afganistán (2001 /21) y actualmente en la Guerra en Ucrania.

Al 19nov22 y según distintas fuentes, Ucrania habría recibido 13 (trece) MLRS de los siguientes países: 6 (seis) M270 Noruega y RUGB, 5 (cinco) MARS II de Alemania y 2(dos) LRU de Francia.^{196 197}

M142 HIMARS (High Mobility Artillery Rocket System). Origen: EUA. Fabricante: Lockheed Martin. Desarrollado por el US Army a fines de los 90's, es una plataforma terrestre a ruedas, concebida para operar módulos que permiten el lanzamiento múltiple de cohetes y misiles tácticos. El chasis es el

194 “shoot & Scoot”: dispare y corra.

195 <https://man.fas.org/dod-101/sys/land/m270.htm>

196 <https://www.larazon.es/tecnologia/20221129/bwy2nt4qqzeghcvqjqi2n3fhi4.html>

197 MARS II (Alemania) y LRU (Francia) son las versiones del M270 MLRS de esos países.

estándar de los camiones de ese ejército, denominado FMTV (Family of Medium Tactical Vehicles) y con un peso de 5tn.

En servicio desde 2010, se trata de un sistema más moderno que el M270 MLRS (A orugas), siendo el motivo de su desarrollo la necesidad de disponer de una plataforma para el lanzamiento de vectores de artillería, más liviana y con tracción a ruedas. Su alta movilidad, además de su bajo peso (16,5 tn con su carga de 6 Cohetes) y menores dimensiones, lo hacen apto para ser transportado en aeronaves del tipo C-130.

Desde su incorporación, ha participado con las Fuerzas de EUA en la Guerra en Afganistán, en la Guerra Civil Siria, en la Guerra Civil de Irak y ahora en la Guerra de Ucrania.

Se encuentra en servicio en los siguientes países: EUA – Rumania – Singapur – Emiratos Árabes – Jordania – Ucrania. Y al menos hay otros 7 países que han solicitado adquirir el sistema.

Diseñado con un concepto modular, que le otorga gran versatilidad con el cambio de los módulos específicos para cada vector, le permite ser reconfigurado para disparar los siguientes cohetes y misiles:

- > GMLRS (Guided MLRS - 6 Coh).¹⁹⁸ Calibre: 227mm. Alcance: +70km
- > GMLRS/ER (Extended Range - 6Coh).¹⁹⁹ Calibre: 227mm. Alcance: 140km
- > GBSDB (Ground Based Small Diameter Bomb).²⁰⁰ Alcance: 150km
- > ATACMS (Army Tactical Missile System - 1Mis).²⁰¹ Calibre: 610mm. Alcance: 300km
- > PrSM (Precision Strike Missile - 2Mis).²⁰² Alcance: 500km. Misil Balístico de corto alcance que progresivamente irá reemplazando al ATACMS y se espera que entre efectivamente en servicio en 2024.

Los módulos empleados para cada tipo de vector, son compatibles tanto para el MLRS como el HIMARS, con la salvedad que este último solo lleva 1(un) módulo en el chasis, y el MLRS 2(dos) módulos.

Sintetizando, el *US Army Acquisition Support Center* describe al sistema M142 HIMARS como un *“full spectrum, combat-proven, All- weather, 24/7, letal and responsive, wheeled precision strike weapons system”*.²⁰³

El aporte de sistemas HIMARS a Ucrania ha sido también de vital importancia para el desarrollo de las operaciones y su capacidad para batir objetivos dentro de las zonas ocupadas por Rusia. El primer HIMARS arribó al país 23jun22 y a los pocos días ya se había desplegado en la zona de operaciones. El 27jun22 autoridades de Ucrania informaron que se había realizado el 1er ataque con HIMARS sobre una base rusa en Izyum, con un saldo de al menos 40 bajas enemigas.²⁰⁴

Hasta Abr23 se habrían entregado al menos 38 HIMARS²⁰⁵ además de los 3 M270 MLRS²⁰⁶ citados anteriormente. El ministro de defensa de Ucrania, afirmó que *“el país necesita al menos 100 HIMARS ya que hasta el 15jul22 y con solo 8 sistemas, se habían destruido 30 Pues Cdo, posiciones de armas y*

198 <https://www.lockheedmartin.com/en-us/products/guided-mlrs-unitary-rocket.html>

199 https://news.lockheedmartin.com/2022-10-10-lockheed-martins-next-gen-rocket-performs-first-systems-qualification-flight-test#assets_all

200 <https://www.fie.undef.edu.ar/ceptm/?p=11635>

201 <https://missilethreat.csis.org/missile/atacms/>

202 <https://missilethreat.csis.org/us-army-ups-requirements-for-atacms-replacement/>

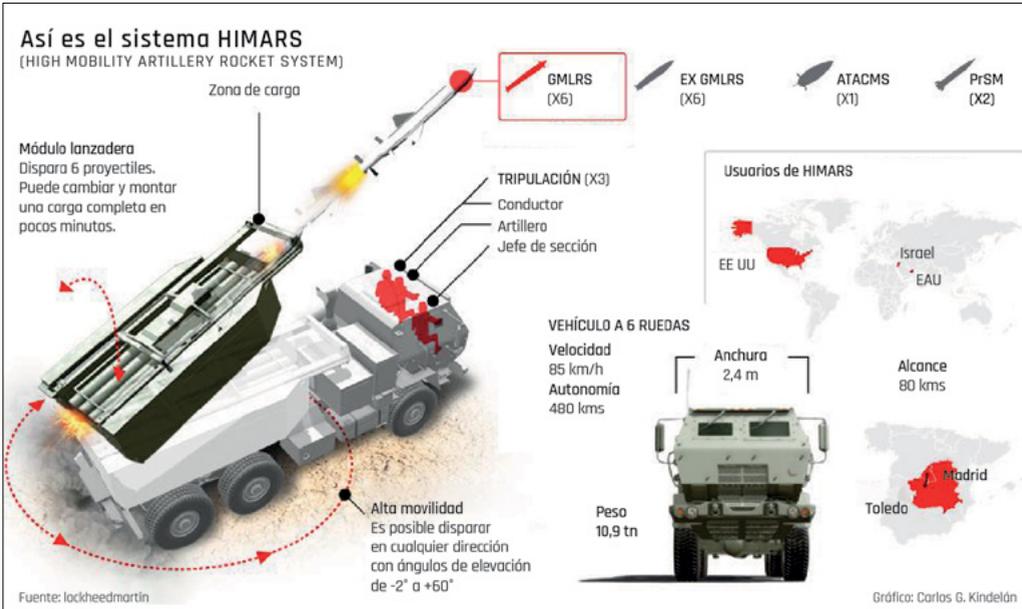
203 <https://www.newsweek.com/russia-destroys-more-100-himars-missiles-according-russian-defense-ministry-1728549>

204 <https://www.msn.com/en-gb/news/world/ukraine-strikes-russian-command-post-in-donbas-using-himars-video/ar-AAYUezt>

205 <https://www.state.gov/u-s-security-cooperation-with-ukraine/>

206 Entregados por RUGB (UK).

FIGURA 32: HIGH MOBILITY ARTILLERY ROCKET SYSTEM (HIMARS).



depósitos de munición, lo que había hecho disminuir la intensidad del fuego de artillería ruso y ralentizado su avance”.²⁰⁷ El citado ministro agregó también: “Ucrania necesita 50 HIMARS más para detener el avance de las tropas rusas y otros 100 para lanzar una contraofensiva exitosa”.²⁰⁸

La pregunta que se hacen los expertos como Phillips O’Brien, profesor de Estudios Estratégicos de St Andrews University, es que “si bien resulta magnífico tener muchos HIMARS, también hay que pensar en las toneladas de municiones que hay que tener disponibles para ellos y la presión que esto genera sobre los que fabrican los cohetes”.²⁰⁹

Tal vez el más renombrado de los ataques realizados con HIMARS por Ucrania, ocurrió el 02Ene23 cuando fueron disparados 6 cohetes guiados sobre una instalación militar rusa en la ciudad de Mariivka (Donetsk) y como resultado del ataque murieron 63 soldados rusos y hubo 300 heridos, así como la destrucción de 10 Vehículos. Al parecer, próximo a la instalación existía un importante depósito de municiones, que explotó también como consecuencia del ataque, lo que provocó un inusi-



Fuente: C. Kindelón / US Marine Corps. Cp D. Massieperez

207 https://www.economist.com/europe/2022/07/13/ukraines-new-rockets-are-wreaking-havoc-on-russias-army?utm_medium=cpc_adword_pd&utm_source=google&ppccampaignID=19495686130&ppcadID=&utm_campaign=a.22brand_pmax&utm_content=conversion.direct_response_anonymous&gclid=CjQKCQjw8qmhBhCIARIsANAtbofd1d-t66gqrJPAMEerNYKMhvntsjwrvNkMzm5W4qTRY94g-ATVe4aAttNEALw_wcB&gclid=aw.ds

208 <https://www.bbc.com/news/world-62512681>

209 <https://www.bbc.com/news/world-62512681>

tado número de bajas, según informaron autoridades rusas.²¹⁰ El resultado de esta acción, realizada incluso con los cohetes “*menos poderosos*” que puede operar el sistema HIMARS, permite apreciar el valor que para Ucrania tiene disponer de misiles de mayor efecto letal y alcance.

Se ha entregado a Ucrania un sistema con grandes potencialidades, que a la fecha se emplea parcialmente, limitado al alcance del “*más básico*” de los vectores que opera el GMLRS²¹¹ con 80km.

Si bien se trata de un extraordinario aporte que supera con creces el alcance de todos los sistemas de artillería de tubo que dispone Ucrania y también a los de su categoría disponibles por Rusia, este último *conoce los alcances* de las armas de su oponente, sabe *cuántas plataformas* se han entregado y conoce además, las restricciones que EUA ha impuesto para enviar vectores de mayor alcance como parte de la ayuda.

Además, Rusia hace minucioso trabajo de Icia para localizar la posición de estos lanzadores, adecuando a ello la ubicación de sus propios medios, tratando así que los HIMARS no puedan batirlos por encontrarse fuera de alcance. Y esto se transforma entonces en una debilidad para Ucrania.

Relacionado con este punto, un artículo interesante sobre el tema, de John Hardie y otros, titulado “*Countdown to counteroffensive: Give Ukraine ATACMS before it’s too late*”²¹², hace referencia a que “*no debería demorarse la entrega a Ucrania de ATACMS y GBSDB, capaces de atacar objetivos de importancia en la profundidad del territorio ocupado por Rusia, con la finalidad de destruir sus armas y dañar sus líneas de abastecimiento, porque ello podría facilitar a éste último retomar su ofensiva*”.

Y continúan diciendo: “Kiev no puede darse el lujo de esperar tanto tiempo, Cada día que pasa, Rusia, causa más muertes y destrucción, afianza su control sobre los territorios ocupados y se prepara para una ofensiva a gran escala que probablemente comenzará en las próximas semanas”.²¹³

M140 ATACMS (Army Tactical Missile System).²¹⁴ Origen: EUA. Si bien este Sistema de Misiles aún no ha sido aún entregado a Ucrania, nos pareció de interés citarlo porque el **M140 ATACMS** puede ser operado desde cualquiera de las dos plataformas M270 MLRS y las M142 HIMARS que describimos anteriormente y están en servicio en Ucrania.

Este Misil Balístico de Corto Alcance (*SRBM*) de 610mm de diámetro, motor de combustible sólido de una etapa, con un alcance de 165/300 km, un peso de 1321/1673 kg y una cabeza de guerra de 160/560kg según las versiones,²¹⁵ supera en todos los aspectos a cualquiera de los sistemas de artillería de tubo, cohetes y misiles disponibles actualmente en Ucrania.

Puede ser configurado con distintos tipos de cabeza de guerra, desde la EF, Cargas Múltiples (CM), Antitanque y de Extrema Precisión (Block 1 A).²¹⁶ Esta última porta una cabeza de guerra unitaria de 160kg, combina el guiado GPS de las otras versiones con un guiado inercial INS, lo que le permite obtener un precisión de 10-50m CEP.²¹⁷ En servicio en EUA desde 1986, tuvo su bautismo de fuego en la Guerra del Golfo Pérsico (1991).

Ya citamos las razones que han motivado que EUA y NATO resuelvan no entregar aún a Ucrania

210 https://apnews.com/article/kyiv-russia-ukraine-war-vitali-klitschko-86fd573ab5703957663fd40a5ec8d2a6?utm_campaign=dfn-ebb&utm_medium=email&utm_source=sailthru&SToverlay=2002c2d9-c344-4bbb-8610-e5794efcfa7d

211 <https://www.lockheedmartin.com/en-us/products/guided-mlrs-unitary-rocket.html>

212 <https://breakingdefense.com/2023/02/countdown-to-counteroffensive-give-ukraine-atacms-before-its-too-late/>

213 <https://breakingdefense.com/2023/02/countdown-to-counteroffensive-give-ukraine-atacms-before-its-too-late/>

214 <https://missilethreat.csis.org/missile/atacms/>

215 HE, HEF, Submuniciones y Atan. Fuente: <https://missilethreat.csis.org/missile/atacms/>

216 <https://missilethreat.csis.org/missile/atacms/>

217 CEP: Circular Error Probability.

este sistema, pese a que la única limitación que existiría entre la provisión y el empleo, sería el tiempo de capacitación específica a las dotaciones de la plataforma.

Analistas del conflicto y su evolución, así como expertos en sistemas de armas, expresan opiniones encontradas respecto a la entrega de un sistema como el ATACMS, con ese alcance, precisión y poder destructivo.

Los ***que tienen reservas*** respecto de la provisión de ATACMS a Ucrania, manifiestan.²¹⁸

- > Es un sistema de armas escaso dentro de los stocks de EUA, que debería reservarse para el caso de una confrontación mayor “*entre pares*”, de EUA y NATO con otra potencia como podría ser China o Rusia.
- > La disponibilidad en Ucrania de un sistema de misiles de mayor alcance provistos por la NATO, con la capacidad de batir objetivos vitales dentro del territorio ruso, podría ser considerado por las autoridades de ese país, como una “amenaza a la integridad de la Nación”. Esto incrementaría el riesgo de una escalada mayor y la amenaza siempre latente de la “opción nuclear”, de consecuencias impredecibles una vez iniciada.

Lo ***que están a favor*** de la futura provisión, expresan.²¹⁹

- > Unas pocas docenas de ATACMS a Ucrania no afectarían los stocks, por tratarse de un efecto que se ha empleado poco en los últimos años, de los que se han producido miles y aún se siguen fabricando. Además, EUA tiene previsto el reemplazo de estos misiles por el más moderno y de mayor alcance y precisión PrSM,²²⁰ para el cual hay presupuestos plurianuales asignados y se encuentran en plena producción.
- > Dotar a Ucrania de la capacidad de atacar núcleos logísticos, bases aéreas e instalaciones de Defensa Aérea, o Puestos de Comando dentro de las zonas ocupadas hoy por Rusia en el Donbas, como Mariupol e inclusive Crimea, resultaría relativamente fácil para los ATACMS con su alcance de 300km y además la variedad de configuraciones de cabeza de guerra que el sistema permite, desde HE, Atan y CM.²²¹

Solo el tiempo y la forma en que evolucione el conflicto, permitirán confirmar cual de los puntos de vista resultaba el más acertado. Mientras tanto, Ucrania siempre estará en notoria desventaja por falta de medios y alcance, en un estrategia netamente defensiva, enfocada en tratar de mini-

FIGURA 33: M140 ARMY TACTICAL MISSILE SYSTEM (ATACMS) LANZADO DESDE M270 MLRS.



Fuente: Missile Threat. US Army

218 <https://www.fdd.org/analysis/2023/02/14/give-ukraine-atacms-before-its-too-late/>

219 <https://www.fdd.org/analysis/2023/02/14/give-ukraine-atacms-before-its-too-late/>

220 PrSM (Precision Strike Missile)

221 High Explosive – Antitanque – Cluster Munitions

mizar los daños producidos por bombardeos masivos de mayor alcance sobre zonas pobladas e infraestructura crítica de su propio territorio.

GLSDB (Ground Launched Small Diameter Bomb): Una solución de bajo costo para incrementar el alcance de los sistemas lanzadores HIMARS.²²²

Mencionamos anteriormente que la ayuda proporcionada hasta ahora por EUA y RUGB en el área de Cohetes de artillería, se ha limitado a los cohetes guiados GMLRS con un alcance de 80km y que son disparados desde las plataformas M270 y HIMARS. Y también citamos que Ucrania requiere insistentemente la necesidad de disponer de misiles tácticos con alcances superiores, que puedan ser disparados desde las plataformas citadas.

Las empresas *BOEING (USA)* y *SAAB (Suecia)* aportaron una posible solución de bajo costo a esa limitación en alcance y precisión. La misma consiste en la adaptación de una bomba de uso aéreo, para su lanzamiento desde una plataforma terrestre móvil. Se trata de un desarrollo conjunto entre las empresas citadas, que fue ensayado en el 2014 y aprobado en test de campo en 2017.

El mismo avanzaba *“sin demasiada prisa”* ni requerimientos formales hasta ahora, pero que con la guerra en Ucrania ha recibido un renovado impulso, motivado por las necesidades urgentes de asistencia militar a ese país.²²³

El concepto del proyecto, se basa en aprovechar los stocks de Bombas de Uso Aéreo GBU-39 (SDB–Small Diameter Bomb) que dispone EUA y ensamblarlas con los Motores Cohete M26 de uso terrestre, de los que también existen enormes cantidades en stock.

Al sistema se lo ha denominado “Ground Launched Small Diameter Bomb” (GLSDB).

Detalles del proyecto GLSDB. Basicamente sus componentes son:²²⁴

- > GBU-39 Small Diameter Bomb (SDB):²²⁵ Es una bomba Guiada de Precisión, con un peso de 113 kg. Cabeza de Guerra: 16 kg (EF, Penetradora y Atan) Insensitive Munition certificada. Sistema de guiado por GPS/INS cuyos datos son cargados previo al lanzamiento, con módulo de CME, Anti-jamming y otros, con capacidad de operar “Todo tiempo”. Lanzado desde aeronave F-15E puede alcanzar objetivos a más de 70km, ya que dispone de un par de alas plegables que le permiten planear y mejoran su sustentación. En servicio operativo desde 2006, Boeing ha fabricado para la US Air Force unas 24.000 SDB y los stocks existentes están en condiciones de ser aprovechados.
- > M26 Motor Cohete: Es el motor cohete básico del sistema MLRS, de los cuales existen unas 350.000 unidades en depósitos. Desde 2008 se encuentran bajo análisis y estudios, para el aprovechamiento y reemplazo de sus componentes, así como la verificación del estado del propulsante, para su probable “desmilitarización” por obsolescencia.²²⁶

El resultado del conjunto es un Vector Guiado de bajo costo, sumamente versátil, capaz de entregar con un buen grado de precisión, una carga explosiva de 16kg a una distancia de 150km.

Y que además puede ser disparado individualmente o en salvas de 6/12, según sea la plataforma

²²² <https://www.fie.undef.edu.ar/ceptm/?p=11635>

²²³ <https://www.fie.undef.edu.ar/ceptm/?p=11635>

²²⁴ https://www.boeing.co.kr/resources/ko_KR/Seoul-International/2015/GLSDB.pdf

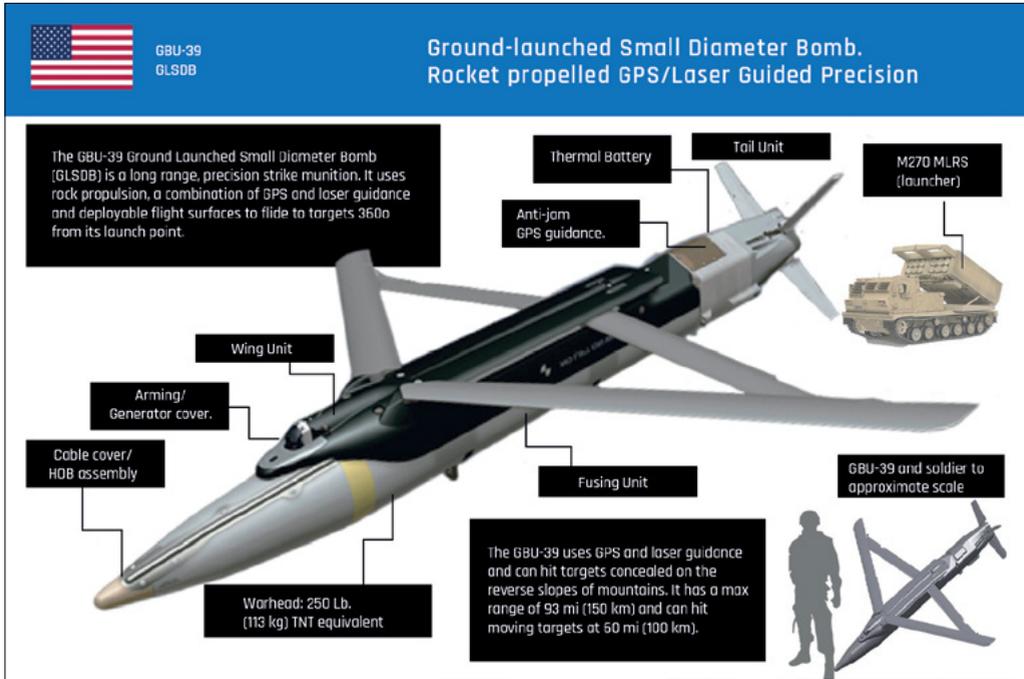
²²⁵ <https://www.af.mil/About-Us/Fact-Sheets/Display/Article/104573/gbu-39b-small-diameter-bomb-weapon-system/>

²²⁶ https://www.army.mil/article/68558/dac_designs_equipment_to_demil_obsolete_motor_rockets

HIMARS o M270 MLRS empleada.²²⁷

Pero que como afirman los expertos *J. Hardie* y *Bowman*, también “*puede ser disparada des-*

FIGURA 34: GROUND LAUNCHED SMALL DIAMETER BOMB(GLSDB). UNA SOLUCIÓN DE BAJO COSTO PARA INCREMENTAR EL ALCANCE DE LOS SISTEMAS LANZADORES HIMARS.



de Lanzadores no tradicionales”, instalando los “pods” en la caja de carga de un camión convencional. Esta es otra opción disponible, que incluso permite “disimular” el sistema como parte de una columna de camiones de transporte, resultando así difícil su ubicación y destrucción”.²²⁸

Los citados autores afirman además que: “Una de las grandes ventajas de GLSDB es que la munición y el motor cohete ya existen en los arsenales de EUA. Y la industria solo necesita integrar la munición y el cohete, sin necesidad de tener que desarrollar una nueva línea de producción”.²²⁹



Fuente: Thedrive.com – Chuck Pfarer

²²⁷ Video del GLSDB. <https://youtu.be/5mUU1SUDeAo>

²²⁸ <https://breakingdefense.com/2022/12/send-the-ground-launched-small-diameter-bomb-to-ukraine/>

²²⁹ Idem anterior.

En Nov2022 Boeing y SAAB realizaron la propuesta al Pentágono²³⁰ para fabricar GLSDB, cuya provisión demandaría un tiempo no inferior a 9 meses. Esto permitiría dotar a Ucrania con armas en capacidad de batir blancos hasta 150 km de distancia, de manera muy precisa, lo cual duplicaría el alcance de las armas hoy disponibles.

El 31ene23, el Pentágono (EUA) anunció un nuevo paquete de ayuda militar por US\$ 2.000 M, que incluye los fondos asignados a *Boeing/SAAB* para fabricar una cantidad no determinada de GLSDB, que deberían estar disponibles para su entrega a mediados de 2023.²³¹

Este caso del GLSDB que describimos solo a modo de ejemplo, nos muestra como las urgencias y la escasez de insumos críticos que todo conflicto conlleva, reúnen a *los tecnólogos, los usuarios, los logísticos y la industria*, para encontrar soluciones factibles y convenientes, en tiempo, costos e infraestructura, que permitan resolver un problema crítico y urgente.

El Motor Cohete M26 está disponible en los stocks²³² y la Bomba Guiada GBU-39 cuesta alrededor de US\$40.000, obteniendo con ello un costo del conjunto relativamente bajo debido a la facilidad para obtener los componentes. Esto hace que desde la solicitud del efecto hasta la entrega del mismo, el tiempo para la industria puede ser relativamente corto y aceptable.

Una Solución Tecnológica que para Ucrania significa, disponer en el corto plazo de *"Mas Fuegos Precisos de Largo Alcance"*, imprescindibles para el desarrollo de sus operaciones.

MISILES HIPERSÓNICOS

Haremos mención brevemente a otra de las Tecnologías Emergentes y potencialmente Disruptivas que están siendo mencionadas reiteradamente en la guerra entre Rusia y Ucrania. Y en relación a ello, nos hacemos algunas preguntas:

¿Alguno de los países empleó **Sistemas de Armas Hipersónicas**? ¿Qué características tienen?
¿Fue el conflicto de Ucrania el **"bautismo de fuego de los Misiles Hipersónicos"**?

El término *"Armas / Misiles Hipersónicos"* es suficientemente conocido en el ámbito de defensa a nivel global y desde hace varios años, se difunde abundante información acerca del avance de los proyectos específicos, que algunos países llevan adelante.²³³

Vamos a aclarar ¿A que nos referimos cuando hablamos de *"Hipersónico"*?: Según la definición del *"Military Standardization Handbook – Glossary of guided Missile Technology"* (1966) DoD EUA²³⁴, Hipersónico es aquel objeto que se desplaza a muy alta velocidad, entendiéndose por ello velocidades superiores a **MACH 5** (1.72km/s). O sea velocidades superiores a 5 veces la velocidad del sonido.

EUA, China, Rusia y en menor escala **India** (Asociada con Rusia), llevan adelante programas de I&D de gran escala, específicamente relacionados con los Vectores Hipersónicos de empleo militar.

Todos estos países, buscan alcanzar la supremacía y posicionarse en una situación ventajosa sobre sus eventuales oponentes.

También otros países como **Australia, Alemania, Francia, India, Japón, Corea del Norte y Corea del Sur**, llevan adelante sus propios programas relacionados con la aplicación de Tecnologías Hipersónicas en sistemas de misiles, aunque aún en escala más modesta.²³⁵

230 <https://www.reuters.com/business/aerospace-defense/100-mile-strike-weapon-weighed-ukraine-arms-makers-wrestle-with-demand-sources-2022-11-28/>

231 <https://www.reuters.com/world/us-readies-2-1bn-plus-ukraine-aid-package-with-longer-range-weapons-sources-2023-01-31/>

232 Y en proceso de revisión para ser eventualmente Discontinuados y Desmilitarizados.

233 Se puede consultar el sitio web del Centro de estudios de prospectiva Tecnológica Militar "GRMosconi" <https://www.fie.undef.edu.ar/ceptm/?s=hipersonicos>

234 Fuente: Military Standardization handbook – Glossary of guided Missile Technology" (1966) Dpto Defensa de EUA. <http://www.everyspec.com>.

235 Fuente: JAPCC. Journal edition Nro 24 (2017)- H.L Besser, D. Gogge, M. Huggins, A. Shaffer, D. Zimper- "Hypersonic Vehicles: game changers for a future warfare?".

Las *Armas Hipersónicas* se presentan como una nueva categoría de sistemas letales, diseñados para ser capaces de atacar en un *tiempo escaso, maniobrando* a velocidades extremas y penetrando los sistemas de Def Ae existentes, disminuyendo así los tiempos y la capacidad de respuesta del oponente ante un ataque.

El primer elemento diferenciador de todo vehículo hipersónico es su *Velocidad*, aspecto que impulsa desde hace décadas, el interés de los países por explorar sus variados campos de aplicación en el ámbito militar, en especial su empleo como medio letal.²³⁶

Además, si a ese vector extremadamente veloz le agregamos *Maniobrabilidad*, podemos afirmar que nos encontramos ante un sistema capaz de presentarse como una amenaza con un enorme potencial disruptivo, capaz de penetrar los recursos de defensa aérea actualmente disponibles.

Un misil hipersónico que se desplaza a 5 veces la velocidad del sonido o más (> MACH 5) y que además puede maniobrar en su trayectoria, incorpora en un solo arma la formidable combinación de: *Velocidad – Supervivencia – Alcance – Maniobrabilidad – Letalidad*.²³⁷

Tipos de Misiles Hipersónicos:

Existen tres tipos de tecnologías aplicadas a los “*Sistemas de Misiles Hipersónicos*”.

Air-breathing Hipersonic Weapon (Hipersonic Cruise Missile - HCM):²³⁸

Los proyectos que avanzan en el área de los “*Supersonic Combustion Ramjet*” (SCRJ), emplean el mismo concepto de propulsión aplicado en los Misiles de Crucero, pero en éste caso con motores denominados “*Air-breathing*”²³⁹.

Si bien el principio de funcionamiento del *Scramjet* es relativamente simple en su concepción, su puesta en ejecución en régimen hipersónico es muy compleja y plantea una cantidad de desafíos. Por esa razón, la *integración adecuada* de la estructura y el sistema de propulsión de cualquier vehículo aéreo que vuele en régimen hipersónico, son críticas para poder alcanzar altos niveles de rendimiento.

Tal vez el *mayor desafío tecnológico* que presenta la tecnología de vuelo hipersónico, es el *manejo adecuado de las temperaturas extremas* propias de la operación del sistema²⁴⁰.

Por ello, en todos los programas que se llevan adelante, las investigaciones asociadas al empleo y desarrollo de nuevos materiales, capaces de soportar exigencias termomecánicas extremas durante largos períodos de tiempo, resultan una prioridad.

Los programas de desarrollo de estos vectores, en el caso de EUA y Rusia, se orientaron desde los inicios a su empleo mediante *lanzamiento desde plataformas aéreas*, capaces de operar en régimen supersónico. Esto permite que al desprenderse del aeronave, el misil ya se esté desplazando a velo-

236 <http://190.12.101.91/jspui/bitstream/1847939/1622/1/TEC1000%202018%20Tecnolog%c3%adas%20disruptivas%20en%20los%20fuegos%20de%20precisi%c3%b3n%20de%20largo%20alcance%20lrpf.pdf> Ver pag

237 <http://190.12.101.91/jspui/bitstream/1847939/1622/1/TEC1000%202018%20Tecnolog%c3%adas%20disruptivas%20en%20los%20fuegos%20de%20precisi%c3%b3n%20de%20largo%20alcance%20lrpf.pdf> Ver Pag 75

238 <http://190.12.101.91/jspui/bitstream/1847939/1622/1/TEC1000%202018%20Tecnolog%c3%adas%20disruptivas%20en%20los%20fuegos%20de%20precisi%c3%b3n%20de%20largo%20alcance%20lrpf.pdf> Ver Pag 79

239 “Air-breathing.”: Se trata de motores jet que emplean el aire ambiente para obtener el oxígeno necesario para el proceso de combustión. El aire que ingresa por la parte frontal, es comprimido e impulsado hacia la cámara de combustión, donde adecuadamente combinado con el propelente, genera gases que son expulsados a grandes velocidades por una tobera en la parte posterior, generando así la fuerza propulsiva necesaria para impulsar el vector.

240 Fuente: N. Carolina AT&T Univ / Michelin America. H. Lindsay, F. Ferguson, H. Apdin. “Hypersonic vehicle construction & Analysis”. H. Lindsay, F. Ferguson, H. Apdin.

ciudad supersónica y solo resta entonces, acelerarlo con un “booster” que el mismo misil lleva, para alcanzar de esa manera la velocidad hipersónica deseada. Ejemplo de esta familia son los misiles rusos 3M22 - Zircon.

Boost Glide Vehicle - Hypersonic Glide Vehicle (HGV):²⁴¹

Son vehículos hipersónicos que *no disponen de propulsión propia*. Normalmente son lanzados desde plataformas terrestres, empleando un cohete que cumple las funciones de “booster”, que le permite al conjunto alcanzar alturas cercanas al límite de la atmósfera (*Del orden de 100km*). Allí el HGV se separa del cohete e inicia el proceso de reentrada hacia la atmósfera.

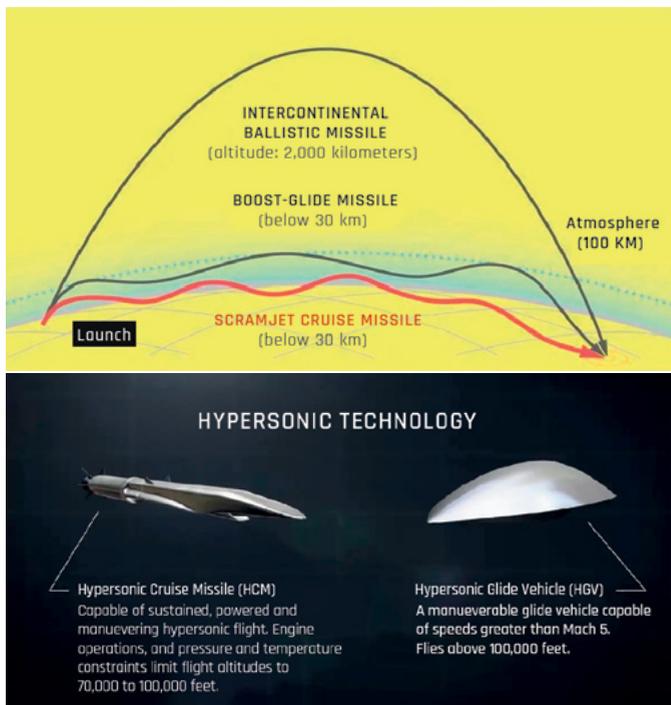
Al no disponer de ningún sistema de propulsión propio, haciendo empleo de sus excepcionales condiciones aerodinámicas, comienza un planeo (*Glide*) de descenso hacia la superficie terrestre, a velocidades de entre MACH 8 / 10 y superiores.²⁴²

Si bien el hecho de no requerir propulsión para la etapa del “Glide” significa una ventaja, lo cierto es que la transición entre ambas etapas (*Propulsión – Glide*) constituye un aspecto crítico en el desarrollo. Las condiciones en que el HGV inicia esa etapa, adecuadamente estabilizado luego de desprenderse del “booster”, determinarán su comportamiento y maniobrabilidad durante la etapa de vuelo hacia el objetivo.

Para la etapa del planeo (*Glide*) el HGV dispone de sofisticados sistemas de guiado y control, que le permiten seguir una trayectoria, que resultará impredecible para el enemigo, principalmente por su escasa “firma radar”. Tiene además la capacidad de maniobrar evasivamente, a fin de vulnerar y evitar los sistemas de defensa aérea del enemigo. Y todo ello a velocidades hipersónicas.

Todas estas características, los convierten en herramientas *verdaderamente disruptivas*, que replantean la organización y doctrina de empleo de los Sistemas de Defensa Aérea convencionales, cuyo ciclo de *detección - adquisición - neutralización*,

FIGURA 35: TRES TIPOS DE TRAYECTORIAS DE MISILES. TIPOS DE SISTEMAS DE MISILES HIPERSÓNICOS.



Fuente: News intervention – Captura Video RAND Corp

241 <http://190.12.101.91/jspui/bitstream/1847939/1622/1/TEC1000%202018%20Tecnolog%20c3%adas%20disruptivas%20en%20los%20fuegos%20de%20precisi%3bn%20de%20largo%20alcance%20lrpf.pdf> Ver Pag 81

242 La idea de emplear un cohete para impulsar un “Vehículo de re-entrada” (RV), capaz de “planear” luego en su trayectoria descendente a velocidades superiores a MACH 5, se remonta a 1930’ s, cuando esto fue propuesto por el ingeniero aeronáutico Austríaco Eugen Sanger. Fuente: <https://www.britannica.com/biography/Eugen-Sanger>

está diseñado para hacer frente a amenazas que vuelan en otros regímenes de velocidad, con trayectorias más predecibles.²⁴³

Ejemplos de este tipo de misiles hipersónicos son los HGV Yu-71(Rusia)²⁴⁴ y DF-ZF(China).

Intercontinental Ballistic Missile (ICBM)

Los enormes y muy costosos ICBM, son también Vectores Hipersónicos, con alcances de miles de kilómetros y desarrollados para una confrontación de tipo Nuclear. Buscan alcanzar grandes alturas más allá de la atmósfera, siguiendo una trayectoria impulsada y luego balística, predeterminadas. Reingresan a la atmósfera a velocidades hipersónicas, desprendiéndose el/ los vehículos de reentrada (RV), para dirigirse a su objetivo sobre la superficie.

Se trata de Tecnologías presentes desde hace décadas y suficientemente consolidadas, aunque por sus características y la devastadora carga nuclear que llevan, se mantienen aún como herramientas de disuasión entre las potencias y su empleo nunca se ha efectivizado. Y por el bien de la humanidad, se espera que ello nunca ocurra..

Existen programas de ICBM que EUA y Rusia llevan delante desde los inicios de la “Guerra Fría” y actualmente se han agregado China, Corea del Norte, RUGB e Irán entre otros.

RUSIA: EMPLEO DE MISILES HIPERSÓNICOS EN UCRANIA

Volvemos a las preguntas del inicio, ¿Alguno de los países **empleó Sistemas de Armas Hipersónicas?**

El 20mar22, a menos de un mes de iniciada la invasión, el periódico **The Guardian** publicó: *“Rusia informó el uso de su misil hipersónico Kinzhal, en dos oportunidades en la última semana, constituyendo ello el primer empleo en combate de esta nueva generación de armas. El primer ataque fue el 19mar22 cuando un Kinzhal impactó en un depósito subterráneo de municiones en el oeste de Ucrania. El segundo ataque destruyó un depósito de combustibles cerca de Mykolaiv, el 20Mar22. Los misiles hipersónicos Kynzhal que están diseñados para su lanzamiento desde jets de combate como el MIG-31K, son capaces de maniobrar en el aire para evitar la intercepción”*.²⁴⁵

Teniendo en cuenta que solo uno de los dos países enfrentados (Rusia), tiene programas desarrollo de misiles hipersónicos y que desde hace años, sus autoridades afirman ser *“el único país”* de los que desarrollan estos sistemas, que tiene un arma hipersónica en estado operativo, los expertos reconocen que las armas empleadas son *“armas hipersónicas”*. No obstante, expresan también con suficientes argumentos, que no puede considerarse al Kinzhal, como el desarrollo más destacado entre los programas de armas hipersónicas hoy vigentes. Algunos expertos afirman además, que por las imágenes que se han difundido del sistema, posee características muy similares al ISKAN-DEK-M, versión más modernizada de ese misil.

¿Fue el conflicto de Ucrania el **“bautismo de fuego de los Misiles Hipersónicos”**?

De confirmarse el empleo de misiles hipersónicos por parte de Rusia en el escenario de la invasión a Ucrania, el ataque del 19mar22 puede ser considerado como *“el primer empleo de un misil hipersónico en operaciones de guerra, realizando ataques sobre objetivos enemigos”*.

08Ago22. Ukrinform: *“Rusia empleó misiles Hipersónicos de uso aéreo Kh-47 Kinzhal (Dagger) contra blancos en la región de Vinnytsia. El Cdo FA de Ucrania anunció que se trata de un nuevo tipo de mi-*

243 <http://190.12.101.91/jspui/bitstream/1847939/1622/1/TEC1000%202018%20Tecnolog%c3%adas%20disruptivas%20en%20los%20fuegos%20de%20precisi%3%b3n%20de%20largo%20alcance%20lrpf.pdf> (Pag 81)

244 El Yu-71 es un Hiperonic Glide Vehicle, parte del proyecto 4202 Ruso que tiene por objetivo el desarrollo de una cabeza de Guerra hipersónica para su empleo en el ICBM “SARMAT”. Fuente: <https://nuclearnetwork.csis.org/hypersonic-hysteria-examining-hypersonic-hammer/>

245 <https://missiledefenseadvocacy.org/missile-threat-and-proliferation/todays-missile-threat/ukrainian-war-updates/>

siles que Rusia tiene en servicio desde 2018, aunque unas pocas docenas de ellos se han disparado.. El Kh-47 dispone de una cabeza de guerra de 500kg y desarrolla velocidades entre 3.500 y 12.000km/h".²⁴⁶

18Ago22. CNN: El ministerio de defensa de Rusia informó: "Las Fzas Militares rusas desplegaron tres jets de combate MIG-31K con misiles hipersónicos Kinzhal en la región de Kaliningrado, como parte de medidas adicionales de su estrategia de disuasión".²⁴⁷

Kh-47 M2 KINZHAL (Dagger):

Fabricante: KBM Colomna. Se trata de un "misil balístico hipersónico", con un motor cohe-te de combustible sólido, para ser lanzado desde aeronaves. Presentado en el 2018 y conocido además "Dagger", expertos en el área mencionan que se trata de una modificación del Misil ISKANDER para su empleo desde plataformas aéreas. Puede portar cabezas de guerra de 500kg, tanto convencionales como nucleares. Su guiado es INS con asistencia GNSS Glonass, empleando además sistemas ópticos en su fase terminal. Según fuentes rusas alcanzaría velocidades entre MACH 6/10 y tiene capacidad de ejecutar maniobras en todas las fases de su trayectoria de vuelo.²⁴⁸

Emplea como plataformas de lanzamiento al interceptor MIG-31K "Mikoyan" (En servicio) y al bombardero estratégico Tu-22 M3, ambos con un techo operativo cercano a 60.000pies (18.300m). La velocidad supersónica (hasta MACH 2.8) del MIG-31 en el cual está en servicio actualmente, permiten un

FIGURA 36: MISIL HIPERSÓNICO DE LANZAMIENTO AÉREO KH-47 M2 "KINZHAL", (RUSIA).



²⁴⁶ <https://missiledefenseadvocacy.org/missile-threat-and-proliferation/todays-missile-threat/ukrainian-war-updates/>

²⁴⁷ <https://missiledefenseadvocacy.org/missile-threat-and-proliferation/todays-missile-threat/ukrainian-war-updates/>

²⁴⁸ Respecto a la velocidades cercanas a MACH 10, expertos y analistas occidentales son escépticos acerca de esos valores y consideran que se trata de una exageración / sobreestimación propia de la propaganda rusa. No obstante ello, se estima que alcanzaría velocidades muy elevadas. Fuente: <https://www.defensenews.com/pentagon/2018/03/02/as-putin-touts-hypersonic-weapons-america-prepares-its-own-arsenal-will-it-be-in-time/>.

óptimo desempeño del vector, que al desprenderse del aerona- ve ya está volando a velocidad supersónica.

Se estima que el misil tendría un alcance de 1000km, que sumados a la autonomía propia de las aeronaves superior a los 2000km desde el *MIG-31* y mayor aún en caso del *Tu-22*, le otorgaría al sistema un alcance total de 3.000km.

Todo ello permite disponer de un arma lanzada desde gran altura y a miles de km, que se desplaza a velocidades extremas y que puede maniobrar en vuelo. Que resulta muy difícil de detectar y neutralizar en su fase final autónoma, con capacidad letal para destruir objetivos vitales como los portaaviones de potenciales enemigos, así como atacar objetivos específicos empleando cargas nucleares de las denominadas “*low-yield*”²⁴⁹.

Además, la posibilidad de llevar un misil hipersónico en la condición “*Stand-off*” para ser lanzado desde aeronaves, le otorga al sistema un mayor factor sorpresa. Esto es debido a la dificultad para discriminar con antelación, que tipo de ataque que está en curso y que tipo medios letales lleva el vector (*Conv / Nuclear*), hasta una distancia en la cual, aunque la amenaza pueda ser detectada, resulte imposible interceptar al misil.

Rusia afirmó en Mar 2018 que ya había desplegado 10 *MIG-31K*, adaptados y equipados con misiles *Kinzhal* en algunas de sus fronteras, a fin de someterlos a pruebas reales en condiciones de combate.²⁵⁰ Como ya mencionamos, su primer empleo en operaciones militares habría sido el 09mar22 y siendo luego utilizado en numerosas oportunidades. Hasta fin del 2022, fuentes de EUA estimaban que se habrían empleado entre 10 y 12 *Kinzhal* mientras que un informe del Ministerio de defensa de Ucrania citaba el lanzamiento de 15 de estos misiles en ese período. Pese a la “*niebla de la guerra*” que hace dificultoso obtener información exacta de este tipo de temas, en cualquiera de los casos estas tecnologías han comenzado a estar presentes en el campo de batalla actual.

El 09mar23 Rusia lanzó un ataque masivo con misiles y drones, considerado el más numeroso desde el inicio de la invasión, sobre zonas residenciales e infraestructura crítica, en distintas regiones de Ucrania. En el mismo se emplearon 81 misiles de diferentes tipos, de los cuales solo pudieron neutralizarse 34, por parte de las Def Ae de Ucrania. Participaron en el 6 (seis) *Kinzhal*, ninguno de los cuales destruido, los que alcanzaron sus objetivos con efectos devastadores.

Como particularidad de este ataque, junto a los misiles participaron 8 (ocho) drones “kamikaze” *Shahed-136* de origen Iraní, de los cuales 4 fueron derribados.²⁵¹

Respecto a este ataque, Douglas Barrie, investigador del IISS²⁵² expresó: “*Lo que ellos (Rusia) le están presentando al defensor (Ucrania), son decenas de misiles y drones atacando al mismo tiempo,*



Fuente: CEEI - Captura video MoD Rusia

249 Low yield warhead: Cabeza de guerra de bajo rendimiento. Se suele denominar así a aquellas cabezas con carga nuclear cuyo efecto, particularmente el nuclear, es de menor poder / escala.

250 <https://www.defensenews.com/pentagon/2018/03/02/as-putin-touts-hypersonic-weapons-america-prepares-its-own-arsenal-will-it-be-in-time/>.

251 <https://apnews.com/article/ukraine-russia-war-kyiv-odesa-kharkiv-40714ec02d628a95458594da6ba8a80e>

252 IISS. International Institute of Strategic Studies

desde múltiples direcciones, altitudes y velocidades. Y simplemente se vuelve muy difícil defenderse simultáneamente de todo eso”²⁵³

La discusión acerca *si el Kinzhal es o no un misil hipersónico* seguirá y es muy posible que se trate de una adaptación del ISKANDER-M para su lanzamiento desde aeronave. Este último, en su formato de lanzamiento terrestre y trayectoria balística, también alcanza en su etapa final velocidades hipersónicas. Por lo que, lanzado desde gran altura desde una plataforma supersónica como el MIG-31, impulsado además por un “booster” al desprenderse del aeronave, seguramente alcanzará velocidades hipersónicas en la etapa final de su trayectoria.

Por ello, más allá de las consideraciones y opiniones, aún de confirmarse que el Kinzhal es una versión modificada para lanzamiento aéreo del ISKANDER, lo realmente destacable es la capacidad e inventiva que los tecnólogos e ingenieros rusos siguen mostrando, en su esfuerzo para mejorar sistemas ya desarrollados y suficientemente probados, adaptándolos a nuevos usos y funciones aún en situaciones de escasez de recursos.

Además y tal vez uno de los aspectos más destacados, es que este misil por su capacidad de portar cabezas de guerra de uso dual (Conv–Nuclear), incrementa el stock de herramientas alternativas que dispone Rusia para el uso de la tan temida “*Opción Nuclear*”.

Finalmente, la amenaza potencial que representa el posible empleo de armas nucleares, que lanzadas desde bombarderos Tu-22 pueden alcanzar blancos hasta 3.000km, particularmente en escenarios de conflicto como el Europeo, es considerado por los expertos como una poderosa herramienta de disuasión disponible dentro del arsenal de armamento de Rusia.

3M22 ZIRCON (Tsirkon):²⁵⁴ Desarrollado y fabricado por NPO *Mashinostroyeniya*, se trata de un misil de crucero hipersónico (HCM) diseñado especialmente para misiones “*antibuque*” y que puede ser empleado desde plataformas aéreas, así como navales de superficie y submarinas.

Con propulsión de dos etapas: la primera un “booster” de combustible sólido y la segunda un motor del tipo “scramjet”, el alcance del misil se estima en 500km (*Vuelo a bajo nivel*) y 750km en trayectoria semi-balística, aunque las fuentes oficiales rusas afirman 1000km.²⁵⁵ Dispone de un sistema de guiado por radar activo y pasivo. No se disponen datos respecto a su grado de precisión.

En Abr 2017 se realizaron ensayos de lanzamiento desde buques y se informó que el Zircon había alcanzado una velocidad de MACH 8, todo un record para un vector de este tipo.²⁵⁶ El objetivo del programa era finalizar la etapa de evaluaciones y proceder a la instalación de los misiles en los Cruceros de Batalla con *propulsión nuclear* “*Clase Kirov*” en 2022.

En esos buques, el Zircon complementaría los sistemas de armas de la plataforma con otros misiles S-S como el supersónico “*Onix*” y el subsónico “*Kalibr*”, ya con años en servicio y probados en combate.

Con la evolución de la guerra en Ucrania y al mismo tiempo, el apremio en la carrera por el despliegue operacional de Armas Hipersónicas entre las grandes potencias, en Ene 2023 Rusia anunció el despliegue en el Mar Negro de su misil hipersónico antibuque Zircon,²⁵⁷ con la misión de participar en operaciones defensivas en el marco de su denominada “*Operación Militar Especial*”.

253 <https://www.wsj.com/articles/russias-hypersonic-missile-strikes-on-ukraine-raise-stakes-for-new-weapons-ea3b2e15>

254 <https://missiledefenseadvocacy.org/missile-threat-and-proliferation/missile-proliferation/russia/3m22-zircon/>

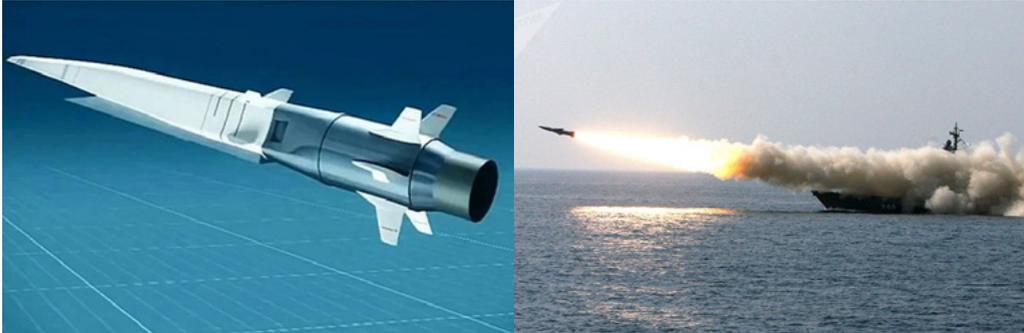
255 <https://missiledefenseadvocacy.org/missile-threat-and-proliferation/missile-proliferation/russia/3m22-zircon/>

256 [HTTPS://TASS.COM/DEFENSE/941559](https://tass.com/defense/941559)

257 <https://worldcrunch.com/focus/what-is-a-hypersonic-missile>

En este caso, el Zircon está siendo operado desde la fragata misilística “*Admiral Gorshkov*”, una familia de modernos buques en servicio desde 2018 en la flota rusa. Este buque tiene también la capacidad de disparar diferentes SRBM, Misiles de Crucero subsónicos y supersónicos, a lo que se agrega ahora la capacidad de operar Armas Hipersónicas.

FIGURA 37: MISIL HIPERSÓNICO 3M22 “ZIRCON” (REPRESENTACIÓN ARTÍSTICA) Y SU LANZAMIENTO DESDE FRAGATA MISILÍSTICA “ADMIRAL GORSHKOV”. (RUSIA).



Fuente: Naval news – Rusia MoD

Se trata del primer despliegue operacional de este moderno buque, que ha incorporado ahora el misil Zircon a sus sistemas de armas y tal como ha expresado el presidente ruso, “*no existe sistema defensivo en ninguna flota del mundo que sea capaz de neutralizar este tipo de armas*”.²⁵⁸

Además, la presencia de misiles hipersónicos como el Zircon, ahora incorporados en estado operacional en modernos buques de la flota rusa, constituyen una seria amenaza para plataformas navales y en especial los portaaviones de las flotas de EUA y la NATO.

La evolución de las operaciones futuras en Ucrania, seguramente traerá noticias acerca de los resultados obtenidos del primer empleo en combate del Zircon. Por ahora, solo han sido desplegados como una poderosa *herramienta de disuasión creíble*, que desaliente a terceros a participar en esta contienda.

MISILES HIPERSÓNICOS: CONCLUSIONES

En este conflicto solo una de las partes (Rusia), ha puesto sus misiles hipersónicos a participar de las operaciones. Ucrania no dispone de ellas ni tampoco desarrollos en curso en el área. EUA y los países de la NATO que apoyan a Ucrania, tampoco tienen aún en servicio estas armas, en condiciones operativas para entregarlas como parte de la ayuda militar.

Todo ello coloca a Rusia en posición ventajosa, teniendo en cuenta además que Ucrania posee escasos Sistemas de Defensa Aérea suficientemente avanzados y con capacidades adecuadas, como podrían ser los Sistemas *Patriot* o *AEGIS*, para hacer frente a esta amenaza verdaderamente disruptiva. Tampoco los sistemas de Def Ae más modernos como los mencionados, han sido probados “*en combate*” en un conflicto de alta intensidad, para neutralizar amenazas como los Misiles Hipersónicos.

Tanto el *KINZHAL* como el *ZIRCON*, resultan productos todavía escasos, que Rusia seguramente reservará para misiones específicas. Los *KINZHAL* han sido empleados, aunque en pequeñas can-

258 <https://www.fie.undef.edu.ar/ceptm/?p=11657>

tidades (*Unas pocas decenas de unidades*) y se verificó su efectividad, tanto en ataques individuales sobre objetivos puntuales, como en ataques masivos combinados que incluyeron drones letales, además de misiles de todo tipo.

Rusia ha utilizado los *KINZHAL* en ataques selectivos, no solamente para “testearlos” en situaciones reales de guerra, sino además para dejar testimonio de “*ser la primera de las Potencias (EUA-China-Rusia) que compiten en el área de hipersónicos, en emplear en situación de combate estas revolucionarias armas*”.

Respecto del *ZIRCON*, a Abr 2023, estos misiles no se han empleado aún, pero se encuentran desplegados en estado operativo en las modernas fragatas de la flota rusa.

Este país se ha encargado de encargado desde 2018 de difundir cada uno de los ensayos realizados y ahora, a publicitar su despliegue operacional “en apresto” y en misiones exclusivamente defensivas, esperando la oportunidad de utilizarlo contra algún buque de la flota de Ucrania, que por razones obvias, no está en condiciones enfrentar un desafío como ese.

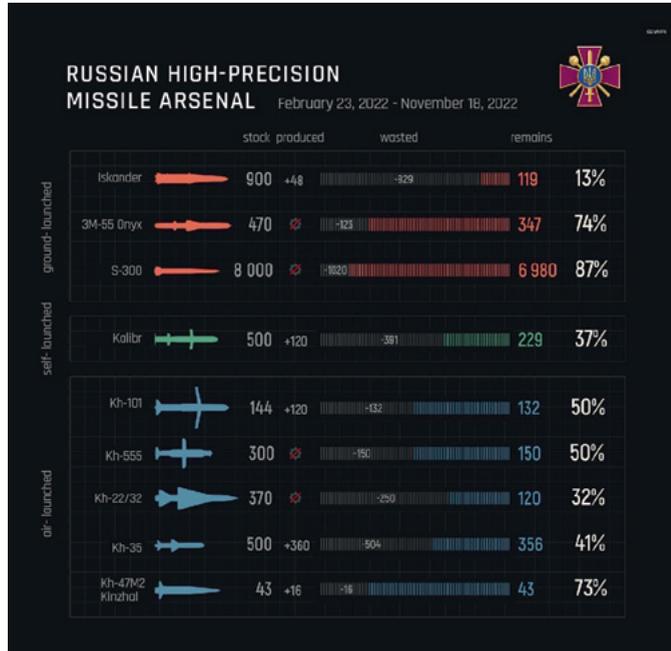
Y complementariamente, disuadir a los aliados de Ucrania (*NATO* y *EUA*) para que se abstengan de intervenir directamente con sus unidades navales. Porque ello pondría en una situación de evaluación extrema, a las capacidades reales de los más modernos sistemas de Defensa Aérea actuales.

En resumen y según la información de difusión pública disponible, tanto *EUA*, *China* y *Rusia* avanzan aceleradamente en sus *Programas de Armas Hipersónicas*.

Si bien *EUA* es quien lleva adelante los más ambiciosos programas de desarrollo en el área de hipersónicos, invirtiendo desde hace años cuantiosos recursos económicos en ello, *Rusia* y *China* son los que han alcanzado importantes avances concretos en los últimos años, estando al parecer más próximos a su despliegue operacional. En el caso de *Rusia*, ya tiene sistemas en estado operativo y está aprovechando la situación de conflicto para demostrarlo.

Por último, estas armas se presentan como de “*doble uso*” (*Conv/Nuclear*), lo que considerando que pueden ser disparados desde distancias relativamente cortas,²⁵⁹ agregan un nuevo elemento de incertidumbre, que puede generar enorme tensión en la frágil situación de estabilidad estratégica global y entre Regiones o países. Los tiempos de reacción se acortan dramáticamente,²⁶⁰ lo que pue-

FIGURA 38: INFORMACIÓN SOBRE MISILES DE PRECISIÓN FABRICADOS, EN STOCK Y UTILIZADOS POR RUSIA EN ESTE CONFLICTO.



Fuente: MinDef Ucrania a Nov22

²⁵⁹ Solo cientos de km frente a los miles de km de los ICBM (Misiles Balísticos Intercontinentales)

²⁶⁰ Un misil volando a MACH 5 y lanzado desde 500km, tardaría solo 5 minutos en alcanzar su objetivo.

de dar lugar a errores de interpretación acerca del tipo y carácter real de la amenaza en curso (Conv / Nuclear), que en escasos minutos alcanzará su objetivo.²⁶¹

LOS SISTEMAS AÉREOS AUTÓNOMOS LETALES: Nuevos Actores Claves que aportan capacidad de ataque y su contribución al dominio del espacio aéreo cercano. (UCAS - LM).

“Libia, Nagorno-Karabakh y también Siria nos acaban de mostrar, que si una fuerza desplegada no es capaz de proteger su espacio aéreo, entonces el uso a gran escala de UAV’s, puede hacer la vida extremadamente peligrosa”²⁶².

Justin Bronk. Air Force Research.
Royal United Services Institute (RUSI).

Hace más de una década, comenzaron a tener una destacada participación los UAS con capacidades letales, denominados UCAS²⁶³. En servicio activo en países como EUA, Rusia, China e Israel entre otros, se trataba de sistemas complejos, de gran costo y de altas prestaciones, reservados para operaciones especiales de relevancia estratégica, estando su empleo limitado a misiones ejecutadas bajo la orden expresa de altas autoridades. Entre los más conocidos en servicio en EUA podemos citar al MQ-1 “Predator”²⁶⁴, que cumplió cientos de acciones letales normalmente operando misiles A-S de extrema precisión y letalidad como el *AGM-114 “Hellfire”*.

Pero ya en conflictos como el de Afganistán, Siria y Nagorno-Karabaj, los UCAS comenzaron a proliferar y se multiplicaron las acciones aéreas de ataque, donde como citamos anteriormente, sistemas como el *Bayraktar TB-2* de Turquía, demostró su utilidad como herramienta letal y multiplicador de fuerzas para quién las dispone.

Particularmente en el escenario de la invasión de Rusia a Ucrania, las defensas aéreas de ambos países se han mostrado altamente eficientes en su misión de denegación del dominio del espacio aéreo al enemigo. Especialistas afirman que ha llamado la atención que Rusia, con la cantidad, variedad y disponibilidad de plataformas aéreas disponibles, no haya podido “dominar los cielos” desde los primeros días, pese a la abrumadora disparidad de poder relativo entre fuerzas aéreas frente a Ucrania.²⁶⁵ Esto ha sido particularmente grave para las aeronaves con misiones de apoyo aéreo cercano, en las cuáles la letalidad de la Def Ae & Mis de ambas partes, integradas adecuadamente, ha resultado extremadamente efectiva.

Ambos países han perdido entre 60/70 aeronaves,²⁶⁶ lo que limitó enormemente el empleo masivo de esos medios para sostener las operaciones en tan vasto territorio. Rusia debió limitar el empleo de sus plataformas aéreas, utilizando bombarderos que lanzan desde distancias seguras sus misiles de Crucero y otros de gran alcance.

El Grl US Air Force James Hecker, durante su exposición en el “Air and Space Force Association’s Air Warfare Symposium” expresó: *“En la lucha en Ucrania, las defensas aéreas integradas*

²⁶¹ <https://www.nytimes.com/2020/01/02/opinion/hypersonic-missiles.html>

²⁶² Justin Bronk. Air Force Research. Royal United Services Institute (RUSI).

²⁶³ Unmanned Combat Aerial System.

²⁶⁴ General Atomics

²⁶⁵ <https://mwi.usma.edu/seven-initial-drone-warfare-lessons-from-ukraine/>

²⁶⁶ <https://www.airandspaceforces.com/ukraine-has-lost-60-aircraft-taken-down-70-in-russian-invasion-hecker-says/#:~:text=AURORA%2C%20Colo,Air%20Force%20commander%20for%20Europe.>

han hecho que muchas aeronaves resulten inútiles y por esa razón es que no están volando en muchos lugares"²⁶⁷.

Por su parte el *US Air Force Chief of Staff Gen CQ Brown* afirmó: "Todos estamos aprendiendo de los actuales eventos en Ucrania. Desde una perspectiva militar, estamos prestando especial atención a como procedieron las fuerzas rusas inicialmente y de qué manera reaccionaron las fuerzas de Ucrania. Y aunque esto no es algo nuevo, nos permite reafirmar claramente el valor de la superioridad aérea y que en realidad la misma nunca está garantizada".²⁶⁸

Esa "Superioridad aérea" que ninguna de las partes alcanzó, contribuyó para que los sistemas UAS/UCAS proliferaran y pasaran a tener un lugar predominante como amenaza aérea más directa para las FFTT.

Se suele comentar que la guerra en Ucrania, es tal vez uno de los primeros conflictos de gran escala, en el que una gran variedad de pequeños drones (UAS) de todo tipo, han terminado aportando extraordinarias capacidades y muchas lecciones aprendidas en relación con el combate moderno.

Se observa que los blindados, los sistemas de artillería y radares, así como Puestos de Comando, Comunicaciones y GE, los tienen catalogados como una de sus principales amenazas.

Por esta razón y como parte de las "lecciones aprendidas" a la fecha, el desarrollo e incorporación de sistemas C-UAS²⁶⁹ constituye hoy para el Pentágono, una prioridad para sus organizaciones militares.

La máxima Autoridad de la fuerza terrestre de EUA, "*US Secretary of the Army*" *Christine Wormut*, expresó recientemente: "Los drones y otros sistemas aéreos no tripulados nos plantearán desafíos importantes, y es por ello que estamos buscando modernizar nuestros sistemas de defensa aérea y antimisiles".²⁷⁰

Por su parte, el *TC Tyzon Wetzel* escribió para el Atlantic Council: "Los errores cometidos por Rusia enseñan a USA y sus aliados, la necesidad de poner especial atención en destruir las defensas aéreas móviles durante las operaciones..... Y entender la importancia de implementar estrategias C-UAS, porque resulta claro que relativamente económicos UAS y UCAS, permiten a las partes desplegar gran cantidad de aeronaves en un ámbito de superioridad aérea disputado, para conducir ataques de extrema precisión".²⁷¹

En abril de 2022 la empresa China DJI suspendió la totalidad de sus ventas de productos tanto a Rusia como a Ucrania.²⁷² Pero sus drones, en especial los populares y económicos de la "familia MAVIC" ya habían sido adquiridos y muchos estaban en uso, tanto por particulares como "hobbystas" militares, los que empezaron a emplearlos.

Y aunque no estén armados con capacidades letales, las tropas han aprendido el temor que genera escuchar el sonido característico sobre sus cabezas. Ese sonido alerta y advierte, que uno mismo puede ser localizado y adquirido como blanco, presagio de un inminente ataque de artillería o de drones letales.

267 https://breakingdefense.com/2023/03/in-ukraine-fight-integrated-air-defense-has-made-many-aircraft-worthless-us-air-force-general/?utm_campaign=BD%20Daily&utm_medium=email&_hsmi=2492565418_hsync=p2ANqtz_dFlc4jWME5PbrUzaktiz7Z3AIPG4Wye-OY2V-SK1geE7zVeTJzVmBl6imIdc1smtca-jieWtgA_QYXmQXnqy--rBGMQ&utm_content=249256541&utm_source=hs_email

268 <https://www.airandspaceforces.com/kendall-brown-address-question-of-nuclear-weapons-in-ukraine/>

269 C-UAS: Counter Unmanned Aerial Systems.

270 <https://breakingdefense.com/2022/10/armys-wormuth-wants-emerging-tech-to-strengthen-indo-pacific-logistics/>

271 <https://www.atlanticcouncil.org/content-series/airpower-after-ukraine/ukraine-air-war-examined-a-glimpse-at-the-future-of-air-warfare/>

272 <https://www.technologyreview.com/2023/01/30/1067348/mass-market-military-drones-have-changed-the-way-wars-are-fought/>

Asimismo, otra de las particularidades de las guerras modernas, es que muchas acciones son filmadas y difundidas por todos los medios disponibles del atacante, como parte de las operaciones de acción psicológica propias.

A continuación, describimos algunos los sistemas autónomos letales (UCAS y LM) disponibles por ambas partes.

UNMANNED COMBAT AERIAL SYSTEMS (UCAS)

Cuando el 14Nov01 EUA disparó por primera vez un misil desde un MQ-1 “Predator” para neutralizar líderes de la organización Al Qaeda, quedó claro que “la forma de hacer la guerra había cambiado”.²⁷³

Desde ese momento el empleo tradicional de UAS en misiones ISR de apoyo a las operaciones, fue rápidamente madurando y migrando en el caso de algunas plataformas, hacia el empleo alternativo en acciones de ataque, en la categoría de los UCAS (*Unmanned Combat Aerial Vehicle*).

Aún son pocos los países que dominan las tecnologías necesarias para el desarrollo y la producción de UCAS. Se trata de plataformas autónomas capaces de efectuar el lanzamiento de pequeños misiles y bombas guiadas, pero que además mantienen su capacidad esencial de realizar ISR como los UAS de su categoría. Los países que disponen de la capacidad de producir y comercializar UCAS, con sistemas probados y validados en operaciones militares, son: *EUA, Rusia, China, Israel, Turquía, Irán, Pakistán, entre otros*²⁷⁴.

Originalmente, los UCAS se emplearon para acciones letales de carácter táctico o estratégico, dirigidas desde el más alto nivel de conducción y llevadas adelante por los grandes sistemas como el MQ-1 “Predator” (USA) ya mencionado y otros. Se trataba de acciones muy selectivas, para neutralizar por líderes de organizaciones terroristas o personalidades “objetivo”, normalmente ejecutadas en países remotos y todo ello controlado por un operador a miles de km del lugar de la acción.

El empleo de esas tecnologías reservadas solo para las grandes potencias y destinadas a su empleo en conflictos asimétricos y contra elementos insurgentes, llevó a pensar que este tipo de armas no tendrían un rol relevante en pequeños conflictos regionales, entre fuerzas militares regulares.

Sin embargo, algunos países como *Israel, Turquía, Irán* y otros, entendieron no solo la relevancia que tendrían en el futuro, sino que además se abría un extraordinario mercado global y demanda de estos sistemas letales. Y esto se verificó en conflictos como el de Siria, Libia, Nagorno-Karabaj más recientemente.

Israel es uno de los países que ha apostado decididamente a I&D en éste área, disponiendo actualmente de una completa gama de productos, desde UAS, UCAS y también últimamente “*Loitering munitions*” (LM).

Cabe destacar también el caso de *Turquía*, que por similitud a Israel, desarrolló una poderosa infraestructura de I&D y producción, para disponer de sus propias flotas de UAS y UCAS, e implementando una agresiva política comercial, para la venta de saldos productivos de equipamiento bélico.

Podemos decir además que en ambos casos, se vieron favorecidos por la posibilidad de acceso a recursos y tecnología de países occidentales.

En el caso de Israel, por su alianza estratégica global con EUA. En el caso de Turquía, por las ventajas que le otorgó su condición de miembro de la NATO desde 1954. Estas facilidades le permitieron alcanzar más rápido y de manera más sustentable, la capacidad de producción de los sistemas que mencionamos en éste trabajo. En los últimos años Turquía demostró en combate las capacidades de

273 <https://www.technologyreview.com/2023/01/30/1067348/mass-market-military-drones-have-changed-the-way-wars-are-fought/>

274 <https://nation.com.pk/07-Dec-2020/the-use-of-drones-by-azerbaijan>

sus productos, empleándolos en Siria contra los blindados del régimen de Bashar Al-Assad. Y también en Libia contra las fuerzas del General Kalifa Haftar²⁷⁵.

Se ha mostrado además, la capacidad de Turquía en este creciente “*nicho de mercado*” en el ámbito de Defensa. Su producto estrella, el *TB-2 “Bayraktar”* confirmó en Nagorno Karabaj (NK) sus antecedentes y prestigio, ganados antes en escenarios de guerra. Algo similar ocurrió con Israel y el magnífico desempeño de sus “*Loitering Munitions*”(LM), con sistemas como el “*HAROP*” que fue una de las novedades tecnológicas más destacadas en ese conflicto.

Nos pareció interesante transcribir una opinión del “*Diario Washington Post*” relacionado con el empleo de UCAS en el conflicto de NK: “*Nagorno-Karabakh se ha convertido en el más poderoso ejemplo de la manera en que, pequeños y relativamente económicos drones de ataque, pueden ser capaces de cambiar la dimensión de los conflictos, anteriormente dominados por las batallas terrestres y el poder aéreo tradicional*”²⁷⁶.

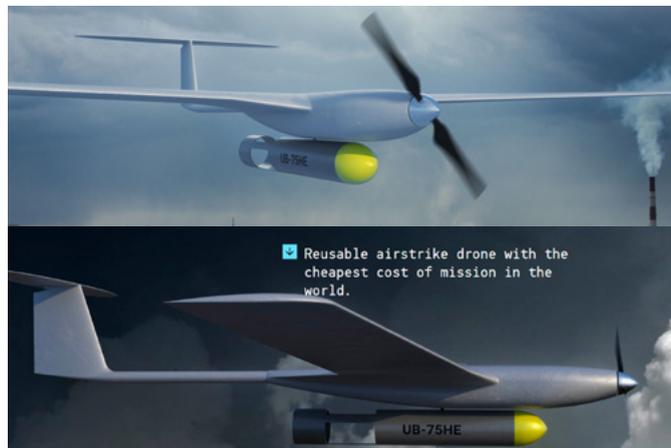
Complementando lo anterior en relación con este conflicto, *Rob Lee* experto en defensa del *Departamento de Estudios de Guerra del King's College of London*, expresó: “*Los drones han desbalanceado la relación de poder relativo entre ambos contendientes, especialmente para el lado de Azerbaiján, que ha invertido en los últimos años cuantiosos recursos económicos resultado de su riqueza petrolera, para destinarlos a mejorar drásticamente su arsenal*”.²⁷⁷

En la publicación *American Purpose*, el reconocido pensador *Francis Fukuyama* expresó “*en los recientes conflictos, los drones se han convertido en armas centrales en el campo de batalla*”²⁷⁸, citando como ejemplo el empleo de UAS y UCAS por parte de Azerbaijan en el conflicto de NK.

UCRANIA: UCAS (Unmanned Combat Aerial System)

PUNISHER:²⁷⁹ Fabricado por UA-Dynamics (Ucrania). La empresa lo había desarrollado y fabricado en el 2014 con motivo del conflicto por la anexión rusa de Crimea. Con capacidad letal, además de ejecutar misiones ISR, puede llevar una carga explosiva de 3kg y alcanzar blancos a 50km, con techo de servicio 400m. Su pequeño tamaño y facilidad de operación, hacen del mismo una herramienta ideal para fracciones aisladas en combate. Una vez lanzado, el *PUNISHER* vuela

FIGURA 39: PUNISHER - UNMANNED COMBAT AERIAL SYSTEM (UCAS).



Fuente: uadynamics.com

275 <https://www.world-today-news.com/nagorno-karabakh-the-future-of-war/>

276 <https://nation.com.pk/07-Dec-2020/the-use-of-drones-by-azerbaijan>

277 <https://www.latimes.com/world-nation/story/2020-10-15/drones-complicates-war-armenia-azerbaijan-nagorno-karabakh>

278 <https://dronears2021.com/2021/04/13/francis-fukuyama-drones-become-central-battlefield-weapons/>

279 <https://uadynamics.com/>

con otro dron que lo acompaña, el “*Spectre*”, el que realiza tareas de reconocimiento e identifica los objetivos a batir.

Desde la empresa *UA Dynamics* señalan que “*El Punisher ha llevado a cabo con éxito al menos 60 misiones de drones contra las tropas rusas desde que comenzaron su invasión*”.²⁸⁰

BAYRAKTAR TB-2: El *BAYRAKTAR Tactic Block 2 (TB-2)* es un desarrollo de *BAYKAR Defence*, la mayor compañía turca líder en el desarrollo y fabricación de UAS y UCAS, con más de 20 años en el rubro. Se trata de un UCAS de altitud media pero de gran alcance, que ejecuta con gran eficiencia misiones ISR, pero además dispara pequeños misiles guiados con efectos devastadores sobre blancos puntuales. Como resultado de su empleo exitoso en escenarios de combate como Nagorno Karabaj, Siria y Libia, muchos países demandan incorporar estos sistemas aéreos autónomos de combate, entre los que se ha destacado notablemente *Bayraktar TB-2*.

Tuvo su vuelo inicial en 2014, siendo capaz de realizar una travesía de 24hs alcanzando un techo de servicio de 27.000 pies y una altura de empleo operacional de 18.000 pies. Al año siguiente el TB-2 fue equipado con sistemas de armas y realizó miles de horas de vuelos de ensayo, para validar su desempeño.

FIGURA 40: UCAS BAYRAKTAR TB-2.



Fuente: oryxspioenkop.com

Fuente: baykardefence.com

Sus principales características son:²⁸¹

El TB-2 es capaz de permanecer en vuelo hasta 27 hs, con un techo de servicio de 12.000m. Su capacidad de carga útil es de 150kg, pudiendo llevar sistemas de armas “*Made in Turquía*”. Ellos son los micro misiles guiados por Laser Semiactivo MAM-C²⁸² de 70mm diámetro, peso de 6.5kg con carga explosiva, y el MAM-L²⁸³ de 160mm diámetro, peso de 22kg, con opción de Carga Hueca en tándem o Termobárica. Puede llevar 4 misiles combinando ambas versiones, con un alcance de hasta 8 y 14 km respectivamente. Los misiles son desarrollados y fabricados por la compañía Turca *Roketsan*, que dispone de una muy variada y moderna cartera de productos.²⁸⁴ Relacionado con estos misiles

²⁸⁰ https://www.ondacero.es/noticias/mundo/the-punisher-dron-ucraniano-que-esta-castigando-tropas-rusas-ucrania_20220310622a4a27f635520001515e45.html

²⁸¹ <https://baykardefence.com/uav-15.html>

²⁸² <https://www.roketsan.com.tr/en/product/mam-c-smart-micro-munition/>

²⁸³ https://www.roketsan.com.tr/en/?current_ajax_id=28¤t_ajax_page_type=product

²⁸⁴ https://www.roketsan.com.tr/en/?current_ajax_id=undefined¤t_ajax_page_type=product

para ser operados desde plataformas UCAS, Roketsan produce además el MAM-T, (94kg) carga explosiva, 230mm diámetro y un alcance de 30Km. Se estima que este modelo de misil no fue empleado en el conflicto de NK.

El TB-2 dispone además de equipamiento para misiones ISR: Intercambiable Electro-optic / Infrared / Laser Designation (EO/IR/LD) o Multi Mode AESA Radar.

La integración en la misma plataforma de la capacidad ISR, con la munición fabricada por la empresa turca *Roketsan*, convierten al sistema en un arma aérea indispensable para operaciones en el marco táctico. El TB-2 puede adquirir el blanco, marcarlo con su Láser y realizar el ataque preciso con sus 4 misiles, todo ejecutado desde la misma plataforma y supervisado por un operador desde la Ground Control Station.²⁸⁵

Despega y aterriza en una pista. Carga Máxima de despegue: 650Kg. Velocidad crucero: 130 km/h. Envergadura alar: 12m. Es propulsado por un motor de combustión interna Rotax, de origen Austria, con una potencia de 100hp. Lleva hasta 300 lts de combustible.²⁸⁶

Como mencionamos, se opera desde una unidad *BAYRAKTAR TB-2 GROUND CONTROL STATION*, que dispone de todo el equipamiento y servicios necesarios para operar sistemas aéreos remotos. Un vehículo transporta el módulo contenedor que cumple los requisitos NATO ACE III shelter standard. Emplea un sistema de triple banda para "*Line-on-sight*" (LOS) Control y transmisión de video²⁸⁷.

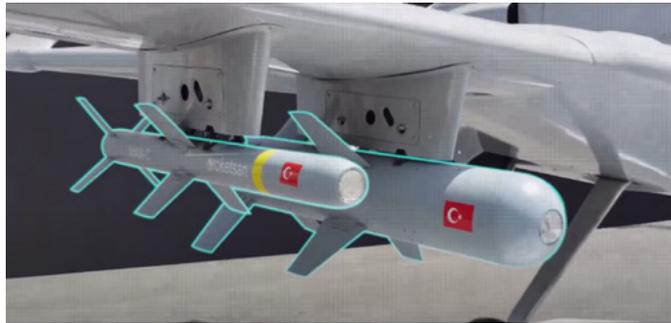
Expertos en la materia coinciden en afirmar, que durante el conflicto en NK, tal vez el más relevante de los sistemas aéreos de combate (UCAS) empleados, particularmente los operados por Azerbaij, fue el TB-2.

Como ya mencionamos, en 2014 Ucrania sufrió una severa derrota frente a Rusia en el Donbas, principalmente por el dominio absoluto del espacio aéreo por parte de su oponente. Sobre la base de lo ocurrido y la experiencia adquirida, durante los años previos a la invasión de 2022, Ucrania realizó una importante compra de *TB-2* para tratar de balancear la desventaja frente a su oponente.

Además estableció estrechas relaciones con Turquía, adquiriendo inicialmente 12 unidades en 2021, y firmando además un convenio para la fabricación conjunta de UAS entre empresas privadas de ambos países²⁸⁸.

Como expresó el experto en defensa misilística Dr Uzi Rubin en su trabajo "*UAV's in the mediterranean*": "*El Bayraktar TB-2, de dimensiones modestas, capacidades modestas pero también un precio modesto, resultó ser un óptimo entre capacidades y costos, para un sistema de su categoría*".²⁸⁹

FIGURA 41: MISILES GUIADOS POR LÁSER SEMIACTIVO MAM-C Y MAM-L.



Fuente: roketsan.com

²⁸⁵ <https://baykardefence.com/uav-15.html>

²⁸⁶ <https://baykardefence.com/uav-15.html>

²⁸⁷ <https://baykardefence.com/uav-15.html>

²⁸⁸ <https://www.defensemirror.com/feature/56/How-Turkey-s-Bayraktar-Drones-Became-an-International-Success#Y6NrSPrMLIV>

²⁸⁹ <https://jiss.org.il/en/rubin-uavs-in-the-skies-of-the-mediterranean/>

Por su parte, J. Rogers, profesor asociado del Instituto de Estudios Avanzados de la Guerra en Dinamarca, expresó: “*El Bayraktar TB-2 es el primer sistema UAS al que pueden acceder con pocas restricciones los pequeños y medianos países*”.

Finalmente, la publicación MIT Technology Review seleccionó al “*Mercado Masivo de Dones Militares*” como una de las **Top 10 Tecnologías Innovadoras del 2022**, citando como ejemplo más relevante en ese rubro al Bayraktar TB-2 y afirmando: “*El aeronave de origen turco TB-2, ha expandido dramáticamente el rol de los drones en la guerra*”. Y expresa además: “*Las ventajas tácticas son claras. Lo que es tristemente claro también, es que estas armas tendrán un alto costo en vidas de poblaciones civiles de todo el mundo*”.²⁹⁰

Drones Comerciales modificados para su empleo como UCAS

La variedad y tipo de drones de uso civil, convertidos en UAS / UCAS de empleo militar es grande y muchas veces no existe información confiable sobre ello. Pero resulta de interés destacar que, la conversión de sistemas aéreos autónomos comerciales de uso civil, de servicio, trabajo o esparcimiento, a sistemas militares letales, si bien ha incrementado las ventas de drones de uso civil, ha motivado serios reclamos y controversias. Las mismas provienen de organizaciones que abogan por la prohibición y control de los drones aéreos, tendientes a evitar la proliferación de los mismos y especialmente, su modificación y adaptación para el empleo como sistema letal.

Uno de los casos es el del DJI MATRICE 300 RTK.²⁹¹

DJI MATRICE 300 RTK:²⁹² Origen: China. Empresa: DJI. Drone del tipo cuadricóptero. Peso Max: 6.3kg. Carga útil: 2.7kg. Veloc max: 23m/s. Autonomía: 50 min. Techo servicio: 5.000m. Opera con GNSS: GPS / GLONASS / Galileo / BeiDou. Distancia Transmisión Max: 15km.

Equipamiento y capacidades: Marcando un objeto a la vista de la cámara o en mapa, los algoritmos avanzados de fusión de sensores calculan inmediatamente sus coordenadas. La ubicación del sujeto se comparte automáticamente con otro sistema remoto o con plataformas en línea como DJI FlightHub.

Identifica y sigue sujetos en movimiento como personas, vehículos, etc, con la función “*Smart Track*”, mediante el que se aplica el zoom automático para un seguimiento y visualización constantes. Dispone de sistemas de redundancia para vuelos más seguros, permitiendo mantener sostener la ejecución de misiones críticas en curso.^{293 294}

En Ago2022 Ucrania adquirió 78 drones de este tipo y los presentó como parte del “*ARMY of Drones Project*”.²⁹⁵ Por sus características, pueden ser adaptados para portar pequeñas cargas letales que contribuyan al esfuerzo del combate, aún en menor escala.

Este tipo de modificaciones y otros destinos de de empleo militar de los productos, han motivado que empresas como *DJI* y *AUTEL Robotics*, emitan comunicados oficiales, aclarando enfáticamente la posición de las empresas, contrarias a la utilización de los UAS que comercializan, con finalidad de empleo militar y particularmente letal.²⁹⁶

290 <https://www.technologyreview.com/2023/01/09/1064892/mass-market-military-drones-tb2-10-breakthrough-technologies-2023/>

291 https://u24.gov.ua/news/uwc_drones

292 <https://djistore.com.ar/matrice-300-rtk/>

293 https://youtu.be/p_NZ2ya-OfU

294 https://youtu.be/V-4Om_4n998

295 <https://gagadget.com/en/236009-books-for-curious-mind/>

296 https://www.autelrobotics.com/articledetail/807.html?clid=CjOKCQIAjbagBhD3ARIsANRqEvsMJITVRfPIEv8MgfYy40EO-jAABb3WHKSQWj_h3x3DvjYirwuSFp60aAvZ6EALw_wcB

FIGURA 42: DJI MATRICE 300 RTK. SISTEMA ADQUIRIDO POR LAS FFAA DE UCRANIA Y UTILIZADO EN MISIONES ISR Y COMO UCAS.



Fuente: technologyreview.com

Fuente: dji.com

Solo a modo de ejemplo, el 16mar23 se publicó una noticia²⁹⁷ en la que soldados ucranianos, habían derribado con fuego de sus fusiles un dron comercial ruso MUGIN-5, equipado con un mecanismo improvisado para el lanzamiento de un artefacto explosivo. El MUGIN-5 es fabricado por la compañía china *MUGIN Limited*, cuyos productos son de la categoría de los denominados “Alibaba drones”. De la inspección técnica de los restos, se pudo verificar que tenía incorporado un dispositivo fabricado con “Impresión 3D”, que permitía lanzar pequeños artefactos explosivos²⁹⁹. Si bien en esta oportunidad el dron era utilizado por Rusia, durante 2022 ese país también había denunciado a Ucrania por utilizar MUGIN-5 para atacar una refinería en la región de Rostov.³⁰⁰

En síntesis, todos los usos son posibles para los drones comerciales y ambos países hacen empleo de su máximo ingenio y los recursos disponibles, para “*vencer en la guerra*”.

Ataque de Ucrania con UCAS en la profundidad del territorio ruso.³⁰¹

El 05Dic22, dos bases aéreas rusas en Engels y en Dyagilevo, recibieron ataques de drones de largo alcance lanzados por Ucrania. Según los expertos, los sistemas empleados serían los *Tu-141* “*Strinzh*”, antiguos UAS remanentes de la Ex URSS desarrollados originalmente para misiones ISR.

Fueron discontinuados por Rusia en 1989, pero en 2014 Ucrania los “resucitó”, realizando actualizaciones en su electrónica y adaptándolo para llevar cargas letales, que le permitan alcanzar objetivos a cientos de km, como si fuera un misil de crucero gracias a su propulsión Turbojet.³⁰²

Si bien el MinDef Ruso minimizó los efectos reales del ataque, lo cierto es que se trataría del una respuesta letal concreta por parte de Ucrania, a objetivos en la profundidad del territorio ruso (Las bases atacadas se encuentran a unos 500km de la frontera entre ambos países).

Cabe destacar sin embargo, que se trata de equipamiento con cierto grado de obsolescencia, por lo que Rusia podría rápidamente implementar contramedidas de Def Ae adecuadas para neutralizarlos.

²⁹⁷ <https://english.nv.ua/nation/poland-busts-russian-spy-ring-50311106.html>

²⁹⁸ Es una plataforma online mayorista de comercio “business to business” (B2B) se conectan para hacer compras y ventas a nivel internacional.

²⁹⁹ Se recuperó el artefacto explosivo improvisado

³⁰⁰ <https://www.20minutos.es/noticia/5110243/0/asi-es-el-dron-alibaba-la-aeronave-de-fabricacion-china-que-se-comprar-en-internet-y-se-esta-usando-en-la-guerra-en-ucrania/>

³⁰¹ <https://www.fie.undef.edu.ar/ceptm/?p=11518>

³⁰² <https://medium.com/war-is-boring/ukraine-resurrects-soviet-era-super-drones-3403f80c51ba>

FIGURA 43: TU-141 "STRINZH". ANTIGUO UAS DE LA EX URSS UTILIZADO POR UCRANIA PARA REALIZAR ATAQUES EN PROFUNDIDAD DEL DISPOSITIVO RUSO.



Fuente: eurasiatimes.com

Fuente: medium.com

RUSIA: UCAS (Unmanned Combat Aerial System)

ORION-E:³⁰³ Origen: Rusia. Desarrollado por la empresa JSC Kronstadt. Estos drones del tipo MALE (*Medium Altitude Long Endurance*) y empleados principalmente en misiones ISR, incorporan ahora capacidades letales.

Presentado por Rusia en la exposición internacional IDEX 2021 (Emiratos Arabes Unidos), se trata del primer dron de ataque ruso (UCAS) fabricado e integrado totalmente con componentes de ese país y destinado a la exportación, según informaron representantes de la empresa *JSC Kronstadt*.³⁰⁴

Peso máximo de despegue: 1000kg. Carga útil: 250kg. Autonomía vuelo: 30hs. Velocidad: + 200km/h. Se opera desde una estación central de vuelo que controla simultáneamente aeronaves, en misiones semi / autónomas y a comando.³⁰⁵ Puede emplear una variedad de sistemas de armas, en diferentes configuraciones.

FIGURA 44: ORION-E (UCAS) Y EL MISIL ATAN DE USO AÉREO VIKHR.



Fuente: Kronshtadt.ru

Fuente: defense-update.com

³⁰³ Компания Кронштадт | Беспилотные летательные аппараты (kronshtadt.ru)

³⁰⁴ <https://tass.ru/armiya-i-opk/10760147>

³⁰⁵ <https://www.defenseworld.net/news/30110#:~:YQBbZ71KjIU>

Con misiles Atan como el Vikhr, la performance del ORION-E puede considerarse similar a la del Wing Loong (China) o el Bayraktar TB-2 (Turquía).³⁰⁶

La necesidad de integrar una "Plataforma" (UAS) con un "Sistema Letal" (misil) motivó que el *Kalashnikov Group* (Rusia) presentara la adaptación de su misil de uso aéreo "Vikhr", para el lanzamiento desde los UCAS Orion-E. El misil está en servicio desde 1992 y fue desarrollado para su empleo Atan y lanzamiento desde helicópteros y aeronaves.

La performance del misil "Vikhr", con un alcance de 10km, su "cabeza de guerra en tándem" capaz de penetrar blindaje reactivo (ERA), además de su gran precisión por el guiado por Laser, otorgan al misil capacidades comparables a las del Misil *Hellfire*, en uso por EUA y disparado desde el MQ-9 "Reaper".³⁰⁷

Mohajer-6: Origen: Irán. Desarrollado y producido por la empresa *Qods Aeronautics Industries*, los primeros modelos de la familia "Mohajer", registran su "prueba en combate" en la guerra de este país con Irak (1980 – 88). Si bien las primeras versiones fueron destinadas a misiones ISR, pronto se los dotó de capacidad de ataque con pequeños dispositivos explosivos.

Se puede considerar un UCAS de la categoría MALE (*Medium Altitude – Long Endurance*) que tiene similares características al Bayraktar TB-2, siendo las principales: Alcance operativo: 200km. Carga útil: 100kg. Techo de servicio: 6000m. Veloc max: 200km/h. Se destaca por la capacidad de llevar armamento, tal como pequeños misiles guiados por Láser, que le otorgan un adecuado poder letal contra vehículos y pequeñas posiciones de tropas.

En el conflicto Ucrania-Rusia se menciona asiduamente al *Mohajer-6* por su participación en innumerables acciones de ataque. Estaría disponible por parte de Rusia en grandes cantidades, que los utiliza con un nuevo concepto de empleo, ejecutando ataques masivos sobre objetivos tácticos o estratégicos de interés, mediante el lanzamiento de enjambres de estos económicos sistemas, con la finalidad de desgastar y saturar las Def Ae de Ucrania.

De esta manera, Rusia se reserva para acciones futuras sus existencias de Misiles Balísticos de corto alcance (SRBM) y Misiles de Crucero, más costosos y complejos de producir, empleando en su lugar estos UCAS de bajo costo y de los que probablemente tenga provisión asegurada por parte de Irán.

Muchos *Mohajer-6* empleados por Rusia fueron derribados y al realizarse inteligencia sobre los mismos, permitió obtener información de interés, enseñanzas y conclusiones. Una de ellas es el descubrimiento que los *Mohajer-6*, emplean como propulsor el Motor Rotax 126 iS de origen austríaco, una empresa que pertenece a la corporación canadiense Bombardier Recreational Products (BRP).

Debido a que Canadá es miembro de la NATO y que además provee asistencia militar a Ucrania, el gobierno está llevando adelante una investigación para determinar, de qué manera Irán adquirió

FIGURA 45: MOHAJER-6. UCAS DE ORIGEN IRANÍ EN SERVICIO EN LAS FFAA DE RUSIA.



Fuente: eldebate.com

³⁰⁶ <https://www.defenseworld.net/news/30110#:YQBbZ71KjIU>

³⁰⁷ <https://www.defenseworld.net/news/30110#:YQBbZ71KjIU>

esos motores. Aparte del Mohajer 6, otro dron de combate iraní como el Shahed-129, emplea también motores Rotax³⁰⁸.

Finalmente, el investigador del Instituto Francés de Relaciones Internacionales (IFRI) Jean- Christophe Noel expresó: “*Los Mohajer -6 son la respuesta rusa a los TB-2 de Ucrania*”³⁰⁹

Los UCAS mencionados son solo algunos de los empleados por ambos países. Como podemos ver, no se trata de los más sofisticados ni los de mayores prestaciones (*Techo de servicio, Alcance, Autonomía, carga útil, etc*). Tampoco los más letales ni costosos disponibles en el mercado actual.

Podemos considerar al *Bayraktar TB-2* tal vez como el más relevante de los UCAS empleados y un referente en su categoría. Que continuará estando presente en este conflicto y en los futuros también.

Además, su fabricante la empresa turca *BAYKAR*³¹⁰ se ocupa de difundir profusamente las misiones exitosas en las cuales el TB-2 ha participado, lo que incrementan su abundante y creciente cartera de clientes.

Los UCAS han llegado para quedarse, como lo ha demostrado Nagorno-Karabaj y ahora la guerra Ucrania-Rusia. Como mencionamos antes, los UCAS empleados hasta ahora no son los más sofisticados ni poderosos en su tipo.

Y obviamente existe inquietud acerca de cómo podría evolucionar la situación y lo que podría ocurrir, si por EUA resuelve proveer a Ucrania sistemas como RQ-4 “Global Hawk”, RQ-9 “Reaper”, MQ-1 “Predator”, o China abastecer a Rusia de CH-5 “Rainbow”. Todos estos sistemas que tienen costos unitarios por encima de los US\$ 50 millones, pero también prestaciones y capacidades extraordinarias, que los convierten en herramientas que podrían resultar desequilibrantes en este tipo de conflicto. Estaremos atentos a cómo evoluciona la situación.

LOITERING MUNITIONS (LM)

Las denominadas “*Loitering Munition*” (LM), también conocidas como “*Municiones Merodeadoras*”, constituyen otro recurso tecnológico presente en esta guerra, pero que hicieron su aparición en 2021 y fueron empleadas con gran éxito por las fuerzas de Azerbaiján contra Armenia, en el conflicto de *Nagorno-Karabakh* (2021). Diferentes tipos de LM fueron empleadas exitosamente por Azerbaiján, causando importantes bajas a su oponente, principalmente en la destrucción de instalaciones de Def Ae y fuerzas blindadas.

Básicamente las LM son un sistema de armas en las que la munición, una vez de lanzada, realiza su vuelo con propulsión propia y permanece sobrevolando por cierto tiempo determinada zona considerada “objetivo”, realizando vigilancia y la búsqueda de blancos para que, una vez localizados y adquiridos, destruirlos de manera autónoma o a orden.

Lo que realmente define a las “*Loitering Munitions*”, es esa capacidad de sobrevolar el área objetivo por un tiempo determinado, otorgando al usuario tiempo para decidir “que” y “cuando” atacar.

Puede considerarse que son una categoría intermedia, entre los costosos y sofisticados misiles de crucero (CM) y los UAS con capacidad letal (UCAS). Pero a diferencia de los CM, las LM pueden sobrevolar durante un tiempo la zona objetivo, e incluso regresar sin haber realizado ataques.

Y se diferencian a su vez de los UCAS, en que estos últimos son plataformas aéreas que cargan y disparan misiles o bombas guiadas, mientras que las LM son ellas mismas el misil, ya que su cuerpo es el que contiene la carga explosiva.

308 <https://www.defensemirror.com/news/33468#Y8WTHvrMLIU>

309 https://www.eldebate.com/internacional/20221015/drones-iranies-ucrania-simbolo-debilidad-putin_65955.html

310 <https://baykartech.com/en/>

FIGURA 46: CONCEPTO DE EMPLEO DE LOITERING MUNITIONS.



Fuente: thinkdefence.co.uk

Tienen además la ventaja de poder ser lanzadas y operadas desde vehículos livianos. Esto le otorga al sistema gran movilidad, flexibilidad, capacidad de ocultamiento, así como breves tiempos de reacción, en especial para actuar sobre blancos que estaban ocultos y aparecen repentinamente. Estos blancos pueden estar predeterminados en la etapa de preparación de la misión y, al ser localizados y adquiridos, atacarlos lanzándose directamente sobre ellos a la manera de un misil o proyectil dirigido.

Sin embargo, también puede ocurrir que, al no hallarse los blancos previstos, el sistema pueda regresar a su base, para el acondicionamiento y nueva misión. Estas acciones, tanto las de ataque como las de retorno al origen, pueden ser autónomas o controladas por operador humano.

Las *Loitering Munitions* (LM) que están en servicio en diferentes Ejércitos, son desarrollos mucho más sofisticados que los comúnmente llamados “*drones kamikaze*” empleados por elementos terroristas, que incorporan cargas explosivas a drones comerciales de bajo costo. Aunque finalmente el concepto básico del “*medio y finalidad*”, sea el mismo: “*Dirigir una plataforma guiada, que lleva una cierta carga explosiva, hacia un blanco determinado*”.

A similitud de los misiles, se trata de sistemas consumibles, de “*un solo uso*” diseñadas para buscar sus blancos y estrellarse contra ellos. Las más modernas y sofisticadas disponen de la capacidad de abortar la misión y regresar a su origen.

El proceso de “merodeo” puede ser: 1. Dirigido por un operador; 2. Completamente autónomo con autorización para atacar determinados blancos; 3. Una combinación de los mismos.³¹¹

Las diferentes formas de lanzamiento del sistema pueden ser: Mediante un sistema de catapulta (En plataforma fija o vehicular). Mediante un tubo “tipo mortero”. O con rotores para su despegue vertical.

El tiempo que pueden estar en el aire “*merodeando*” es variable, desde los 30/60 min en los más sencillos y pequeños, hasta los sofisticados sistemas israelíes, algunos de los cuales pueden operar hasta 9 Hs.

311 <https://warontherocks.com/2022/04/loitering-munitions-in-ukraine-and-beyond/>

Las LM, con su pequeño tamaño frente a un CM o UCAS, su escasa “*firma radar*”, baja señal térmica y poco visibles, en algunos casos con motor eléctrico y por lo tanto más silenciosos, son difíciles de detectar, adquirir y destruir. Su bajo costo relativo, frente a un misil táctico o una aeronave de combate, los hace de gran interés en la guerra moderna³¹².

Las LM están siendo empleadas para operaciones puntuales en diversos conflictos desde 2010, y es a partir de ese momento, que realmente se convierten en un “nicho de interés” para la industria de defensa. Su desarrollo recibió un fuerte impulso, cuando la tecnología de sensores fue evolucionando y los UAS se hicieron cada vez más pequeños y económicos.

Desde su aparición, han realizado innumerables y variadas misiones de ataque sobre objetivos puntuales, en el marco de conflictos como Yemen y Arabia Saudita, entre otros. Incluso expertos en la materia, afirman que los países de escasos recursos han encontrado en las LM, unos modestos y pequeños “*misiles de crucero de bajo costo*”.³¹³

Y podemos considerar que eso es lo que ocurrió en el conflicto de *Nagorno-Karabakh* (NK), donde por primera vez fueron *empleados masivamente* en operaciones militares.

Demostraron ser una herramienta letal para quien la dispone y que su empleo “metódico” y bien planificado, puede desbalancear la relación de poder entre las fuerzas enfrentadas.

Particularmente en el conflicto Rusia - Ucrania, también encontramos presentes *Loitering Munitions*, algunas de las cuales mencionaremos a continuación.

Es importante destacar además, que las LM de origen israelí como los sistemas Harop, Harpy, Green Dragon o SkyStriker entre otros, que tanto éxito tuvieron en el conflicto de NK, hasta ahora no estuvieron presentes en la guerra en Ucrania.

Presencia de Loitering Munition (LM) en el conflicto

Analistas militares observan siguen con atención ahora en Ucrania, el empleo de las LM por ambas partes en los sectores donde se producen los combates y se obtienen lecciones aprendidas de su desempeño.

Ambos países desarrollan y fabrican sus propias versiones de LM y además, ambos han recibido asistencia militar de terceros países, que les proveyeron estos revolucionarios sistemas.

Describimos a continuación algunas de las **Loitering Munitions (LM)** que ambos beligerantes están empleando.

UCRANIA: Loitering Munition (LM)

Luego de la derrota del 2014 en el Donbas y la anexión de Crimea, empresas tecnológicas de Ucrania comenzaron a avanzar en el desarrollo de sistemas autónomos con capacidad letal y además, incursionar en el ámbito de las LM. Existen varias empresas así como “*Joint venture*” de ellas, que ofrecen sus productos a las FFAA de Ucrania y además presentan los mismos en exposiciones internacionales.

Citaremos dos LM destacadas que se producen en Ucrania y publicitan desde 2019, que estarían siendo utilizadas.

Mencionamos además, algunas LM que han sido provistos a por diversos países, como parte de la Asistencia Militar.

312 <https://nationalinterest.org/blog/reboot/loitering-munitions-terrifying-military-threat-future-182246>

313 <https://nationalinterest.org/blog/reboot/loitering-munitions-terrifying-military-threat-future-182246>

RAM II:³¹⁴ Origen Ucrania. Desarrollo conjunto de varias empresas de ese país con experiencia en UAS y sistemas de empleo militar, como CDET y DEVIRO Co, entre otras. Basado en el UAV LELEKA-100 de la empresa DEVIRO, RAM II combina la experiencia en desarrollo de UAV's, con la capacidad de emplear cargas explosivas, ambas características en un sistema LM efectivo y de bajo costo.

Para ser lanzado desde catapulta, es comparable en sus capacidades al *SwitchBlade 600* (EUA). Alcance: 30km. Tiempo de vuelo: 40min en misiones de LM y 150min en misiones ISR. Peso: 9.8kg. Opciones cabeza de guerra: 4kg /2.5kg (HEAT – Termobárica – EF). Altura vuelo: 1.000m. Dispone de cámara Full HD giroestabilizada y zoom 10X. El sistema de lanzamiento requiere solo 10 min de preparación previa.

Incorpora "data link" encriptado y un motor eléctrico de baja firma acústica, lo que maximiza su supervivencia y efectividad. Si es interferido por algún sistema electrónico, retorna al punto de partida y desciende con paracaídas.

Algunos informes indican que habría sido desplegado en combate e incluso ha destruido un sistema de misiles antiaéreo ruso SA-8 "OSA" en la región de Kherson.³¹⁵

FIGURA 47: RAM II. LOITERING MUNITION



Fuente: eurasiatimes.com

ST-35 Silent Thunder:³¹⁶ Origen: Ucrania. Desarrollado por la empresa Athlon Avia. Se trata de un LM que emplea un sistema multirrotores para su lanzamiento y despegue vertical. Ese multirrotores se separa de la LM a 400m y retorna a punto de lanzamiento, mientras la LM continúa su vuelo horizontal hacia la zona objetivo, con una altura máxima operativa de 1200m. Peso Total: 9.5kg. Cabeza de guerra: 3.5kg (EF - incendiaria - Termobárica). Peso de LM y Mochila Transporte: 15kg. Su perfil de ataque es completamente vertical, lo cual dificulta su neutralización al aproximarse sobre la parte más vulnerable de los blancos. Su configuración alar consiste en dos planos "en x". Tiempo de vuelo: 60 min. Alcance: 30km. Veloc max: 140km/h.

Requiere de la asistencia de operador humano para localización de los blancos. Cargada esa

FIGURA 48: ST-35 SILENT THUNDER. LOITERING MUNITION



Fuente: athlonavia.com

³¹⁴ <https://ramuav.com/>

³¹⁵ <https://eurasiatimes.com/ukraine-showcases-its-indigenously-built-ram-ii-loitering/>

³¹⁶ <https://athlonavia.com/en/st-35-silent-thunder/>

información al sistema, el mismo es guiado en modo semiautónomo empleando IR /TV, lo que se puede emplear alternativamente, según las condiciones meteorológicas. La fase final de ataque es completamente autónoma. El conjunto está compuesto por un módulo de control y sistema de lanzamiento, por cada 3 (tres) LM, que pueden ser transportadas por el soldado a pie en mochilas especiales, provistas con el equipo.

Si bien se han realizado ensayos de prototipos, se desconoce si efectivamente fueron empleadas en combate.³¹⁷

Switchblade 300:³¹⁸ Origen: EUA. Desarrollado y producido por la empresa *AeroVironment*. La misma suele denominar sus productos como “*Loitering Missiles*”, ya que considera que por sus características, se asemejan más a un misil, que a un dron. Por similitud a un misil, estos sistemas son consumibles y de “*un solo uso*”, diseñados específicamente para “*encontrar un blanco y estrellarse contra él*”.

Este modelo de LM es el de menor tamaño de la familia Switchblade. Su sistema lanzador es mediante un tubo especial. Alcance: 10km. Tiempo vuelo: 15min. Peso LM: 2.5kg.

Su pequeña carga explosiva lo hace apto para blancos de oportunidad y escasa protección como vehículos o posiciones no fortificadas. Todo el sistema puede ser transportado por un solo hombre, en una mochila especial que viene provista.

Desde las primeras semanas de operaciones, el apoyo enviado por EUA y aliados, incluyó la provisión de moderno equipamiento militar, entre los cuales destacamos estos disruptivos ingenios.

En mar 2022, EUA anunció que enviaría 100 SWITCHBLADE-LM “*Tactical Unmanned Aerial Systems*” como parte de la asistencia militar. Según información presentada por Ucrania, “*estarían resultando herramientas letales para neutralizar objetivos de interés*”.³¹⁹ La entrega de modernas *Loitering Munitions* (LM) *Switchblade 300* continuó hasta Ago 2022, en que Ucrania los estaría empleando contra pequeños blancos de oportunidad.

Un dato de interés es que a Oct22, EUA ya había enviado unos 400 “*mod 300*” que resultaron muy valiosas para las tropas ucranianas en el frente de batalla, por lo que rápidamente se requirieron mas cantidades.

Las entregas de LM por parte de EUA han continuado, tal como expresa el documento del 19Abr23 “*US Security Cooperation with Ukraine*”, el que se menciona la entrega de LM *Switchblade* (Mod 300 y 600), aunque no se explicitan las cantidades provistas en cada caso.³²⁰

FIGURA 49: SWITCHBLADE 300. LOITERING MUNITION



Fuente: defensenews.com

317 <https://www.army-technology.com/projects/st-35-silent-thunder/>

318 <https://www.avinc.com/tms/switchblade>

319 <https://warontherocks.com/2022/04/loitering-munitions-in-ukraine-and-beyond/>

320 <https://www.state.gov/u-s-security-cooperation-with-ukraine/>

A partir de esa fecha se comenzó a tratar la posibilidad de proveer los poderosos *Switchblade 600*, para su empleo contra plataformas terrestres blindadas y de artillería rusa.³²¹ Estos sistemas, que las pequeñas fracciones pueden llevar en mochilas especiales, permiten realizar exploración avanzada, localizar obstáculos, organizar emboscadas y neutralizar blancos de oportunidad. Y son capaces de atacar esos blancos con gran precisión.

Se suele decir que las LM como las *Switchblade*, han *democratizado la Vigilancia y Apoyo de Fuego Aéreo*, al nivel básico de la organización de la infantería, o sea la escuadra/Gpo Tir.³²²

Switchblade 600:^{323, 324} Origen: EUA. Desarrollado y producido por la empresa AeroVironment. Representa la nueva generación de LM de alcance extendido. Alcance: 90km. Tiempo vuelo: 40min. Peso LM: 55kg.

Si bien es de usos múltiples, la misma empresa lo promociona como un “*tank-killer*” por disponer de una poderosa cabeza de guerra Atan, similar a la que equipa al misil JAVELIN y apta para destruir de un solo disparo, los blindados más poderosos existentes hoy.

Su gran alcance, tiempo de vuelo y poder destructivo, le permiten neutralizar a largas distancias, incluso tanques de batalla (MBT), piezas de artillería y posiciones muy fortificadas.

Sus características de extrema precisión y letalidad, lo posicionan como un sistema multifunción a disposición de los comandos tácticos. El *Switchblade 600*, operando integrado con otros sistemas ISR y sensores radar para la detección de fuegos de artillería del enemigo, permite que con el LM “merodeando” en zona, la réplica sobre las piezas enemigas pueda ser casi inmediata.

Además, según el sitio web de *AeroVironment*, el sistema dispone de la capacidad de desactivación y reconexión, que permite a los operadores abortar la misión en cualquier momento, para volver a atacar el mismo objetivo u otros, la cantidad de veces que sea necesario, según sean las órdenes que da el operador.³²⁵

Respecto al “*mod 600*”, al principio se enviaron solo 10 (diez) unidades y la demora en mayores entregas, tuvo relación con la capacidad de producción (CP) que tenía AeroVironment, limitada a 2.000 unidades anuales, volumen adecuado para el US Army en “tiempos normales”.

En respuesta a la demanda de mayor cantidad de “*mod 600*” el vicepresidente de AeroVironment C. Dean, expresó: “... *la empresa está implementando acciones para llevar la Capac Prod a 6.000 unidades anuales.*”

FIGURA 50: SWITCHBLADE 600. LOITERING MUNITION.



Fuente: avinc.com

³²¹ <https://www.fie.undef.edu.ar/ceptm/?p=10711>

³²² <https://www.thedrive.com/the-war-zone/44785/ukrainian-president-zelensky-pleads-for-air-defenses-in-speech-to-u-s-congress>

³²³ <https://www.avinc.com/tms/switchblade-600>

³²⁴ <https://youtu.be/viDZ775Fveg>

³²⁵ <http://galaxiamilitar.es/los-nuevos-drones-kamikaze-switchblade-600-de-ucrania-son-malas-noticias-para-los-tanques-rusos/>

Además, se están obteniendo componentes, incorporando recursos y agregando nuevas líneas de montaje para satisfacer las necesidades de este modelo...”³²⁶

Bradley Bowman, Director del Center of Military Power³²⁷ expresó: “Más tiempo en el aire y más carga destructiva, ayudarán a las fuerzas de Ucrania a batir Blindados y artillería autopropulsada rusa”.

Y agregó: “Con un Switchblade 300 puedes dañar un radar, pero los blancos más importantes son los blindados y las fuerzas rusas vienen protegidas en ellos. Y para eso, tú necesitas los Switchblade 600. Ambos tienen el mismo nombre, pero son sistemas diferentes, aptos para diferentes tipos de blancos. Y ambos son increíblemente valiosos para ayudar a los ucranianos...”³²⁸

El 21Abr23, fuerzas rusas publicaron en las redes sociales imágenes de los restos de un Switchblade 600 abatido, lo que constituiría la primera evidencia de su empleo en combate por parte de las fuerzas de Ucrania.³²⁹

JUMP 20 (VTOL):³³⁰ Origen: EUA. Desarrollado y producido por la empresa AeroVironment. Este sistema tiene como principal capacidad la de realizar misiones ISR, prestando servicio en las FFEE de EUA desde hace años. Con 14hs de autonomía, un alcance operativo de 185km y techo de vuelo 5000m, se ha transformado en un sistema multi-misión muy requerido. Con un motor de combustión interna para el vuelo nivelado y 4 rotores eléctricos para despegue y aterrizaje, dispone de una carga útil de 13kg.

La razón por la que lo mencionamos en el apartado de LM, es que durante el 2022 la empresa AeroVironment, expresó estar trabajando para dotar al JUMP 20, de la capacidad de llevar 2 Switchblade 300 como carga útil y de esa manera incrementar la capacidad de “merodeo” y ataque (en alcance) de estas pequeñas LM.

Como los JUMP 20 han sido provistos por EUA³³¹ y se encuentran operando en Ucrania, no debería descartarse que hicieran su aparición en algún escenario de combate.³³²

FIGURA 51: JUMP 20 VTOL. (PROYECTO DE PLATAFORMA DE LANZAMIENTO DE LM SWITCHBLADE- EUA).



Fuente: militaryfactory.com

326 <https://www.defensenews.com/digital-show-dailies/ausa/2022/10/11/switchblade-kamikaze-drone-production-to-ramp-up-following-ukraine-use/>

327 Perteneciente a la “Foundation for Defense of Democracies”

328 https://www.defensenews.com/pentagon/2022/08/22/delayed-kamikaze-drone-for-ukraine-on-track-for-next-month-pentagon/?utm_source=sailthru&utm_medium=email&utm_campaign=dfn-dnr

329 <https://eurosiantimes.com/first-wreckage-of-switchblade-600-drone-appears-online/>

330 <https://www.avinc.com/uas/jump-20>

331 <https://www.state.gov/u-s-security-cooperation-with-ukraine/>

332 <http://galaxiamilitar.es/los-nuevos-drones-kamikaze-switchblade-600-de-ucrania-son-malas-noticias-para-los-tanques-rusos/>

RUSIA: Loitering Munition (LM)

Rusia tiene una larga tradición en el desarrollo de sistemas aéreos letales asistidos por guiado, principalmente en el área de vectores, misiles y cohetes en todas sus categorías, que está empleando masivamente en esta guerra.

Pero además y como mencionamos anteriormente, tanto en el conflicto con Ucrania del 2014 en la región del Donbas, así como en Siria, hace años que Rusia utiliza una gran variedad de plataformas UAS, especialmente con el concepto de asistencia ISR a sus elementos de apoyo de fuego de artillería.

En la guerra en Ucrania, observamos que Rusia está empleando Loitering Munitions (LM) de diferentes tipos y en grandes cantidades. Se destaca la integración de las mismas formando parte de ataques masivos en oleadas y en distintos puntos del territorio de Ucrania, en el cual se combinan UCAS, LM, Misiles de Crucero y Misiles Balísticos de Corto Alcance (SRBM).

Todos estos sistemas aéreos letales, con sus diferentes perfiles de vuelo, trayectorias y capacidades, al actuar simultáneamente contribuyen a presentar escenarios de ataque masivo muy particulares, que logran saturar, confundir y obviamente superar las escasas Fuerzas de Def Ae & Mis de Ucrania.

Rusia se ha destacado en las últimas décadas, por ser uno de los países líderes en la exportación de armas y sistemas militares para la defensa, más que un importador de equipamiento.

Sin embargo, es interesante citar como novedad, que en esta oportunidad se hacen presentes en combate y en servicio en las fuerzas de ese país, sistemas UCAS y LM de procedencia Iraní y otras que en el corto plazo también podrían incorporarse, en este conflicto extendido en el tiempo y con un extraordinario consumo de recursos.

Mencionamos a continuación, algunas de las Loitering Munition (LM) empleadas por Rusia:

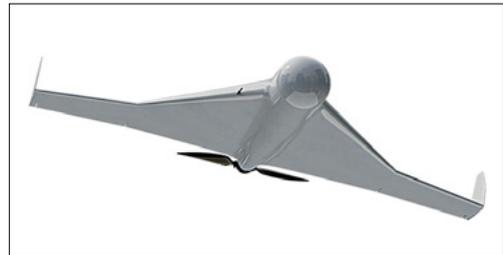
ZALA - KYB:^{333, 334} Origen: Rusia. Fabricado por la empresa ZALA Aero (Kalashnikov Group) y presentado en 2019. Se trata de una pequeña plataforma cuyo cuerpo y planos de sustentación son parte de un mismo conjunto. De reducida firma acústica por su motor eléctrico y baja firma radar por sus reducidas dimensiones (*1.2m envergadura alar*). Carga explosiva: 3kg, Tiempo vuelo: 30min. Veloc max: 110km/h.

El KYB es un LM de bajo costo, que carece de sensores como parte de sus sistemas integrados.

En lugar de ello, realiza su vuelo sobre la base de coordenadas cargadas previamente antes del lanzamiento, aunque aún se desconoce si los operadores pueden enviar nuevos datos durante el vuelo. Como alternativa, al KYB se le puede programar el ataque a determinado tipo de blanco, sobre la base de imágenes previamente cargadas del mismo.

A partir del 10Mar22 y por primera vez desde el inicio de la invasión a Ucrania, se ha podido verificar que Rusia está empleando LM, siendo la evidencia el derribo de uno de ellos, que de acuerdo al análisis de sus restos se trata de un ZALA KYB.³³⁵ Este pequeño sistema, está destinado principal-

FIGURA 52: ZALA KYB. LOITERING MUNITION. (RUSIA).



Fuente: zala-aero.com

³³³ <https://zala-aero.com/en/production/bvs/kyb-uav/>

³³⁴ <https://youtu.be/fwAikJEhtWo>

³³⁵ <https://twitter.com/UJAWeapons/status/1502613919222976516/photo/1>

mente a misiones tales como destrucción de blancos fijos o de oportunidad, así como proporcionar observación adelantada y capacidad letal a pequeñas fracciones en el avance.³³⁶

Si bien su carga principal es la explosiva, también puede ser equipado con sistemas ópticos de vigilancia.³³⁷

LANCET:³³⁸ Origen: Rusia. Fabricado por la empresa ZALA Aero (Kalashnikov Group). A diferencia del KYB, el LANCET tiene una estructura similar a un pequeño misil, con su cuerpo cilíndrico y planos de sustentación con un diseño aerodinámico tipo “doble X” y una muy reducida «firma radar».

Se producen en dos versiones, *LANCET 1 y 3*, ambas con propulsión eléctrica. Alcance: 30 y 40 km. Carga explosiva: 1 y 3kg. Emplea diferentes opciones de sistemas de guiado, tanto por GPS como optoelectrónico, o combinando ambos.³³⁹ Además, dispone de un canal de telecomunicación que permite transmitir imágenes del blanco, a efectos de la confirmación de resultado de la misión.

Dada su excelente performance en Siria, donde Rusia brinda apoyo al gobierno de ese país contra las fuerzas rebeldes al régimen, se los suele llamar “*The Flying Kalashnikov*”.³⁴⁰

Los LANCET han participado además en muchos de los ataques masivos en ciudades de Ucrania.³⁴¹

FIGURA 53: ZZALA LANCET. LOITERING MUNITION. (RUSIA),



Fuente: israelnoticias.com

SHAHED-136: Origen: Irán. Fabricada por la empresa *Aircraft Manufacturing*. Peso: 200kg. Carga explosiva: 36kg. Longitud: 3.5m. Envergadura alar: 3m. Motor: 50hp (*China, típico motor de scooter*). Guiado: Glonass / INS. Alcance: 1000km y +2.000km (Veloc Crucero).

Es lanzado desde un vehículo / camión que puede llevar hasta 5 unidades. El lanzamiento de la rampa es asistido por un motor cohete, que genera la velocidad necesaria para la sustentación de la estructura. El cohete se desprende de la estructura y se produce el arranque del motor de combustión.

Se emplean en enjambres de 5 / 10 unidades, las que volando a baja altura son difíciles de neutralizar por los sistemas de Def Ae convencionales.

Su neutralización, queda entonces limitada a sistemas SHORAD³⁴² portátiles (*Escasos y de alto costo*) o el fuego reunido de armas de tiro tendido. (*Normalmente no muy eficiente y que delata las posiciones*). El sistema se encuentra presente en el conflicto y está siendo empleado por Rusia bajo la denominación “*Geranium-2*” / *Geran-2*”. Se trataría de una versión del original mejorada por Rusia, con el objetivo de optimizar su precisión (*Incorporándole el guiado mediante GNSS Glonass*), capacidades para superar CME, así como incrementar su alcance.

336 <https://youtu.be/dKcFUwF3svA>

337 <https://www.fie.undef.edu.ar/ceptrm/?p=9573>

338 <https://zala-aero.com/en/production/bvs/zala-lancet-3/>

339 <https://youtu.be/IgGOHvBJ9E>

340 https://www.defensemirror.com/news/32914#Y1A97_3MKUt

341 <https://www.fie.undef.edu.ar/ceptrm/?p=11058>

342 Short Range Air defense.

En Oct22 el presidente de Ucrania denunció “*que Rusia habría adquirido 2.500 Shahed-136 a Irán*”.³⁴³

La LM citadas anteriormente, participan en acciones individuales, atacando generalmente blancos de interés como sistemas de armas o instalaciones importantes del enemigo. En el caso del Shahed 136, vemos que se han empleado también para el ataque masivo en ciudades,³⁴⁴ como parte de una estrategia de desgaste destinada a inutilizar infraestructura de servicios básicos (Energía Eléctrica, Agua, etc).

Como deficiencia del sistema, además de su poder destructivo limitado, tienen una alta tasa de falla e incluso se verificó, que pueden ser neutralizados hasta con rudimentarios procedimientos de Def Ae cercana, como el fuego reunido de armas portátiles.³⁴⁵

Sin embargo, los Shahed-136 se continúan empleando masivamente, en especial con la modalidad de ataque en “*enjambres*”. Las acciones sobre objetivos civiles, con oleadas de sistemas aéreos autónomos relativamente económicos, genera un enorme efecto de pánico y caos sobre la población, contribuyendo al objetivo de quebrar su resistencia y con una relación “costo / efecto” mucho menor a otros sistemas.

Solo a modo de ejemplo, en Oct22 Rusia atacó Kiev y otras ciudades de Ucrania mediante un bombardeo masivo de “*Loitering Munitions*”. En ese ataque de 28 LM, solo 5 lograron impactar en objetivos importantes de la capital.³⁴⁶

Del análisis de restos de sistemas derribados, expertos en el tema opinan que se trataría de los *Shahed-136*, que con un costo aproximado de US\$ 20.000, resultan obviamente una alternativa muy conveniente para el atacante, frente al empleo de sofisticados y costosos Misiles. Como dato de interés, el 10Oct22 Rusia lanzó un ataque masivo con 84 misiles balísticos y de crucero, con costos unitarios estimados entre US\$300.000 y US\$ 3 Millones.³⁴⁷

Para hacer frente a este tipo de nuevas amenazas, Ucrania continúa solicitando de manera urgente la provisión de adecuados sistemas de Def Ae.

Rusia ha ido cambiando las tácticas de empleo de estos sistemas, pero hasta ahora el más aceptado parece ser el de “*enjambres*”. Como mencionamos antes, esos ataques masivos obligan a los Sist Def Ae a disparar los costosos misiles, como el S-300, el *Iris-T*³⁴⁸ o el *NASAMS*³⁴⁹, lo que produce un

FIGURA 54: SHAHED 136 “GERAN-2”.(LOITERING MUNITION. IRÁN - RUSIA)



Fuente: stock.adobe.com

343 <https://www.president.gov.ua/en/news/neobhidno-zbilshiti-spilni-zusillya-shob-stvoriti-povitryani-78417>

344 <https://www.fie.undef.edu.ar/ceptm/?p=11040>

345 <https://twitter.com/i/status/1581959594112262144>

346 https://www.bbc.com/news/uk-63280523?utm_campaign=dfn-ebb&utm_medium=email&utm_source=sailthru&STOverlay=2002c2d9-c344-4bbb-8610-e5794efcfa7d

347 https://www.defensemirror.com/news/32874/Poland_origin_Ukrainian_Air_Defenses_Shoot_Down_Iran_made_Shahed_UAVs_Containing_Polish_Components#Y1BBvP3MKUu

348 <https://www.dw.com/es/qu%C3%A9-es-el-sistema-de-defensa-a%C3%A9rea-iris-t/a-63420258>

349 https://ejercito.defensa.gob.es/materiales/artilleria_antiaerea/NASAMS.html

agotamiento de los stocks, un consumo ineficiente de recursos escasos,³⁵⁰ resultando difícil de soportar para las defensas de Ucrania.

Es interesante destacar además, que de los Shahed-136 derribados y como resultado del análisis de los restos recuperados, se determinó que gran cantidad de componentes eran procedentes de diversos países.³⁵¹

Esto indica que Irán no dispone de la capacidad total para integrar estas LM con componentes “autóctonos” y que el diseño y producción de estos sistemas, depende fuertemente de insumos de “De uso dual”, que no están actualmente bajo ninguna restricción comercial para su adquisición.

La presencia de *Shahed-136* así como los *UCAS Mohajer* de origen Iraní, nos muestran que ese país trata de seguir los pasos de Turquía, ganando mercado como un proveedor de sistemas UAS de combate. Sus productos ya han sido usados en escenarios como Yemen, Líbano y otros.

Y pese a que se trata de sistemas algo más rudimentarios y con menores prestaciones que los de Turquía, resultan igualmente aptos para combatir contra fuerzas con escasas capacidades de Def Ae.

En relación con el uso de estos sistemas en el conflicto, Jean Christophe Noel, investigador del Instituto Francés de Relaciones Internacionales (IFRI) expresó: “*Como todos los drones armados o misiones de acecho, estos son muy eficaces cuando el adversario no dispone de medios para protegerse o responder*”.³⁵²

Por ello, muchos países “*toman nota*” de las lecciones de este conflicto, que muestra una tendencia acelerada hacia al empleo de sistemas autónomos de ataque aéreo y bajo costo.

Y como contrapartida, alerta sobre una debilidad que debe ser contemplada y resuelta, incorporando medios de Def Ae específicos, adecuados y eficientes para hacer frente a estas nuevas amenazas.³⁵³

CONCLUSIONES PARCIALES : SISTEMAS AÉREOS AUTÓNOMOS CON CAPACIDAD LETAL

Los UCAS y LM han logrado incrementar la amenaza que significan los UAS para cualquier FFAA en operaciones, pero también ahora para la infraestructura y la población de cualquier nación cuyo territorio es atacado.

Hasta hace poco tiempo, había que ocultarse de los UAS para que estos en sus misiones ISR no localizaran las posiciones y adquirieran blancos para potenciales ataques con artillería o aeronaves.

Los UCAS le incorporaron letalidad a las pequeñas plataformas aéreas, de vuelo a baja cota y poca velocidad, pero letalidad suficiente para constituir una amenaza, en especial para los vehículos blindados.

Las LM ahora presentes en los escenarios de combate, hace que todo sonido que aparenta ser un UAS en misión de vigilancia, deba ser considerado como una “posible LM” en curso de ataque o esperando la oportunidad adecuada para atacar.

Esto genera en las fuerzas terrestres un estado de alerta máxima, en estado permanente.

Otro aspecto de interés ha sido lo que se pudo observar en Feb 2023, donde los ataques masivos sobre ciudades con misiles balísticos y misiles de crucero, incorporaron LM como los Shahed, tal como si fueran ráfagas de artillería, pero empleando munición de precisión que eran en realidad “drones kamikaze”.

350 Un misil Iris-T (US\$ 430.000) frente a Shahed- 136 (US\$ 20.000).

351 https://www.defensemirror.com/news/32874/Poland_origin_Ukrainian_Air_Defenses_Shoot_Down_Iran_made_Shahed_UAVs_Containing_Polish_Components#:Y1BBvP3MKUu

352 https://www.eldebate.com/internacional/20221015/drones-iranies-ucrania-simbolo-debilidad-putin_65955.html

353 <https://www.fie.undef.edu.ar/ceptm/?p=11036>

Como expresa el Profesor de Antropología Roberto Gonzalez en su artículo "*Drones over Ukraine...*"³⁵⁴, acerca de que "*las LM aportan además, otra lección complementariacuando son empleadas en zonas de guerra contra poblaciones civiles, estos drones de baja altitud pueden aterrorizar a una enorme cantidad de personas*". El citado autor menciona el caso de la ciudad de Kiev en Oct 2022, donde el ataque de uno de estos sistemas causó "*solo 4 víctimas*" en la población local. Pero su accionar durante horas, fue capaz de mantener aterrorizadas a miles de personas.

Asimismo, un proyecto de investigación del 2012 realizado en la Stanford-NUY, concluye que el "impacto de largo plazo" relacionado con el empleo de drones por EUA en Pakistán, ha permitido verificar el trauma que estos sistemas producen en las poblaciones civiles.³⁵⁵

Tal vez sea excesivo calificarlas como "*herramientas decisivas*" en las guerras del futuro. Pero lo cierto es que analistas militares y combatientes observan con atención el empleo de las LM en escenarios de guerra como ha sido Nagorno Karabaj y ahora la invasión de Rusia a Ucrania.

Ya citamos los envíos por parte de EUA de *SWITCHBLADE-LM* como parte de la asistencia militar a Ucrania y según lo informado por Ucrania, "*estarían resultando herramientas letales para neutralizar objetivos de interés*".

Por su parte, *la incorporación de LM Iraníes Shahed-136* por Rusia y su empleo junto con misiles de corto alcance y de crucero, formando parte de bombardeos a ciudades e infraestructura crítica de Ucrania, ha mostrado una forma de empleo efectiva, que genera un enorme desgaste en el sistema de defensa y además aterroriza a la población.

Estos ejemplos nos estarían indicando que la presencia de LM en escenarios de futuros conflictos es una realidad que se acrecentará. Al menos, hasta que se encuentren soluciones tecnológicas C-UAS / LM eficientes para neutralizarlos.

Mientras tanto, las FFAA de los países se deben preparar para defenderse de estas amenazas emergentes, incorporando capacidades específicas para destruirlos o al menos minimizar sus efectos.

Otra muestra de su presencia futura, es el importante *mercado de Sistemas Aéreos Autónomos letales* que se ha abierto. El mismo está en pleno crecimiento y es disputado por no solo por las grandes potencias y sus conglomerados industriales para la defensa, sino además por otros países como *Israel, Turquía o Irán*, entre otros.

Ellos compiten para colocar sus productos en los escenarios de guerra, promocionan la participación de los mismos haciendo uso de las redes sociales y, por los resultados que hasta ahora se están obteniendo, podemos afirmar que "*han venido para quedarse*".

LECCIONES APRENDIDAS DE LA GUERRA EN UCRANIA

"Se cree que las personas inteligentes aprenden de los errores de los demás, Para no repetirlos".³⁵⁶

La invasión de Rusia a Ucrania ha dado lugar a un escenario de guerra convencional, que combina

354 https://theconversation.com/drones-over-ukraine-what-the-war-means-for-the-future-of-remotely-piloted-aircraft-in-combat-197612?utm_medium=email&utm_campaign=Special%20Ukraine%20war%201%20year%20%20Politics%20Weekly%2022323%20-%202551925649&utm_content=Special%20Ukraine%20war%201%20year%20%20Politics%20Weekly%2022323%20-%202551925649+CID_c137a1bef9cee814e9ddd30a9e41c8&utm_source=campaign_monitor_us&utm_term=Drones%20over%20Ukraine%20What%20the%20war%20means%20for%20the%20future%20of%20remotely%20piloted%20aircraft%20in%20combat

355 <https://law.stanford.edu/publications/living-under-drones-death-injury-and-trauma-to-civilians-from-us-drone-practices-in-pakistan/>

356 Actis Pabrik. "Foreword. War In Ukraine: lessons from Europe" Center for East European Policy Studies; Riga; LVA; University of Latvia Press, 2016

las FFAA regulares e irregulares, las reservas de personal y la participación de ciudadanos “en armas” de dos países. Los que aún con una enorme disparidad de infraestructura, recursos y medios disponibles, explotan las fortalezas propias y buscan las debilidades del enemigo, para hacer actuar sobre ellas, empleando el ingenio, la innovación y los recursos tecnológicos disponibles.

Además de las condiciones mencionadas, la férrea y tal vez inesperada (*para Rusia*) actitud y voluntad de pueblo ucraniano de defender su independencia, territorio y soberanía, sumado a la asistencia militar y económica de EUA, los países de la NATO y de la Unión Europea, ha dado como resultado que una invasión que se estimaba “*coronada*” con éxito en pocos días, se haya convertido en una guerra que transita su segundo año de duración, con un enorme costo en vidas, infraestructura y recursos y que como afirman muchos analistas, es de final incierto en tiempo y resultados.

Todo escenario de guerra y este en particular, resulta una excelente oportunidad para obtener lecciones aprendidas y sacar experiencias en absolutamente todas las áreas y para todos los especialistas. Desde la geopolítica global y regional, la política interna de los países, los recursos y la economía.

Pero principalmente sobre los aspectos específicamente militares, en relación con organización, doctrina y tecnología / equipamiento militar presentes, todo ello en el marco de una “guerra real” y actual, con enorme cantidad de información disponible.

En este trabajo nos enfocamos en este último aspecto, principalmente en algunas *Tecnologías Emergentes y Disruptivas* que hemos observado, cuya presencia y empleo en la guerra nos permiten extraer algunas enseñanzas.

La Tecnología y lecciones de una guerra a gran escala entre fuerzas convencionales

La guerra en Ucrania ha dado la oportunidad de analizar cómo, una guerra terrestre a gran escala y en la que se emplean armas modernas e innovadoras, requiere de un extraordinario trabajo conjunto de todas las fuerzas empeñadas.

Ha puesto en evidencia además, la importancia vital de “*Concepto de Armas Combinadas*”, con la Infantería en VC y a pie con sus Armas Atan y MANPADS,³⁵⁷ junto con los tanques en la maniobra, así como la artillería con sus cañones, cohetes y misiles. Sumado a ello, las plataformas aéreas de combate junto con los sistemas de Def Ae & Mís, en la permanente disputa por el dominio del espacio aéreo, han sido actores decisivos en la batalla que aún continúa.

Todo ello apoyado por multiplicidad sistemas ISR de todo nivel, desde los satélites hasta los más modestos UAS comerciales, empleados de manera inteligente, integrada, colaborativa y principalmente creativa, para asistir a los elementos de combate y apoyo de artillería, en la aplicación de sus fuegos y en la exactitud y letalidad de los mismos.

Como contrapartida, se observa que cuando la integración y la conectividad entre todos esos sistemas ha fallado, los elementos aislados y sin un conocimiento cabal de la situación, escasos en municiones y abastecimientos, han sido localizados, adquiridos y metódicamente neutralizados por el oponente.

Como país atacado, Ucrania necesitó adoptar una estrategia que le permitiera compensar el desbalance de fuerzas y recursos, pasando a resistir en ámbito urbano. Y allí, toda la tecnología, capacidad blindada y poder de fuego que dispone el atacante, puede diluirse cuando el terreno debe ser conquistado “*metro x metro*”. En ese ámbito, al atacante se le genera un enorme y complejo dilema, en relación a “*como cumplir los objetivos*” sin provocar daños colaterales en la población civil, en especial cuando se emplean fuegos masivos de artillería en forma indiscriminada.

357 Man Portable Air Defense System

En muchos casos se ha observado que, si bien el combate de Blindados e Infantería Mecanizada ha existido, la guerra se centra actualmente en el control de determinados centros urbanos claves para la evolución futura de las operaciones. Y en ese ámbito, los poderosos blindados muestran algunas debilidades incluso frente a las tácticas de empleo más rudimentarias, como la de tiradores emboscados utilizando información proporcionada por UAS comerciales y fracciones “caza-tanques”, empleando hasta los más básicos y económicos cohetes del tipo RPG.

Pero *el problema no son Los Vehículos Blindados*. Ante una pregunta acerca del “Futuro de los Tanques” a la luz de lo observado en los primeros meses de la guerra en Ucrania, el GR James McConville, Jefe de Estado Mayor del US Army, expresó: “No necesitas tanques, solo si No Quieres Vencer”. Y agregó: “Porque para vencer necesitas Infantería, necesitas Tanques, Aviación de ataque, Fuegos de largo alcance y medios de Inteligencia. Y todos esos sistemas trabajando juntos!”³⁵⁸

Existen y están presentes además en el conflicto, tecnologías emergentes como los UAS de alta performance y letalidad, los proyectiles de artillería del tipo “Smart” o los misiles hipersónicos, todos ellos extremadamente costosos y difíciles de reponer. O como las herramientas de ciber guerra tan difundidas y explotadas por ambas partes.

En resumen, *las más Modernas Tecnologías* comienzan a emerger en el campo de batalla de la guerra actual y futura.

Pero el conflicto ha mostrado también, la vigencia de las capacidades tradicionales propias de las fuerzas terrestres convencionales. El soldado a pie, el cañón, el tanque, las comunicaciones a todo nivel y los “ingenieros zapadores” con sus puentes. Y el enorme esfuerzo logístico de sostener todo eso en funcionamiento.

Porque como expresó el Comandante en Jefe del British Army, GR Sir Patrick Sanders: “No puedes cibernéticamente cruzar un río” (*You can't cyber your way across a river*).³⁵⁹

Los Fuegos Precisos de Largo Alcance: Artillería de tubo y Misiles

Definitivamente la Artillería ha reafirmado su vigencia. Ambas partes hicieron empleo intensivo de todos los fuegos indirectos que tuvieran disponibles. *Alcance – Precisión – Movilidad* siguen siendo las características Técnico-operacionales prioritarias requeridas a los sistemas de armas de artillería de campaña de tubo y vectores (Cohetes / Misiles).

Estamos en una era de proyectiles que entregan más letalidad, a mayores distancias y con extrema precisión. Los ataques masivos de Rusia con cohetes y misiles durante las primeras jornadas para apoyar el avance de las tropas mecanizadas hacia la capital Kiev, estuvo destinada a someter a las principales ciudades a fuegos continuos, con la finalidad de quebrar la voluntad de los defensores y además destruir la infraestructura crítica que provee servicios básicos a la población.

Eso se logró parcialmente, pero tuvo un tremendo efecto sobre la población civil, que optó por abandonar en masa sus ciudades, con un costo alto para Rusia y el rechazo internacional, por las acciones indiscriminadas sobre población civil o infraestructura de servicios básicos

Detenido el avance de las fuerzas mecanizadas, los frentes al principio indefinidos comenzaron a fijarse y allí es donde nuevamente *la Artillería* volvió a ser demandada “llamada a la acción”.

Rusia obviamente disponía de enormes stocks de armamento y munición, de todos los tipos y calibres, desde los más antiguos hasta los más avanzados tecnológicamente y los utilizó a tasas de consumo de munición extraordinarias.

³⁵⁸ <https://breakingdefense.com/2023/02/what-pentagon-leaders-say-they-have-learned-from-a-year-of-observing-the-battle-in-ukraine/>

³⁵⁹ <https://www.iiss.org/blogs/military-balance/2023/02/russias-war-on-ukraine-one-year-on>

Para Ucrania la situación fue más compleja en los primeros meses de la invasión. Todo material de artillería lo que estuviera disponible fue aprovechado, desde armamento remanente de la “*Ex URSS*” hasta los más avanzados sistemas que EUA y la NATO fueron comenzando a entregar a Ucrania, como parte de la asistencia militar.

Las debilidades que desde el principio evidenció Ucrania, como el alcance, movilidad y precisión de sus sistemas, mejoraron parcialmente con el aporte aliado de SPH a orugas como el PzH 2000, o los SPH a ruedas como el *CAESAR 155mm*, que permitieron batir blancos hasta 45km.

Y cuando en ellos se empleó munición guiada del tipo “*Smart*” como los proyectiles “*EXCALIBUR*” 155mm o los kits de Guiado PGK, se pudieron realizar disparos unitarios de gran precisión.

Con la llegada de los sistemas de lanzadores *HIMARS* y los cohetes *GMLRS-ER*, se pudieron batir blancos a más de 70km. Un alcance extraordinario para frentes de combate que se fueron haciendo cada vez más estáticos como los de la zona del Donetsk y Lugansk en el Donbas. Y en aquellos lugares donde la maniobra se ralentiza hasta detenerse, aparecen cada vez más los fuegos masivos de desgaste con sus altos consumos de munición.

Y esta es una gran lección aprendida y un caso de especial de atención: El consumo extraordinario de Munición de Artillería de tubo, particularmente en calibre 155mm. Habiéndose detenido los frentes de avance, comenzaron a registrarse tasas de consumo de munición no vistas desde hace décadas y que constituyeron un verdadero desafío logístico para toda la extensa cadena de abastecimiento involucrada.

Un desafío “en origen” para las plantas de producción de esos proyectiles, no adecuadas ni preparadas actualmente para satisfacer semejante nivel de demanda sostenida en un tiempo incierto.

Y un desafío “hacia destino” donde toda la cadena de abastecimiento debe ajustarse para satisfacer este nivel de demanda inesperada. A fin del 2022 EUA y aliados habían entregado a Ucrania más de 1.5 millones de proyectiles 155mm.³⁶⁰

Habiendo transcurrido más de un año desde el inicio de la invasión, se resalta la importancia de disponer de munición de armas de tubo en cantidades suficientes, con el mayor alcance posible y operadas desde plataformas que dispongan de extrema movilidad, para incrementar así la supervivencia de las piezas.

Por parte de Rusia, no es novedad la manera en que ha empleado sus fuegos de artillería. Su historia de guerra previa así lo demuestra. Pero ha sido de interés para destacar, sus operaciones de ataques masivos empleando variados sistemas de armas, en forma simultánea y coordinada. Utilizando cohetes y misiles lanzados desde plataformas terrestres, misiles de crucero y balísticos lanzados desde aeronaves, misiles Hipersónicos desde aeronaves a cientos de km, así como UAS con capacidad letal (*UCAS*) y *Loitering Munition (LM)*.

Se realizaron varios de estos ataques masivos, pero tal vez los que más se destacan por la variedad del material empleado y la planificación de la operación, son los ocurridos el 23nov22 y el 09mar23 sobre la ciudad de Kiev. Fueron acciones integradas por sistemas aéreos con una variedad de velocidades, perfiles y alturas de ataque, que superó las capacidades de Def Ae & Mis de Ucrania. En el primero de los ataques se emplearon 64 sistemas y en el segundo 81, entre misiles y UCAS/LM.

Y si bien resultaron ataques altamente onerosos en términos de recursos económicos para Rusia, estas acciones fueron debidamente registradas y analizadas por los expertos militares de occidente.

Pues resultó una clara demostración de que aún los más modernos sistemas de *Def Ae & Mis disponibles*, pueden tener serias dificultades para neutralizar la totalidad de las amenazas en curso en ataques masivos de este tipo.

360 https://www.acq.osd.mil/news/spotlight/Ukraine%20Infographic_07APR2023.pdf

Los Misiles Hipersónicos

En este conflicto solo una de las partes (Rusia), ha presentado sus *Misiles Hipersónicos* para participar de las operaciones. Ucrania no dispone de ellas ni desarrollos en curso en el área. Todo esto coloca a Rusia en posición ventajosa teniendo en cuenta además, que Ucrania no posee Sistemas de *Def Ae & Mis* suficientemente avanzados, ni con capacidades adecuadas como para hacerles frente. Pero tampoco los sistemas de *Def Ae & Mis* más modernos como los *PATRIOT* o *AEGIS disponibles por EUA y NATO*, han sido probados aún “en combate” en un conflicto de alta intensidad, en misiones como las de neutralizar amenazas tales como *Misiles Hipersónicos*.

Por lo expresado, el grado de efectividad de estos modernísimos sistemas de *Def Ae & Mis*, para hacer frente a armas de gran velocidad y maniobrabilidad, resulta aún un interrogante a dilucidar.³⁶¹

Rusia ha utilizado los *misiles KINZHAL* en ataques selectivos, no solamente para “testarlos” en situaciones reales de guerra, sino además para dejar testimonio de “*ser la primera de las Potencias (EUA-China-Rusia) que compiten en desarrollos del área de hipersónicos, en emplear en combate estas revolucionarias armas*”.

A May 2023, los *misiles ZIRCON* no se han empleado aún, pero se encuentran presentes en la guerra y en estado operativo. No obstante ello, Rusia se ha encargado de difundir su despliegue operacional “*en apresto*” y en misiones exclusivamente defensivas, esperando la necesidad de utilizarlos contra alguna amenaza contra su flota.

Y complementariamente, utilizarlos para disuadir a los aliados de Ucrania (*NATO y EUA*), de que se abstengan de intervenir directamente con medios navales, lo que pondría a prueba las capacidades reales de los más modernos sistemas de *Def Ae* actuales.

Ambos sistemas hipersónicos presentes en la batalla como el *KINZHAL* y el *ZIRCON*, son tecnologías emergentes pero también productos muy escasos, de alto costo y que demandan tiempos de fabricación superiores a los de otros vectores de empleo masivo. Por esta razón, seguramente Rusia los reservará para contadas y especiales ocasiones.

Los países líderes en el desarrollo de estos sistemas potencialmente disruptivos como *EUA, China y Rusia*, avanzan aceleradamente en sus programas de Armas Hipersónicas. Según la información pública disponible, si bien *EUA* es quien lleva adelante los más ambiciosos Programas de Desarrollo en el área de Hipersónicos, son *Rusia y China* los que han *alcanzado importantes avances* concretos en los últimos años, estando al parecer más próximos a su despliegue operacional.

Por último, estas armas se presentan como de “*doble uso*” (*Conv/Nuclear*), lo que considerando que pueden ser disparados desde distancias relativamente cortas,³⁶² agregan un nuevo elemento de incertidumbre, que puede generar enorme tensión en la frágil situación de estabilidad estratégica global y entre regiones o países.

Los tiempos de reacción se acortan dramáticamente, lo que puede dar lugar a errores de interpretación acerca del tipo y carácter real de la amenaza (*Conv / Nuc*), que en escasos minutos alcanzará su objetivo.

El interrogante que subyace es: Si muchos de esos misiles hipersónicos como el *KINZHAL* disponen de capacidad dual (*Conv/Nuc*) y en los casos citados antes, los *KINZHAL* no pudieron ser neutralizados. *¿De qué manera se podrá discriminar entonces, si el “ataque en curso” es con armamento Convencional o Nuclear?* Solo se podrá saber luego del impacto!.

361 Sobre el cierre del presente trabajo, el xxMay23 el Mindef de Ucrania comunicó el primer derribo de un Misil Kinzhal mediante el empleo de Sist DA “Patriot” recientemente entregados a por los aliados de ese país. Fuente: <https://edition.cnn.com/europe/live-news/russia-ukraine-war-news-05-07-23/index.html>

362 Solo cientos de km frente a los miles de km de los ICBM (Misiles Balísticos Intercontinentales)

Este grado de incertidumbre, sumado al escaso tiempo disponible para responder, que por sus especiales características (*Velocidad–Maniobrabilidad*) las armas hipersónicas le imponen al defensor, incrementa notablemente el *Riesgo de una Escalada Nuclear* de imprevisibles consecuencias.

Sistemas Aéreos Autónomos. (UAS – UCAS – LM)

Nuestro trabajo abordó el tema de los Sistemas Aéreos Autónomos (*UAS/UCAS/LM*) en relación a su apoyo a misiones ISR de los Fuegos de Artillería, pero también en misiones de ataque aéreo.

La Precisión de los Fuegos no depende solo de la eficiencia de las armas y exactitud de las municiones, sino además de la calidad de la información e Icia disponible, relacionada con los blancos a batir. Para ello, los elementos de la artillería moderna tienen acceso a datos de mayor calidad, que permiten gestionar de manera eficiente sus fuegos. Y esa capacidad y medios disponibles para proporcionar mejor información, son un recurso vital que incrementa la letalidad de los sistemas de armas.

En relación a ello, los últimos conflictos nos muestran que el aspecto más destacable del empleo de UAS, no es tanto la variedad de aeronaves empleadas o sus características particulares, sino la habilidad que dispongan sus usuarios de *integrar una serie de plataformas con sensores específicos*, como parte de un *“Sistema de adquisición y seguimiento de blancos en tiempo real”*, que provea información invaluable para los sistemas de ejecución de los fuegos de precisión.³⁶³

En el conflicto actual, tanto Rusia como Ucrania están empleando diversidad de sistemas en misiones ISR, desde los simples y económicos drones comerciales, hasta recursos aéreos que operan a gran altura y fuera del alcance de las armas de Def Ae cercana. A ello se le suma el apoyo de valiosa *información satelital* propia o recibida como apoyo de terceros.

Destacamos que pese a la abrumadora diferencia de capacidades y experiencia entre ambos países, Ucrania se ha desempeñado asombrosamente bien con los medios disponibles, haciendo uso intensivo de las *ventajas relativas que algunas innovaciones tecnológicas le pueden proporcionar*.

Un caso es el empleo de *Sistemas Autónomos Aéreos* (UAS) en operaciones de armas combinadas y en los niveles tácticos inferiores. La guerra es un escenario propicio para incursionar en el empleo y testeo de innovaciones y, aunque testear sistemas en guerra obviamente no es lo ideal, definitivamente es el escenario más realista de todos.

Como expresa Samuel Bendett, analista del Center of Naval Analysis: *“Cuando hablamos de esta guerra en Ucrania, podemos ver el uso competente de cuadricópteros para una variedad de tareas, incluyendo su empleo en unidades de artillería y morteros, lo que ha hecho que estos UAS baratos, disponibles y prescindibles, sean hayan convertido en algo muy letal y peligroso”*.³⁶⁴

A modo de síntesis, podemos decir que confluyen la necesidad de ensamblar *“lo conocido y disponible”* (Material de Artillería en servicio), con las innovaciones existentes *“por conocer y a experimentar”*, como es el caso de los UAS. Viejos y nuevos sistemas participan en combate real, para verificar como funcionan, para aprender y sus operadores adquirir la experiencia necesaria, pero en escenarios donde el cumplimiento de la misión y la entrega de la vida misma de los participantes, son *“las cartas a jugar”*.

Por su parte y dentro de los Sistemas Aéreos Autónomos, se observa un crecimiento exponencial en la utilización de sistemas letales como *UCAS y LM*. Estos han logrado incrementar el grado de amenaza que ya significaban los UAS para cualquier FFAA en operaciones, pero también ahora para la infraestructura y la población de un país cuyo territorio es atacado.

³⁶³ Robert G. Angevine; et al. IDA (Institute for Defense Analysis). “Learning lessons from Ukraine conflict” (2019).

³⁶⁴ <https://www.technologyreview.com/2023/01/09/1064892/mass-market-military-drones-tb2-10-breakthrough-technologies-2023/>

Los UCAS le incorporaron letalidad a las pequeñas plataformas aéreas, de vuelo a baja cota y poca velocidad, pero letalidad suficiente para constituir una amenaza, en especial a los vehículos blindados.

¿Podrán los UCAS y LM ser herramientas decisivas en las Guerras del Futuro? Tal vez sea excesivo calificarlas como “*herramientas decisivas*”. Pero analistas militares y combatientes observan con atención el empleo de estos sistemas en escenarios de guerra, como han sido la ocupación Rusa de Crimea (2014), Nagorno Karabaj (2022) y ahora la invasión de Rusia a Ucrania.

Por su parte, el caso de la incorporación de LM Iranies Shahed-136 por Rusia y su empleo junto con Misiles Balísticos de Corto Alcance (SRBM), formando parte de bombardeos a ciudades e infraestructura crítica de Ucrania, han mostrado una forma de empleo efectiva, que genera un enorme desgaste en el sistema de defensa y además aterroriza a la población.

Estos ejemplos nos estarían indicando, que su presencia en escenarios de futuros conflictos es una realidad que se acrecentará. Al menos, hasta que se encuentren soluciones tecnológicas C-UAS / LM eficientes para neutralizarlos. Mientras tanto, las FFAA de los países deben prepararse para la defensa contra estas amenazas emergentes y potencialmente disruptivas, incorporando capacidades específicas para destruirlos o al menos minimizar sus efectos.

Otro indicio que da certeza de su presencia futura, es el importante Mercado de Sistemas Aéreos Autónomos Letales que se ha abierto. El mismo está en pleno crecimiento y es disputado no solo por las grandes potencias y sus conglomerados industriales para la defensa, sino por otros países como Israel, Turquía o Irán, entre otros. Ellos compiten para colocar sus productos en los escenarios de guerra y promocionan haciendo uso de todos los medios de comunicación posibles, la participación de los mismos en los conflictos y, por los resultados que hasta ahora se están obteniendo, podemos afirmar que “*han venido para quedarse*”.

Y si los UCAS y LM ya “*han venido para quedarse*”, la necesidad de incorporar Sistemas de Defensa contra UAS (C-UAS) en elementos orgánicos de las fuerzas terrestres, además de otros organismos para la protección y defensa de infraestructura crítica de un país, resulta una Prioridad Urgente.

Porque además, los UCAS y LM se han convertido en una de las Tecnologías Emergentes más destacadas y empleadas por ambos países. Los ataques masivos y en enjambres sirvieron no solo para imponer el terror e intentar minar la moral del defensor, sino además y principalmente para saturar y desgastar los escasos sistemas de Def Ae de Ucrania, que debieron en muchos casos emplear costosos misiles S-A de sus sistemas, para intentar derribar andanadas de UAS de bajo costo.

Las lecciones aprendidas de conflictos como el presente, nos muestran como los países más avanzados desarrollan importantes programas para la obtención de sistemas C-UAS, integrando diferentes soluciones para la neutralización de estas amenazas, empleando sistemas de Guerra Electrónica, Armas de tubo y Vectores con efectos cinéticos y explosivos, así como armas de Energía Dirigida (DEW).³⁶⁵

“No todos los conflictos son similares, los escenarios variaran y los participantes normalmente diferirán en capacidades y experiencia de guerra. Además las tecnologías de sistemas UAS evolucionarán, así como las formas de empleo y se encontrarán mejores soluciones C-UAS. Pero los últimos conflictos y en especial la guerra en Ucrania, nos han dejado claro que los drones tienen un lugar ganado en la guerra moderna y que cualquier fuerza militar que espere alcanzar los objetivos que se ha impuesto para la batalla, deberá prestarles atención”. (Kallenborn – 2022).³⁶⁶

³⁶⁵ <https://www.microwavejournal.com/events/2186-counter-uas-technology-usa-2022>

³⁶⁶ Zachari Kallenborn. “Seven initial Drone Warfare Lessons from Ukraine”. Modern War Institute (2022) <https://mwi.usma.edu/seven-initial-drone-warfare-lessons-from-ukraine/>

FIGURA 55: EL DESARROLLO DE SISTEMAS CONTRA-UAS(C-UAS.) ES UNA PRIORIDAD PARA LAS FFAA. IZQ. (PROY US ARMY. MOBILE SLOW, SMALL, UNMANNED AERIAL INTEGRATED DEFEAT SYSTEM (M-LIDS)), DER (PROY DEFENSE HOMELAND SECURITY - EUA)



Fuente: breakingdefense.com

Fuente: fcw.com

Sobre la necesidad de disponer de una Base Industrial para la Defensa

La repentina Invasión de Rusia a Ucrania puso en evidencia aspectos relacionados con la importancia de disponer de una adecuada infraestructura nacional, pública y privada, que forme parte integral de la *Base Industrial para la Defensa (BID)* de un país. Así como la relevancia que su existencia o su carencia tienen, en el momento que “*el conflicto estalla*”.

Hace varias décadas que los países de Europa no se veían desafiados por las exigencias de un conflicto de alta intensidad y larga duración, como el de la invasión rusa a Ucrania. Conflictos modernos donde los recursos tecnológicos ya existentes y los nuevos que aparecen, permiten e imponen, la necesidad de combatir en “*múltiples dominios*”.

Todo ello está ocurriendo en Ucrania, en un escenario de duros combates que se caracterizan principalmente por demandar una enorme *Tasa de Consumo de Munición* de todas las armas.

Esto ha ido disminuyendo no solo los stocks de material existentes en los contendientes, sino que ha comprometido seriamente la capacidad de producción de la *BID*, incluso de los países que de uno u otro lado, asisten a las partes.

En tiempos de relativa paz, “*Otras urgencias de la política*” hacen que los líderes de los países en general, no establezcan como prioridad la necesidad de invertir en las capacidades de la *BID*, bajo la errónea premisa que, en caso de conflicto la misma se activará y movilizará en escaso tiempo, simplemente con una abundante inyección de recursos económicos aplicados al sector.

Ese concepto atado a concepciones de hace décadas, no parece el más adecuado para las sostener un esfuerzo típico de las guerras modernas. Porque una *BID* acorde a la época actual, abarca *todas las necesidades de Sistemas y Plataformas de Aire, Mar y Tierra*, que las organizaciones militares demandan para cumplir sus misiones específicas.

Y su implementación implica décadas de formación de Recursos Humanos e Infraestructura Industrial, planificación y ejecución de recursos de todo tipo, para lograr que la *BID* vaya conformándose, creciendo y evolucionando en el “*Estado del Arte*” de cada área específica, de acuerdo a las necesidades que las políticas de defensa del país requieren.

Solo a modo de ejemplo y para tomar dimensión de la magnitud del problema, vamos a hacer una breve referencia al problema de los “*Consumos de Munición de Artillería*”.

LOS CONSUMOS DE MUNICIÓN DE ARTILLERÍA: Un desafío para la Base Industrial de Defensa

A más de un año del inicio del conflicto, la asistencia militar a Ucrania de EUA y países de la NATO, han ocasionado que disminuyan los stocks de municiones, los que estarían alcanzando niveles críticos.

Esto motivó que el US Army planifique y requiera financiamiento en 2023, para implementar un sensible incremento en los volúmenes de producción, hasta triplicar la capacidad mensual, principalmente de munición de artillería de 155mm.

Como ocurre en todos los países que disponen de capacidades específicas para la fabricación de productos militares y particularmente el caso de la munición, expandir las capacidades existentes es muy complejo, requiere de grandes inversiones plurianuales y su entrada en régimen productivo a gran escala, puede llevar muchos años.

Expertos en defensa del *Foreign Police Research Institute*, afirmaron en Dic22³⁶⁷: *“La disponibilidad de municiones podría ser el factor individual más importante que determine el curso de la guerra en 2023, y eso dependerá de las reservas de proyectiles y la capacidad de producción de los mismos en el extranjero”*.

Lo que observamos que está ocurriendo con la guerra en Ucrania, es una Capacidad de Producción que se implementa para sostener un *“esfuerzo de guerra puntual”*, con demandas no habituales y supuestamente desmesuradas por un determinado tiempo, cuya extensión se desconoce.

¿Qué pasará cuando la guerra termine? ¿Qué se hace cuando llegan *“tiempos de paz”*, con toda esa infraestructura, recursos humanos y materiales sobredimensionados en capacidad de satisfacer una demanda que ya no existirá?

Al respecto el autor Alex Vershinin del *Royal United Service Institute* (RUSI), presentó un interesante artículo sobre el tema denominado *“The Return of Industrial Warfare”*,³⁶⁸ en el que describe la importancia que tiene para los países, disponer de una BID moderna, activa, flexible, robusta y diversificada, que permita soportar las exigencias de una confrontación de alta intensidad, entre países de capacidades similares.

Este autor, tomando como referencia del análisis la actual situación del conflicto, muestra como el empleo masivo de sistemas de artillería de tubo, cohetes / misiles, armas Atan y otros, puede llegar a agotar los stocks de armamento incluso de los países más avanzados, en poco tiempo.

Relacionado con lo anterior, expresa además en sus conclusiones: *“La guerra en Ucrania demuestra que la guerra entre adversarios iguales o cercanos, exige la existencia de una capacidad de producción técnicamente avanzada, a gran escala y de la era industrial. El ataque ruso en la invasión a Ucrania consume municiones a un ritmo que supera con creces las previsiones y la producción de municiones de Estados Unidos. ... Si la competencia entre autocracias y democracias realmente ha entrado en una fase militar, entonces el arsenal de la democracia, ante todo debe mejorar radicalmente su enfoque de la producción de material en tiempos de guerra”*.³⁶⁹

También del lado de Rusia y luego de más de un año de conflicto, la situación de sus stocks de munición de artillería de tubo, cohetes y misiles, estaría afectando el ritmo de sus operaciones.

Según un informe del *Director Nacional de Inteligencia de EUA*³⁷⁰, *“en el transcurso de la invasión a Ucrania, Rusia ha estado disparando munición de artillería de tubo, cohetes y misiles, a una tasa de consumo diario que resulta insostenible en el tiempo”*. Este análisis surge sobre la base de la información de los stocks que se estima dispondría Rusia, así como la capacidad de producción de su Base Industrial de Defensa.

367 <https://www.businessinsider.com/us-scrambling-for-artillery-shells-ukraine-can-use-against-russia-2023-1>

368 <https://rusi.org/explore-our-research/publications/commentary/return-industrial-warfare>

369 <https://www.fie.undef.edu.ar/ceptm/?p=10270>

370 https://www.defensenews.com/smr/reagan-defense-forum/2022/12/04/russia-burning-through-ammunition-in-ukraine-at-extraordinary-rate/?utm_campaign=dfn-ebb&utm_medium=email&utm_source=sailthru&SToverlay=2002c2d9-c344-4bbb-8610-e5794efcfa7d

Estamos ante una “*guerra de desgaste*”, donde una de las partes (Rusia), parecía hasta ahora disponer de recursos ilimitados para sostener ese ritmo de consumos³⁷¹, mientras que la otra parte (Ucrania), depende necesariamente del esfuerzo económico, productivo y logístico, que sus aliados puedan y estén dispuestos a sostener.

¿Por cuánto tiempo? ¿Meses, años? ¿A qué costo? ¿Cuál será el objetivo esperado a alcanzar? ¿Cuál es el costo “admisible” para alcanzar el objetivo citado?.

Esa Guerra de Desgaste “en destino”, o sea el lugar de la batalla, se transforma en una costosa y compleja “guerra de recursos”. Una Guerra Logística “de producción y abastecimiento”. Una verdadera carrera contra el tiempo y los recursos disponibles, con un resultado final altamente incierto.

Y la realidad es que, de no llegarse a una instancia de “*Alto el Fuego*” y negociaciones en búsqueda de “*La Paz*”, el resultado de este conflicto y el futuro de Ucrania dependerán en gran medida, de la capacidad que la Base Industrial para la Defensa y la Capacidad Logística de Abastecimiento, que otros países dispongan y estén dispuestos a seguir aportando para sostener el esfuerzo de guerra de Ucrania.

La Innovación y la importancia de invertir en la formación de RRHH.

Un interesante artículo “*Ukrainian Innovation in a war of attrition*”³⁷² de Seth G. Jones, publicado por CSIS,³⁷³ aborda el tema de la diferencia de medios y capacidades entre Rusia y Ucrania. Ello motivó que cuando éste último país comenzó a recibir equipamiento como parte de la asistencia militar, se presentó el desafío y el interrogante, acerca de si los soldados de Ucrania serían capaces de operar en combate y de manera eficiente, *sistemas de armas hasta ahora desconocidos* para ellos.

Y si serían capaces de aplicar toda su *imaginación e inventiva*, para sacar el mayor provecho posible de los medios recibidos.

La *Innovación aplicada por los RRHH*, también mostró ser un recurso importante para el éxito en el campo de batalla. Porque bien aprovechada, permite incrementar el poder de combate de una fuerza. Como ejemplo, Ucrania debió innovar “*sobre la marcha*” para poder explotar al máximo y compartir adecuadamente, la información proporcionada por el sistema satelital STARLINK.

O utilizar eficientemente sistemas de armas “*no orgánicos*” y escasos, como lanzadores de cohetes HIMARS, munición guiada de artillería Excalibur, misiles Atan como el Javelin o el N-LAW, el SPH Caesar 155mm, Tanques y vehículos blindados de diferentes tipos y procedencias, UAS letales como las LM Switchblade o los UCAS Bayraktar TB-2, entre otros.

Solo analizar la lista de los recursos aportados como asistencia militar, que consta en el documento “*US Security Cooperation with Ukraine*”,³⁷⁴ nos da la pauta de la complejidad y riesgos que conlleva, incorporar esa cantidad de sistemas de diverso origen en las organizaciones militares, cuyos soldados en escaso tiempo las estarán empleando en combate.

Con intensa capacitación específica y aplicando innovación en la forma de empleo de estos recursos, seguramente en el marco del concepto de combate de “*sistemas de armas combinadas*”, estos recursos militares progresivamente pudieron ser incorporados, tal vez no con eficiencia pero si con eficacia.

Y resulta interesante además lo que el citado artículo de CSIS³⁷⁵ también destaca acerca de que

371 Que de ser necesario puede reforzarse por sus “aliados”, cuyo grado de apoyo se desconoce a la fecha, por no existir información abierta al respecto.

372 <https://www.csis.org/analysis/ukrainian-innovation-war-attrition>

373 CSIS: Center for Strategic and International Studies.

374 [HTTPS://WWW.STATE.GOV/U-S-SECURITY-COOPERATION-WITH-UKRAINE/](https://www.state.gov/u-s-security-cooperation-with-ukraine/)

375 <https://www.csis.org/analysis/ukrainian-innovation-war-attrition>

“la innovación normalmente surge de los cuadros más jóvenes y más cercanos a las modernas tecnologías”, tales como drones comerciales, sistemas de posicionamiento GNSS, telefonía smart, así como el empleo de todos los recursos informáticos y equipamiento digital disponible.

Pero debe tenerse en cuenta que lo ideal es que la *“Innovación”* sea fomentada desde los tiempos de paz, debido a que la aplicación de nuevas tecnologías y su modo de empleo durante la guerra *“para ver cómo funcionan”*, normalmente tiene un alto costo en vidas y recursos.

Queda entonces como *“lección aprendida”*, la necesidad de disponer de un cuadro de militares profesionales, con un *grado adecuado y actualizado de Formación Tecnológica*, en un ámbito en el que *incursionar en nuevas tecnologías y en la innovación* sea lo normal.

Soldados bien capacitados, *motivados*, bien conducidos y con recursos adecuados, son capaces de *“hacer más con menos”*. Más allá que la urgencia de la guerra *“despierta los sentidos”*, lo ocurrido con Ucrania es una lección a tener en cuenta. De resiliencia, de innovación ante la carencia, de superación ante la adversidad, de saber *“porque se pelea”* y los sacrificios que ello implica.

Como valor agregado, un ámbito de desarrollo profesional donde la innovación es fomentada, permite también adaptarse e incorporar con más facilidad, sistemas de armas de otro origen y tecnologías desconocidas, en el caso que se deban enfrentar *“Tiempos de Guerra”*.

Y fundamentalmente, invertir tiempo y recursos en incrementar la competencia profesional de los cuadros permanentes de las FFAA, que son la *“Piedra fundamental de las capacidades militares”*.

REFLEXIONES FINALES

El seguimiento y análisis de la guerra derivada de la invasión de Rusia a Ucrania, nos muestra ante todo que las *Hipótesis de Conflicto y las Guerras* seguirán existiendo. Y que todos los países, no solo las potencias globales, incrementarán sus esfuerzos para seguir disponiendo de suficiente *Poder* como para continuar siendo *Militarmente Relevantes*, a fin de sostener sus objetivos y aspiraciones estratégicas en un entorno global complejo y cambiante.

Existen esfuerzos de algunas potencias para moverse gradualmente hacia un *Mundo Multipolar*, como resultado de muchos factores tales como la *Globalización de la Economía*, la *Competencia por los Recursos Naturales*, por los *Espacios Geográficos Estratégicos*, etc.

El *empleo del Poder Militar* en diferentes regiones del mundo se hace cada vez más presente, las inversiones para acceder a modernos sistemas de armas se han difundido y se incrementan, como consecuencia de la disponibilidad y proliferación de *Tecnologías Emergentes*, al alcance de muchos más actores.

Si bien La TECNOLOGIA es *sólo una de las partes del Poder Militar* y no puede considerarse la más importante, la aparición en los últimos conflictos de *Tecnologías Emergentes y potencialmente Disruptivas*, aplicadas correctamente y en un marco operacional adecuado, obligan a realizar un replanteo de las capacidades de las organizaciones, tanto en su equipamiento como su doctrina, que permita hacer frente a estas nuevas amenazas. Los Misiles Hipersónicos así como los Sistemas Aéreos Autónomos Letales (UCAS) y Loitering Munitions (LM), son algunos ejemplos de ello.

El empleo de los sistemas de artillería y los avances tecnológicos en el área de los *“Fuegos Precisos de largo Alcance”*, nos muestran que quien tiene hoy más ALCANCE – PRECISIÓN – MOVILIDAD, dispone de enormes ventajas frente a su adversario.

Porque esas capacidades, le permiten anticiparse al accionar del enemigo, atacando las instalaciones logísticas, así como su complejo industrial y servicios críticos, neutralizando y dificultando así su capacidad de movilización y desplazamiento.

Una lección aprendida, ha sido tomar conciencia de la necesidad de disponer de una *Base Industrial para la Defensa*, alistada, robusta, flexible y moderna, en capacidad de responder a la extraor-

dinaria demanda de equipamiento e insumos de alto consumo, como por ejemplo la Munición de Artillería y misiles.

Para ello resulta imprescindible *conocer y entender las tendencias y evolución de los Sistemas de Defensa* en un futuro cercano. Esto permite a las autoridades, analizar y planificar el futuro de manera más eficiente y con *Visión Prospectiva*, de forma tal que los recursos presupuestarios destinados a la Defensa Nacional, puedan ser aplicados racionalmente en orden al cumplimiento de los objetivos fijados.

Mantenemos la esperanza que todos estos revolucionarios sistemas de armas, sirvan para disponer de *“una capacidad de disuasión creíble”* que sea de utilidad para *limitar la posibilidad de conflictos* y no como *potenciales generadores* de nuevas guerras.

Pero lo cierto es que, *quién NO los disponga*, o al menos *NO esté preparado para defenderse de ellos*, se encontrará en una situación de gran desventaja, como para cumplir adecuadamente las misiones asignadas al Instrumento Militar de Defensa de ese país.

Vivimos en un mundo en que las relaciones entre los países van cambiando, al compás del rumbo que establecen las potencias globales, de acuerdo a sus ambiciones geopolíticas y estratégicas.

Nuestro país entiende que vivimos en una *“Región de Paz”* y alejada de los conflictos globales. Eso es lo que todos deseamos fervorosamente.

Pero analizando la evolución de la situación internacional, así como la demanda creciente de espacios físicos y recursos naturales en un futuro cercano, pensar en la *“Paz Eterna”* parece más una expresión de deseo, que la realidad que a diario observamos.

“La única cosa más importante que la Opulencia, es la DEFENSA”
Adam Smith.

BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES

- a. Martin Van Creveld. *“Technology and War: from 2000 B.C. to the present”*. (1989). The Free Press Ed.
- b. *“Ballistic and Cruise Missile Threat 2020”*. DEFENSE INTELLIGENCE BALLISTIC MISSILE ANALYSIS COMMITTEE. https://media.defense.gov/2021/jan/11/2002563190/-1/-1/1/2020%20BALLISTIC%20AND%20CRUISE%20MISSILE%20THREAT_FINAL_2OCT_REDUCEDFILE.PDF
- c. Centro de Estudios de Prospectiva Tecnológica Militar “GR Mosconi”. <https://www.fie.undef.edu.ar/ceptm/>
- d. Actis Pabrik. *“Foreword. War In Ukraine: Lessons from Europe”*. (2016). Center for East European Policy Studies; Riga; LVA; University of Latvia Press.
- e. Phillip Karber. *“Lessons Learned from Russo-Ukrainian War”*. (2015) Potomac Foundation.
- f. Robert G. Angevine; et al. *“Learning lessons from Ukraine conflict”*. (2019). IDA (Institute for Defense Analysis).
- g. Gugliemone José. *“La oportunidad de sobrevivir en la última capa de defensa antiaérea”*. CEPTM “Mosconi”. Facultad de Ingeniería del EA. FIE-UNDEF <http://www.cefadigital.edu.ar/bitstream/1847939/1615/1/TEC1000%202017%20La%20oportunidad%20de%20sobrevivir%20en%20la%20ultima%20capa%20de%20la%20defensa%20antiaerea.pdf>
- h. Ove S. Dullum et.al. *“INDIRECT FIRES: A technical analysis of the employment, accuracy and effect of indirect t-fire artillery weapons”*. (2017) ARES.
- i. Perez Arrieu Juan C. *“CONOCIMIENTO, C&T Y PODER MILITAR EN EL SIGLO XXI Las Guerras del Futuro”*. CEPTM “Mosconi”. Facultad de Ingeniería del EA. FIE-UNDEF <http://www.>

cefadigital.edu.ar/bitstream/1847939/1605/1/TEC1000%202017%20Conocimiento%20CYT%20y%20Poder%20Militar%20en%20el%20sXXI.pdf

- j. "Integrating for operations today and warfighting tomorrow". RUSI (2021).
 - k. "US Security Cooperation with Ukraine". US DEPARTMENT OF STATE (2023). <https://www.state.gov/u-s-security-cooperation-with-ukraine/>
 - l. Dr Uzi Rubin. "The Second Nagorno-Karabakh War: A milestone in Military Affairs".(2020) BESA (Begin Sadat Center for Strategic Studies).
 - m. Air War College. Air University (USAF). J. Letsinger (2012) "Hypersonic Global Strike: feasibility and options".
 - n. CEPTM "Mosconi". "TECNOLOGIAS APLICADAS A LA DEFENSA" Facultad de Ingeniería del EA (2017). <https://www.fie.undef.edu.ar/ceptm/wp-content/uploads/2020/02/ListadoTecnologiasAplicadasDefensa.pdf>
 - o. Kristian Vuorio. "The Use of Thermobaric weapons". (2015). Defense University. Finland. https://www.researchgate.net/publication/322553927_Use_of_Thermobaric_Weapons.
 - p. "Ballistic and Cruise Missile Threat- 2020". FAS . Defense Intelligence Ballistic Missile Analysis Committee. (2020), <https://irp.fas.org/threat/missile/bm-2020.pdf>
 - q. Center of the Study of Drones at Bard College (2017) <https://dronecenter.bard.edu/files/2017/02/CSD-Loitering-Munitions.pdf>
 - r. Allende Walter. "DRONES: La siguiente Guerra". CEPTM "Mosconi". Facultad de Ingeniería del EA. FIE-UNDEF <http://www.cefadigital.edu.ar/bitstream/1847939/1606/1/TEC1000%202017%20Drones%20La%20siguiente%20guerra.pdf>
 - s. Fernando Quinodoz. "Munición guiada para armas de apoyo de fuego de artillería y morteros" (2017) CEPTM "Mosconi". Facultad de Ingeniería del EA .FIE – UNDEF
 - t. Dr Uzi Rubin. "UAVs in the Mediterranean".(2020) Jerusalem Institute for Strategy and Security (JISS)
 - u. "Making a world a safer place". Missile Defense Advocacy Agency - MDAA. (2018). <http://missiledefenseadvocacy.org/missile-threat-and-proliferation/missile-basics/hypersonic-missiles>
 - v. B. Fitzgerald; K, Saylor. "Creative disruption technology strategy and the future of the global defense industry". (2014) CNAS. Fuente: <https://www.cnas.org/publications/reports/creative-disruption-technology-strategy-and-the-future-of-the-global-defense-industry>
 - w. S. Cranny-Evans. "The role of artillery in a war between Russia and Ukraine". RUSI. (2022)
 - x. M. Smolkis et.al. "FY17 Weapon Systems Factbook". CSBA (2017)
 - y. S. Jones, R. McCabe, A. Palmer. "Ukrainian innovation in a war of attrition". CSIS (2023). <https://www.csis.org/analysis/ukrainian-innovation-war-attrition>
 - z. Jacob Con; "FY17 Weapon Systems Factbook", Center of Strategic and Budgetary Assessments (CSBA).
- aa. Información de Prensa de sitios web y fuentes varias: AUSA; CSIS; DARPA; FDD; Forbes; IISS; MDAA; Reuters; RUSI; JANES; 19FortyFive.com; Airforce-technology.com; archynewsy.com; Army-guide; Army recognition; Army- technology; Asiatimes.com; atlanticcouncil.org; athlonavia.com; autelrobotics.com; avinc.com; baykardefense.com; breakingdefense.com; bbc.com; bussinessinsider.com; cat-uxo.com; clusterconvention.org; defensemirror.com; defensenews.com; defenseworld.net; dronewars2021.com; dw.com; edition,cnn.com; Eurasian times; globalsecurity.org; Informnapalm.org; larazon.es; latimes.com; lockheedmartin.com; Military- Today; Military.com; missilethreat.csis.org; nationalinterest.org; newsweek.com; nation.com.pk; Nytimes.com; ramuav.com; rocketsan.com; sputniknews.

com; technologyreview.com; tass.com; Thedrive.com; thedefensepost.com; uadynamics.com; ukrspecsystems.com; Ukrinform.com; war.ukraine.org; warontherocks.com. world-today-news.com; wsj.com; zala-aero.com; zona-militar.com.

Las AHS, así como otros SA innovadores (p.ej. los drones suicidas o loitering munition) se han integrado a los arsenales estratégicos y tácticos, acelerando el cambio tecnológico y doctrinario militar.

(*) Juan Carlos VILLANUEVA es Oficial retirado del Ejército Argentino con el grado de Coronel de Infantería. Ingeniero Militar de la especialidad Mecánica – Armamentos. Paracaidista Militar y Veterano de la Guerra de Malvinas. Realizó una Maestría en Gestión de Empresas Tecnológicas (Doble titulación ITBA / EOI-España), Especialista en Gestión Tecnológica (Instituto Tecnológico Bs As – ITBA). Ocupó cargos directivos en Fábricas Militares (DGFm) con responsabilidad en la fabricación de Armamento y Munición. Se desempeñó, en el ámbito de Proyectos Militares en el EMCFFAA, en el EMGE y en CITEDEF. Realizó los cursos de Formación, Avanzada y de Especialización de Inspector en el área de Misiles, del "United Nations Monitoring and Verification Commission (UNMOVIC)". Desde el 2015 se desempeña como Analista de Armamentos en el CEPTM "Gr1 MOSCONI" – Facultad de Ingeniería del Ejército Argentino (FIE).

1.4

La situación de la central de Zaporizhzhya, Ucrania, y los riesgos de un accidente nuclear

Por el Cnl (R) A OIM Dr Osvaldo Azpitarte (*)

Introducción

La invasión de Ucrania por parte de Rusia desatada en febrero de 2022, y el conflicto armado derivado, ha generado un profundo rechazo a nivel mundial por la alevosa violación de todas las leyes, tratados y principios internacionales por parte de Rusia, y sobre todo, por los atroces resultados de pérdidas humanas y materiales infligidas al pueblo ucraniano.

Uno de los aspectos más preocupantes del conflicto es que Rusia, habiendo ocupado la región sudeste de Ucrania, ha tomado, el 4 de marzo, el control de la central nuclear más grande de Europa, la central nuclear de Zaporizhzhya, compuesta por seis reactores nucleares tipo PWR de 950 MWe cada uno.

Lo más alarmante de la ocupación rusa de la central nuclear de Zaporizhzhya es que ésta ha quedado ubicada dentro de una región que el ejército ucraniano lucha por recuperar y el ejército ruso lucha por mantener ocupada. Como resultado de este enfrentamiento, proyectiles de artillería de ambos bandos han caído cerca de la central, poniendo en riesgo su seguridad física y nuclear.

El objetivo de este artículo es analizar, desde un punto de vista técnico, los riesgos adicionales de posibles accidentes nucleares derivados de esta situación y sus consecuencias radiológicas.

Energía nuclear en Ucrania (IAEA, 2020)

El programa nuclear de Ucrania se lanzó en la década del 70, como parte del programa de energía nuclear de la, entonces, Unión Soviética. Los primeros reactores, del tipo RBMK de 1000 MWe, comenzaron a operar en 1977 en la localidad de Chernobyl.

En la actualidad, Ucrania cuenta con 15 reactores en operación en 4 sitios (Khmelnitski, Rovno, South Ukraine y Zaporozhye), y 4 reactores en parada permanente en el sitio de Chernobyl, como se puede apreciar en el mapa de Ucrania (Figura 1) y en la Tabla 1.

La totalidad de los reactores nucleares en operación en Ucrania son del tipo PWR (Pressurized Water Reactor), modelo ruso, tipo VVER 1000 o VVER 440.

FIGURA 1: CENTRALES NUCLEARES EN UCRANIA

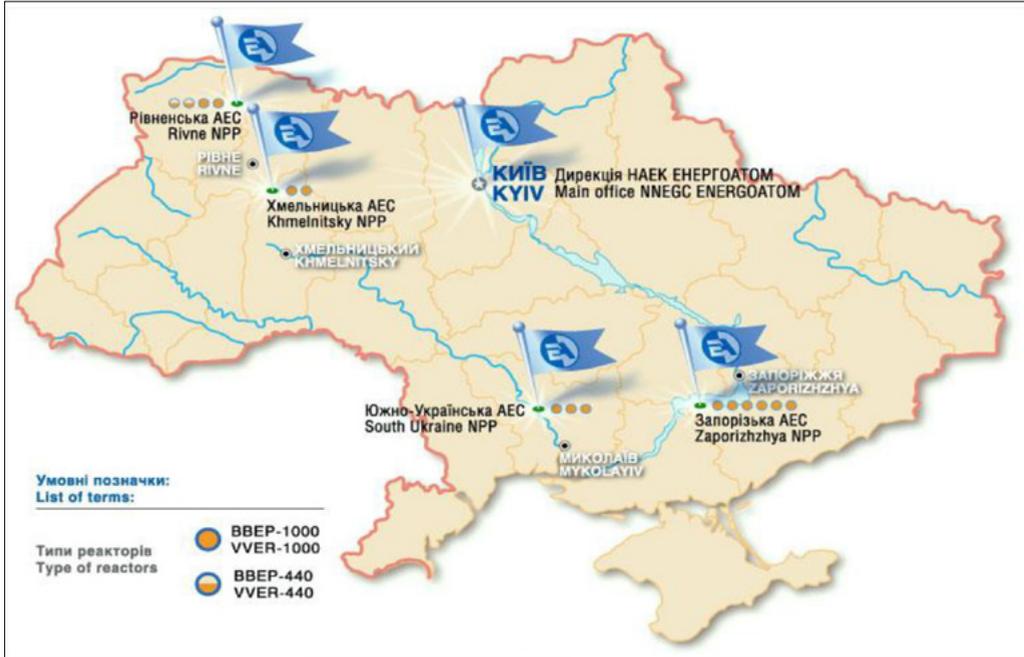


TABLA 1: CENTRALES NUCLEARES EN UCRANIA

Reactor Unit	Type	Capacity MW(e)	Status	First Grid Date	Shutdown Date
KHMELNITSKI- 1	PWR	950	Operational	1987-12-10	
KHMELNITSKI- 2	PWR	950	Operational	2004-08-01	
ROVNO-1	PWR	381	Operational	1980-12-17	
ROVNO-2	PWR	376	Operational	1981-12-19	
ROVNO-3	PWR	950	Operational	1986-11-11	
ROVNO-4	PWR	950	Operational	2004-09-26	
SOUTH UKRAINE-1	PWR	950	Operational	1982-12-09	
SOUTH UKRAINE-2	PWR	950	Operational	1984-12-30	
SOUTH UKRAINE-3	PWR	950	Operational	1989-09-02	
ZAPOROZHYE- 1	PWR	950	Operational	1984-12-07	
ZAPOROZHYE- 2	PWR	950	Operational	1985-06-28	
ZAPOROZHYE- 3	PWR	950	Operational	1986-12-04	
ZAPOROZHYE- 4	PWR	950	Operational	1987-12-15	
ZAPOROZHYE- 5	PWR	950	Operational	1989-07-20	
ZAPOROZHYE- 6	PWR	950	Operational	1995-10-06	
CHERNOBYL-1	LWGR	740	Permanent Shutdown	1977-08-02	1996-11-30
CHERNOBYL-2	LWGR	925	Permanent Shutdown	1978-11-17	1991-10-11
CHERNOBYL-3	LWGR	925	Permanent Shutdown	1981-06-02	2000-12-15
CHERNOBYL-4	LWGR	925	Permanent Shutdown	1983-11-26	1986-04-26

Reactor tipo VVER 1000 (Ronald Knief, 1992)

La flota de reactores de Ucrania está compuesta, en su mayoría, por reactores de tipo VVER 1000. La planta nuclear de Zaporozhye, que es la más comprometida en el actual conflicto bélico, está compuesta por seis de esos reactores. Dedicaremos, entonces, este apartado, a su descripción general y, en particular, a la especificación de sus sistemas de seguridad nuclear.

El VVER 1000 es un reactor tipo PWR (Pressurized Water Reactor) refrigerado por agua liviana presurizada y alimentado por combustible de UO_2 compuesto por Uranio enriquecido al 4 por ciento.

Todo reactor del tipo PWR, como el VVER 1000, está compuesto por un circuito primario, un circuito secundario y un circuito terciario. El circuito primario cumple la función de hacer circular el refrigerante, extraer el calor generado en el combustible nuclear, y entregarlo al circuito secundario. El circuito secundario

utiliza ese calor para evaporar H_2O y utilizar el vapor resultante para hacer girar una turbina cuyo eje, a su vez, hace girar un generador que produce energía eléctrica. Finalmente, el circuito terciario, abierto al medio ambiente, se utiliza para refrigerar el circuito secundario y condensar nuevamente el vapor generado.

El circuito primario del VVER 1000 está compuesto por:

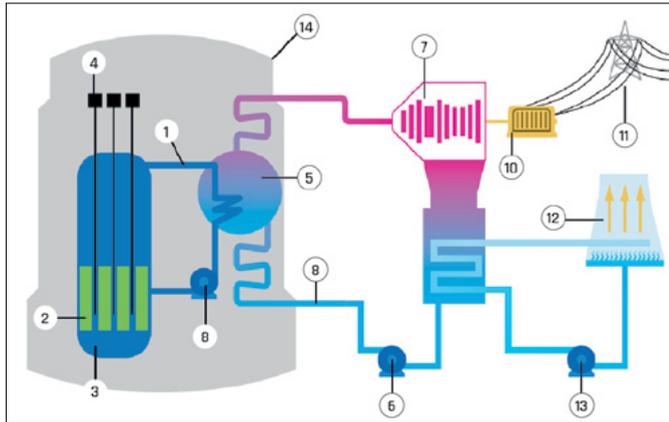
- > un núcleo (2) compuesto por 151 elementos combustibles verticales de sección hexagonal y 3.56 m de altura (barras de color verde). El combustible utilizado es UO_2 con Uranio enriquecido al 4%.
- > un recipiente de presión (3), o RPV (Reactor Pressure Vessel), que es una vasija cilíndrica de acero de 22 centímetros de espesor, 13 metros de altura y 6 metros de diámetro, que contiene al núcleo sumergido en H_2O líquida a una temperatura promedio de $300\text{ }^\circ\text{C}$ y 16.5 MPa de presión.
- > 109 barras verticales de Boro (4), que se utilizan para controlar la potencia del núcleo (introduciendo o extrayendo barras) o para extinguir totalmente la reacción nuclear en cadena cuando sea necesario (barras totalmente insertadas).
- > cuatro loops, compuesto cada uno por una bomba (8), que hace circular el H_2O refrigerante, un generador de vapor (5) y cañerías por donde circula el refrigerante (1).

El H_2O refrigerante ingresa al núcleo por la parte inferior del RPV, a $290\text{ }^\circ\text{C}$, extrae el calor del combustible, y sale por la parte superior del RPV a $322\text{ }^\circ\text{C}$.

En cada generador de vapor, el H_2O del primario ingresa a $322\text{ }^\circ\text{C}$, es enfriado por contacto (sin mezclarse) con el H_2O del circuito secundario, y sale a la bomba del primario a $290\text{ }^\circ\text{C}$.

Todo el circuito primario está contenido dentro de la denominada “contención” (14). Esta es una estructura cilíndrica, hermética, de aproximadamente 30 metros de altura y 20 metros de diámetro, cuyas paredes de hormigón tienen un espesor de 80 centímetros. La función principal de la conten-

FIGURA 2: ESQUEMA DEL REACTOR VVER 1000



ción es la de retener en su interior hermético a todo el material radioactivo que podría liberarse del núcleo en caso de un accidente nuclear. Su función secundaria es la de proteger al núcleo del reactor de cualquier evento externo que pudiera afectarlo, sea éste natural (huracán, inundación, incendio, etc.) o artificial (proyectil, misil o aeronave). Las características particulares de esa contención hacen que pueda soportar, en caso de accidente, una presión interna de 4 MPa, y, en caso de un ataque externo, hasta el impacto directo de una aeronave a gran velocidad.

El circuito secundario está compuesto por:

- > una bomba de alimentación de H₂O (6)
- > cañerías de circulación (9)
- > cuatro generadores de vapor (5), donde el H₂O del circuito secundario se evapora al tomar contacto, sin mezclarse, con el H₂O más caliente del circuito primario.
- > una turbina (7), que gira sobre su eje, impulsada por la energía cinética del vapor.
- > un generador de electricidad (10), cuyo eje gira asociado al eje de la turbina y produce energía eléctrica que se entrega a la red externa, y, en pequeña proporción (10%), alimenta a los sistemas del mismo reactor
- > un condensador (11), que recibe la descarga de vapor de la turbina, condensa ese vapor nuevamente a estado líquido, refrigerándolo con el H₂O del circuito terciario abierto al medio ambiente (atmósfera, río o mar), e inyecta el agua nuevamente a la bomba de alimentación.

El circuito terciario está abierto al medio ambiente y está compuesto por una bomba (13) que toma agua a temperatura ambiente de una fuente natural (río o mar) y la hace circular por el condensador (11) donde condensa el vapor del secundario sin mezclar sus fluidos. Finalmente, disipa calor a través de una torre de enfriamiento (12), y devuelve el agua al medio ambiente a una temperatura levemente superior a la tomada.

Conceptos relacionados a la seguridad de un reactor nuclear (Samuel Glasstone, 1990)

- > La radioactividad presente en un reactor se genera en la cadena de reacciones de fisión que se produce en el combustible. En cada fisión, un átomo de Uranio absorbe un neutrón libre y fisiona, liberando energía y dando lugar a dos productos de fisión (átomos de menor masa que el átomo de Uranio) y a dos o tres neutrones libres que mantienen la reacción en cadena. Los productos de fisión son altamente inestables y radioactivos.
- > La energía generada en el núcleo debe ser extraída continuamente por el flujo del refrigerante. Si esto no fuera posible, sea por ausencia de flujo (falla de las bombas) o por pérdida de refrigerante, la acumulación de calor podría producir que el núcleo se funda por exceso de temperatura. Esta fusión daría lugar a la liberación de los productos de fisión que son retenidos en la matriz del combustible.
- > Aún después de haberse extinguido la reacción de fisión en cadena, por inserción de las barras de control, el combustible nuclear continúa emitiendo calor, un calor denominado "calor de decaimiento o calor residual", que es debido, principalmente, al decaimiento radioactivo de los productos de fisión. Ese calor disminuye a medida que pasa el tiempo. Si bien su magnitud es muy baja, del orden de 1 por ciento del calor producido en operación normal, debe ser extraído, ya que de lo contrario podría producir la fusión del núcleo a largo plazo (algunas horas).

- > Una vez que un elemento combustible ya ha generado toda la potencia térmica para la que fue diseñado, después de un tiempo de permanencia en el núcleo de aproximadamente 4 años, ese elemento combustible “quemado” debe ser extraído del núcleo y reemplazado por un elemento combustible “fresco”. Los elementos combustibles quemados son sumergidos en las denominadas piletas de decaimiento, o piletas de elementos combustibles quemados. Estas son piletas abiertas de H₂O a presión y temperatura atmosférica, de grandes dimensiones y profundidad, donde los elementos combustibles se almacenan, durante varios años, hasta su disposición final. Están ubicadas en un edificio adyacente a la contención. Es fundamental que los elementos combustibles quemados sean mantenidos siempre totalmente sumergidos en el H₂O de las piletas, porque allí disipan su calor de decaimiento.
- > el inventario radioactivo total de un reactor se concentra en dos lugares: el núcleo, donde reside el combustible y tiene lugar la reacción de fisión en cadena, y la piletas de elementos combustibles quemados.
 - Los sistemas de seguridad de un reactor están diseñados para evitar que ese inventario radioactivo tome contacto con el medio ambiente.

Sistemas de seguridad de un reactor VVER (Ronald Knief, 1992)

- > Sistema de parada
 - Las barras de seguridad y control, de Boro (material absorbente de neutrones), se insertan en el núcleo para extinguir la reacción en cadena en caso de un accidente
- > Sistema de refrigeración de emergencia del núcleo
 - Este sistema actúa en caso de que se pierda el refrigerante del circuito primario por una rotura importante. Su función es mantener el núcleo inundado de H₂O y hacerla circular para extraer el calor residual en forma permanente, luego de declarado el accidente y hasta que el reactor pueda ser llevado a una situación segura y estable.
 - Este sistema incluye tanques de H₂O de reserva (para reponer la pérdida), bombas de recirculación de H₂O e intercambiadores de calor para extraer el calor residual. El tamaño y la capacidad de estos componentes es menor que el de los componentes equivalentes del circuito primario.
- > Sistema de extracción de calor residual
 - La función de este sistema es la de extraer el calor residual del núcleo, tanto en caso de parada normal (para mantenimiento o recambio de combustible), como en caso de accidente de pérdida de flujo del circuito primario por falla de las bombas.
 - Este sistema incluye bombas de recirculación de H₂O e intercambiadores de calor para extraer el calor residual. El tamaño y la capacidad de estos componentes es menor que el de los componentes equivalentes del circuito primario.
- > Contención
 - En caso de accidente con fusión de núcleo, el peor accidente posible, la contención (Figura 2 – (14)) es la última barrera para impedir que el inventario radioactivo del reactor se libere al medio ambiente. Para ello debe ser suficientemente robusta (paredes de hormigón de 80 cm de espesor) y hermética.
- > Sistema eléctrico
 - Si bien el sistema eléctrico no es un sistema de seguridad propiamente dicho, su correcto funcionamiento es fundamental para disponer de los sistemas de seguridad activos, y su falla puede dar lugar a un accidente grave.

Los sistemas eléctricos de todos los reactores nucleares responden al esquema que se presenta en la Tabla 2.

TABLA 2: ESQUEMA DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE UN REACTOR NUCLEAR

Clase	CA - CC	Tensión	Interrumpibilidad	Fuente
Clase IV	CA	AT - MT	Interrumpible	Generador propio + línea externa
Clase III	CA	AT - MT	Interrumpible por poco tiempo	Clase IV + Generadores Diesel
Clase II	CA	BT	No interrumpible	Clase III + Baterías
Clase I	CC	BT	No interrumpible	Clase III + Baterías
Clase III : sistemas de seguridad				
Clases I y II : iluminación, instrumentación y control				

El sistema eléctrico consta de cuatro clases:

> Clase IV:

Provee corriente alterna de alta y media tensión y se puede interrumpir sin poner en riesgo la seguridad del reactor. Su fuente de energía es el generador propio del reactor, cuando el reactor está en funcionamiento. Cuando el reactor está parado, el sentido de la corriente se invierte, y sus sistemas se alimentan de energía eléctrica provista por la misma red.

> Clase III

Provee corriente alterna de alta y media tensión y se puede interrumpir por corto tiempo (no más de un minuto) sin poner en riesgo la seguridad del reactor. Su fuente de energía es la Clase IV. En caso de que ésta no estuviera disponible, cuenta con cuatro grandes generadores diesel (del tamaño aproximado de una locomotora) para alimentar cargas fundamentales como los sistemas de seguridad. Estos generadores responden a la regla llamada de 4x50, es decir que cada uno puede proporcionar el 50% de la energía eléctrica que necesita el reactor. De esta forma, con que dos de los cuatro generadores funcionen, es suficiente para proveer a la seguridad del reactor. Los generadores almacenan combustible que les otorga una autonomía de 48 horas.

> Clase II

Provee corriente alterna de baja tensión, y no se debe interrumpir nunca. Su fuente de energía es la Clase III. En caso de que ésta no estuviera disponible, cuenta con bancos de baterías. Alimenta al sistema de instrumentación y control (sala de control del reactor) y al sistema de iluminación.

> Clase I

Provee corriente continua de baja tensión, y no se debe interrumpir nunca. Su fuente de energía es la Clase III. En caso de que ésta no estuviera disponible, cuenta con bancos de baterías. Alimenta al sistema de instrumentación y control (sala de control del reactor) y al sistema de iluminación.

Posibles accidentes nucleares en la central nuclear de Zaporozhye (Bulletin, 2023)

A continuación se analizan los principales escenarios posibles de accidente nuclear en la central nuclear de Zaporozhye.

Brecha en la contención

La pregunta a responder es qué tan posible es que se produzca una brecha en la contención de un reactor por motivo de un "proyectil externo", y cuáles serían las posibles consecuencias.

Vamos a considerar, en un principio, que el impacto del proyectil en la contención se produce de manera fortuita, es decir, producto del fragor del combate cercano, y sin que la intención del que lanzó el proyectil sea provocar una brecha en la contención. En este caso, diremos que la probabilidad de una brecha depende del tamaño, calibre y tipo de proyectil. En el caso de proyectiles de armas portátiles de infantería de cualquier calibre, la probabilidad de daño es nula, dadas las características de la contención. En el caso de proyectiles de morteros o artillería convencional (80, 105, 120 o 155 mm, por ejemplo), éstos pueden causar algún daño menor, pero sin provocar una brecha completa. Lo mismo sucedería con el impacto de un proyectil aéreo, drone o aeronave pequeña. Distinto sería el caso de, por ejemplo, el impacto directo de un misil antitanque, diseñado especialmente para perforar un blindaje grueso. En este caso, ese impacto directo podría producir una brecha pequeña en la contención, de menos de un metro de diámetro. Para que se produzca una brecha grande, el impacto debería ser el de un artefacto similar a los que se utilizan para derribar bunkers reforzados, y, además, debería haber sido hecho con la intención explícita de dañar gravemente la contención y el reactor, lo que, por ahora, estaría descartado, ya que sería equivalente, directamente, al empleo de armamento nuclear táctico.

¿Cuáles serían las consecuencias de una brecha en la contención del reactor? Las consecuencias serían graves, ya que el circuito primario del reactor, donde se encuentra el mayor inventario radioactivo quedaría expuesto al medio ambiente. La gravedad de esto dependerá, lógicamente, del tamaño de la brecha. A partir de producida ésta, cualquier evento externo que dañe el circuito primario o accidente nuclear que lo involucre, provocaría la liberación de material radioactivo al medio ambiente. Las consecuencias radiológicas dependerán de la cantidad de material radioactivo liberado.

Accidente con pérdida de refrigerante (LOCA - Lost of Cooling Accident)

Este es uno de los accidentes nucleares más graves. Se produce cuando el circuito primario se rompe en algún punto y se pierde agua refrigerante en gran cantidad. El primario contiene toneladas de agua refrigerante a 300 °C y 16 MPa de presión. El agua que se pierde es levemente radioactiva, se evapora violentamente y queda retenida en la contención hermética. La gravedad de este accidente radica en que el combustible nuclear, sin la debida refrigeración, puede aumentar su temperatura hasta llegar a la temperatura de fusión del combustible de UO₂ (2800 °C). Producida la fusión del combustible, se liberan a la contención los productos de fisión altamente radioactivos que se mantenían retenidos en su matriz.

Para evitar que el combustible se funda en caso de LOCA, debe actuar el sistema de seguridad de Refrigeración de Emergencia del Núcleo (ECCS – Emergency Core Cooling System), que repone el refrigerante perdido por el primario desde tanques de agua de reserva. Para que este sistema pueda actuar debe estar asegurada la provisión de energía eléctrica de Clase III, es decir, deben estar disponibles los generadores diesel. En caso de no estar éstos utilizables, será inevitable la fusión del combustible y la liberación de material radioactivo a la contención.

Asociado con el LOCA, se produce, también, un fenómeno de oxidación de las vainas de Zircalloy del combustible ($Zr + 2H_2O \rightarrow ZrO_2 + 2H_2$) por el que se libera Hidrógeno a la contención. Ese Hidrógeno liberado puede acumularse en la parte superior de la contención, y, eventualmente, producir explosiones que pongan en riesgo su integridad.

Las consecuencias radiológicas de un LOCA dependerán de las condiciones de hermeticidad de la contención. Cualquier brecha en la contención significará la liberación inmediata de material radioactivo al medio ambiente. El contenido de material radioactivo liberado a la contención dependerá del grado de fusión del núcleo (núcleo totalmente fundido o núcleo parcialmente fundido).

Por lo visto, en caso de que se produzca un accidente tipo LOCA es de vital importancia la integridad y hermeticidad de la contención y la disponibilidad de alimentación eléctrica de Clase III.

Accidente por falta de alimentación eléctrica (blackout)

El accidente de falta de alimentación eléctrica, denominado comúnmente blackout, se produce por la pérdida sucesiva de las distintas fuentes de alimentación eléctrica del reactor: el generador propio, la red eléctrica externa, los generadores diesel y las baterías.

Este tipo de accidente es particularmente grave, porque todos los sistemas de seguridad del reactor son activos, es decir, necesitan energía eléctrica para funcionar.

Cuando el reactor opera normalmente, la energía eléctrica que consumen sus sistemas (bombas, válvulas, etc..) la provee su propio generador, que entrega a la red externa el 90% de la energía que produce y desvía el 10% restante para el consumo interno.

Cuando el reactor está parado, sea por mantenimiento, recambio de combustible o por seguridad, no genera energía, por lo que debe alimentarse de la red externa (el flujo de energía eléctrica se invierte).

Recordemos que, aunque el reactor esté parado (reacción de fisión en cadena extinguida), el combustible continúa emitiendo calor residual (producido por los productos de fisión). Este calor representa, aproximadamente, un 1 por ciento del calor producido a potencia normal. No obstante, es fundamental extraerlo del combustible, ya que de lo contrario, el calor acumulado podría fundir el núcleo a largo plazo (algunas horas). El sistema encargado de extraer este calor es el Sistema de Extracción de Calor Residual (RHRS – Residual Heat Removal System), compuesto por bombas e intercambiadores de calor. Este sistema es activo, es decir, necesita alimentación eléctrica para funcionar.

Si mientras el reactor está parado, la provisión de energía eléctrica de Clase IV está asegurada por la red eléctrica externa, entonces todos los sistemas del reactor están alimentados y no hay riesgo de accidente. No obstante, existe la posibilidad de que esta red no esté disponible. Sería el caso, por ejemplo, de que se vea afectada por eventos externos extremos (huracanes, inundaciones, etc..), incendios naturales o provocados, bombardeos o ataques terrestres que afecten la plaza de maniobras (lugar donde se produce la conexión entre el reactor y la red externa), o bombardeos o ataques que provoquen la caída de torres de alta tensión. En este caso, el reactor conmuta automáticamente las conexiones y comienza a alimentarse de energía eléctrica de Clase III.

La Clase III alimenta solamente a los sistemas de seguridad y a los sistemas de iluminación, instrumentación y control. Todo otro sistema, incluso las bombas del circuito primario, se desconecta. Tiene como fuente de energía a cuatro generadores diesel. Cada generador se aloja en un pequeño edificio convencional (sin protección adicional), suficientemente separado de los demás generadores. Esta separación física es fundamental, para evitar que un mismo evento (incendio, inundación, etc..) deje fuera de servicio a los cuatro generadores en forma simultánea.

Disponer de Clase III es de vital importancia para la seguridad del reactor, ya que alimenta al Sistema de Extracción de Calor Residual (RHRS). No contar con Clase III, conduce, indefectiblemente, a una fusión total o parcial del núcleo, con liberación de productos de fusión a la contención.

El hecho de que un reactor esté emplazado en una zona de conflicto bélico, implica la existencia de riesgos adicionales para los generadores diesel de Clase III. Esos riesgos adicionales pueden ser explosiones o incendios. Una explosión directa o cercana, suficientemente poderosa, lo mismo que un incendio, puede destruir o poner fuera de servicio un generador. Este riesgo requerirá adoptar medidas de protección física adicionales para proteger los generadores, como por ejemplo, la colocación de bolsas de arena.

Accidente que afecte la piletta de decaimiento

Las piletas de decaimiento concentran un importante inventario radioactivo. Sin embargo, los elementos combustibles quemados, extraídos del reactor y sumergidos en las piletas, emiten un calor de decaimiento muy bajo, que disminuye con el tiempo. Ese calor es extraído por la convección levemente forzada, o incluso natural, del agua de las piletas. Para evitar que los elementos combustibles se dañen o liberen los productos de fisión retenidos a la atmósfera, es suficiente con mantenerlos sumergidos. De esta forma, la única hipótesis de accidente grave, en este caso, es que una explosión directa y suficientemente poderosa, dañe la piletta de decaimiento provocando su vaciado total, hecho muy y poco probable. Recordemos que las piletas de decaimiento son de grandes dimensiones; aproximadamente 50x20 m y una profundidad de 10 m, y el agua está en condiciones de presión y temperatura atmosféricas. El edificio que aloja a la piletta de decaimiento, si bien es hermético, no es especialmente reforzado como lo es la contención del reactor, ya que las hipótesis de accidente que lo involucran no lo ameritan.

Accidente por falla de operación

Para llegar a ser operador de un reactor nuclear se debe pasar por un largo y riguroso período de preparación teórica y práctica, y por un exhaustivo examen periódico. En cierta forma pueden compararse, por la exigencia de concentración mental que se requiere, con los pilotos de los aviones comerciales. La sala de control de un reactor nuclear es un recinto relativamente grande (20x20 metros, aproximadamente) con cientos de indicadores, digitales y analógicos, que permiten el seguimiento continuo y el control de los parámetros del reactor (presiones, temperaturas, flujos, niveles, etc.). Si bien, en su mayoría, los sistemas de control del reactor son autónomos y automáticos, y sus alarmas detectan e informan sobre cualquier desviación, el operador del reactor debe estar permanentemente atento a todos los indicadores, por si su intervención es necesaria. Esto, ya en una situación normal, es mentalmente demandante y agotador. En el caso de la central de Zaporizhzhya, esta situación presenta dos agravantes para sus operadores: el primero es que la central está enclavada en una zona de conflicto bélico, lo que aumenta el riesgo de accidente, y el segundo, y más importante, es que la central está bajo control de las tropas rusas, por lo que los operadores ucranianos, los únicos que conocen en detalle la central y están licenciados para operarla, deben hacerlo bajo rigurosa vigilancia rusa, lo que les provoca un stress adicional. Esta situación aumenta el riesgo de un accidente nuclear por falla en la operación.

Conclusiones (IAEA, 2022)

Como se mencionó en la Introducción, el objetivo de este artículo era el de analizar, desde un punto de vista técnico, cuáles son los riesgos adicionales de posibles accidentes nucleares, derivados de la situación actual de la central nuclear de Zaporozhye, enclavada en una zona caliente del conflicto bélico provocado por la invasión de Ucrania por parte de Rusia. La situación, como se describió, es altamente preocupante, y el riesgo de un accidente nuclear es alto. Esto motivó, incluso, la intervención del OIEA (Organismo Internacional de Energía Atómica de la ONU) y la visita a la central por parte de su Director General, el argentino Rafael Grossi, con el fin de comprobar, in situ, las condiciones de seguridad nuclear de la planta y proponer a las partes medidas para prevenir un accidente que podría tener graves consecuencias radiológicas.

Una posible solución a esta preocupante situación, propuesta por el OIEA, sería el establecimiento de una zona desmilitarizada alrededor de la central, propuesta que, hasta ahora, no ha sido aceptada.

Es de esperar que los gobiernos involucrados cedan en sus posturas y acepten adoptar las medidas de seguridad necesarias para evitar un accidente nuclear, ya que, de producirse, cualquier

fuera su magnitud, tendría graves y perdurables consecuencias humanas y materiales, que podrían afectar toda una gran región geográfica, perjudicando gravemente, por igual, a las dos partes, e incluso a países vecinos.

Bibliografía

- > Hibbs, Mark, Bulletin of the Atomic Scientists, The narrow field of options for safely managing Ukraine's Zaporizhzhia Nuclear Power Plant, 2023
- > IAEA, Country Nuclear Power Profiles, Ukraine, 2020
- > IAEA, Proposal for Ukraine Nuclear Safety and Security Protection Zone, 2022
- > Samuel Glasstone & Alexander Sesonske, Ingeniería de reactores nucleares, Editorial Reverté, 1990
- > Ronald Knief, Nuclear Engineering, Theory and Technology of Commercial Nuclear Power, Second Edition, Taylor & Francis, 1992

(*) Cnl (R) A OIM Dr Osvaldo Azpitarte: Coronel retirado de Artillería, promoción 107 del Colegio Militar de la Nación. Egresado de la Escuela Superior Técnica como Ingeniero Químico, en 1993. Egresado del Instituto Balseiro (CNEA), como Ingeniero Nuclear, en 1993. Doctor en Ingeniería Nuclear, por el Instituto Balseiro, en el año 2003

1.5

La muerte en directo¹ – La guerra entre Rusia y Ucrania en las redes sociales

Por el CR (R) Lic. Enrique J. Tonazzi Dieterich (*)

Introducción

La imagen, envuelta de una atmósfera de música de rock pesado, nos muestra primero un paisaje boscoso y nevado para, luego, centrarse en unas pequeñas figuras que emergen del suelo como si fueran insectos saliendo de su nido. De repente, un rápido zoom les da forma humana y podemos ver que se trata de soldados (da lo mismo si rusos o ucranianos, hay de ambos) que están en posiciones defensivas preparadas en la tierra sin caer en la cuenta del ojo que, desde el cielo, los observa atentamente. Comienza a sobrevolarlos y se posa sobre algunos de ellos y entonces, tan de repente como llegó, arroja una granada que explota entre los desprevenidos soldados que solo atinan a tratar de identificar desde donde les llegó la muerte. Antes de irse del lugar se detiene unos pocos segundos, evaluando el daño producido, mientras se oye una voz en off contando las bajas y la música sube de volumen.

Lo expresado en el párrafo anterior describe buena parte de lo que a diario observamos en esta nueva dimensión en la que se libran las guerras: Las redes sociales. Muchos de estos clips, armados con el ritmo de un videojuego, nos llegan diariamente por centenares a nuestros teléfonos.

¿Es esto algo nuevo? En realidad, no tanto, si consideramos que la aparición de este tipo de videos en las redes sociales se ha visto en el conflicto de Siria, en el de Yemen del Sur y, en me-

LA MUERTE LLEGA DESDE EL CIELO Y SE MUESTRA POR LAS REDES



¹ Este era el título de un film francés de 1980 en el cual el protagonista observaba la vida de una mujer con una enfermedad terminal. Resulta apropiado para describir lo que se ve en las redes.

nor medida, en el África y que, sin lugar a dudas, fueron el vehículo de propaganda efectista más impactante utilizado por ISIS, cuando mostraba las decapitaciones de aquellos que habían caído en sus manos. En todo caso, lo que ahora llama la atención es su profusión y cantidad, así como el alcance global que dichos videos están teniendo, en muchos casos retransmitidos por otros medios de comunicación.

La masividad de las redes, además, se ha visto incrementada por el hecho de que muchas personas han abandonado la lectura de los medios tradicionales y se informan, casi exclusivamente, por medio de las redes sociales.² En el caso de la actual guerra entre Rusia y Ucrania, se puede afirmar que es la primera en que la información relacionada con ella ha alcanzado tal grado de viralización y, sobre todo, tal cantidad de actores operando "online" en las redes y tomando postura a favor de uno u otro de los contendientes.

Trataremos, a continuación, de describir este fenómeno, cómo se inscribe en el marco general de lo que se ha dado en llamar Guerra de la Información y cuáles han sido sus características novedosas. Obviamente, y dado que la guerra aún está en curso, lo que se exprese tendrá carácter de preliminar, hasta tanto el tiempo permita conocer y analizar con mayor profundidad el alcance real de las redes sociales en el conflicto.

OPERACIONES DE INFORMACIÓN Y OPERACIONES/ACCIÓN PSICOLÓGICA

Desde muy antiguo el hombre ha sabido que podía aprovechar la psiquis del adversario para lograr sus objetivos. En efecto, ya en la Biblia, en el Libro de Jueces (Cap VII, versículos 16 a 22)³ vemos cómo Gedeón apeló al miedo y al instinto de conservación de los madianitas y, haciéndoles creer que estaban frente a un ejército cien veces mayor, los obligaron a emprender la fuga cuando, en realidad, solo estaban enfrentando a 300 hombres.

Para entender el encadenamiento entre los términos del título de este punto, acudiremos a sus definiciones.

Respecto de las Operaciones de información, el Reglamento "Conduct of Information Operations" del Ejército de los Estados Unidos de América (ATP 3.13.1 Edición 2018) las define de la siguiente manera: "Las operaciones de información son el empleo integrado, durante las operaciones militares, de las capacidades relacionadas con la información, de conformidad con otras líneas de operación para influir, interrumpir, corromper o usurpar la toma de decisiones de los adversarios reales y potenciales mientras protegemos las nuestras".⁴ Dicho reglamento parece haber recogido y ampliado un documento de carácter secreto del Departamento de Defensa titulado Informations Operations Roadmap, del año 2003, que contemplaba la inclusión, expresamente dentro de las Operaciones de Información, del engaño militar, las operaciones psicológicas, la guerra electrónica, las operaciones de seguridad y las operaciones ofensivas y defensivas en las redes.⁵

Conforme lo expresado, para la doctrina de los Estados Unidos (y, muy probablemente, la de toda la OTAN) las operaciones de información cubren un espectro tremendamente amplio, ya que toda la información proveniente del enemigo o adversario es su objetivo. Como ya lo habían previsto Alvin y Heidi Toffler en su libro Guerra y Antigüerra, los países hacen la guerra de la misma manera

2 En: <https://www.redaccion.com.ar/la-primer-guerra-con-enfrentamientos-en-las-redes-sociales-como-la-disputa-virtual-opera-sobre-lo-que-creemos-saber-de-la-invasion-a-ucrania/>

3 La Santa Biblia – Ediciones Paulinas, Madrid, 1964 – Página 280

4 The Conduct of Information Operations" – Headquarters Department of the Army – ATP 3.13.1 – Octubre de 2018 – Cap I - Página 1-1

5 Informations Operations Roadmap – Department of Defense, Estados Unidos de América – Octubre 2023

en que producen su riqueza y, hablando de la primera potencia del mundo, su guerra es una de la tercera ola, una guerra de conocimiento.⁶

En gran medida, las Operaciones de Información se dan en el dominio del ciberespacio y es por ello que algunos autores, como David Alberts y otros hablan de la Superioridad de la Información y de las guerras centradas en las redes.⁷

Por su parte, la Acción Psicológica fue brillantemente descripta por el entonces Mayor D Jorge Heriberto Poli en su libro clásico “Acción Psicológica – Arma de Paz y Guerra” que la define diciendo: “... (es) el recurso de conducción que regula el empleo planeado de todos los medios que influyen sobre determinadas mentes sociales, a través de los más variados métodos y procedimientos, coadyuvando con los esfuerzos físicos en el logro de objetivos establecidos”.⁸

A continuación, agrega un aspecto que es vital para comprender la importancia de estas operaciones, y es que su ámbito de lucha son la inteligencia y el espíritu del hombre y que, en tal sentido, no busca influir sobre determinados individuos, sino sobre la psiquis de la sociedad o parte de ella.

En el mismo sentido, el Reglamento Operaciones Psicológicas (derogado) de 1968, definía así a la Acción Psicológica “es un recurso permanente de la conducción que regula el empleo de métodos, procedimientos, técnicas y medios que influyen sobre el campo síquico (sic) de determinado público” y a las Operaciones Psicológicas como el empleo planeado de la acción psicológica para influir en las conductas y actitudes de determinados públicos.⁹

Si consideramos las definiciones mencionadas anteriormente, podemos observar que, mientras las Operaciones de Información se enfocan en toda la información relevante del enemigo, las Operaciones/Acción Psicológica procuran, dentro de ese flujo de información, influir sobre las conductas y actitudes de determinados públicos blanco (la población civil enemiga, sus fuerzas armadas, los propios integrantes de las fuerzas armadas, etc).

En tal sentido, y a la luz de lo visto en las redes sociales respecto de la guerra entre Ucrania y Rusia, no todo puede considerarse parte de una acción/operación psicológica, pero muchas de ellas sí, ya que buscaron afectar e influir sobre públicos bien determinados del enemigo o propios y, además, quedó demostrado que respondían a un planeamiento previo y a una conducción centralizada, como veremos más adelante.

ANÁLISIS DE LO VISTO EN LAS REDES SOCIALES DURANTE EL TRANCURSO DEL PRIMER AÑO DE GUERRA

El año transcurrido desde el inicio de la guerra entre Ucrania y Rusia ha sido muy pródigo en imágenes difundidas a través de las redes sociales.

En efecto, las redes sociales se vieron desbordadas por un tsunami de mensajes, desde el momento mismo de la entrada de las fuerzas rusas en Ucrania, subidos no solo por los civiles de las zonas por las que pasaban las tropas de uno y otro bando sino por los propios combatientes. Así, pudimos ver un mosaico informe de información de todo tipo, inconexa e improbable que, en muchos casos, “creaba” situaciones que aún no se habían vivido realmente (causando pánico en las retaguardias o galvanizando la resistencia). Pero, en cualquier caso, resultaba muy difícil poder tener un panorama más o menos aproximado a la realidad.

⁶ Guerra e Antiguerra – Sobrevivencia na aurora do terceiro milenio – Toffler, Alvin y Heidi – Editora Record, Rio de Janeiro, 1993

⁷ Understanding Information Age Warfare – Alberts, Davis y otros autores – DoD Command and Control Research Program Publications Series – 2da Edición - 2002

⁸ Acción Psicológica – Arma de Paz y de Guerra – Poli, Heriberto Justo – Círculo Militar Biblioteca del Oficial, volumen 476. Buenos Aires, 1958. Página 24

⁹ Operaciones Psicológicas (RC-5-2) Edición 1968 (derogado) – Ejército Argentino – Instituto Geográfico Militar, Buenos Aires, 1968.

Para el análisis de lo visto nos concentramos en las siguientes redes sociales, de acceso normal en nuestro país, a saber: Youtube, Facebook, Tik Tok y, fundamentalmente, Telegram. No se van a analizar otras redes, aunque ellas eran y son muy populares en Ucrania y Rusia, como VK (VKontakte) u Odnoklassniki, dado que no son utilizadas por los países occidentales y su alcance, en términos de audiencia global, es mucho más limitado (aunque la cantidad de los usuarios de ambas en Rusia, por ejemplo, sea realmente significativa y que, en lo referido a VKontakte, como está disponible en 85 idiomas, ya tiene cerca de 650 millones de usuarios a nivel global)¹⁰.

Antes de proseguir, es interesante destacar que Rusia adoptó de inmediato medidas para evitar que las redes sociales fueran usadas como vehículos de operaciones psicológicas en su contra y, a tal efecto de inmediato comenzó a bloquear redes sociales y sitios de internet. A las redes acusándolas de diseminar falsedades y, a muchos de los sitios, por referirse a la invasión de Ucrania como tal o por llamarla “guerra” y no “Operación militar especial”. A tal punto llegó esa actividad de censura que, a mediados de agosto de 2022 ya se habían bloqueado 138.000 sitios de internet.¹¹ No solamente eso, sino que el 11 de marzo de 2022, a solo dos semanas del inicio de la invasión, y frente a las inmediatas sanciones europeas y norteamericanas, el gobierno ruso ordenó que todas las entidades estatales rusas migraran sus páginas a proveedores de internet rusos y que reemplazaran los certificados de seguridad occidentales por similares rusos.¹²

Asimismo, un blanco prioritario de las fuerzas rusas, al comienzo de su operación, fue la infraestructura de comunicaciones de Ucrania, probablemente con la intención también de aislarla y evitar que la propaganda en su contra, originada en ese país, pudiera llegar a Occidente. Pero se debe tener en cuenta que, aún cuando se pudiera destruir toda la estructura física de comunicaciones de un país, siempre podría tener acceso a comunicaciones vía satélite, por lo cual es muy difícil pensar en un aislamiento cien por ciento efectivo en estos casos.

Tampoco Occidente se quedó atrás, ya que la Unión Europea bloqueó al canal Sputnik y sus subsidiarias, a Russia Today, Rossiya RTR, Rossiya Planeta, Rossiya 24, Rusia 24, Rosiya 1, TV Centre International, NTV/NTV Mir, REN TV y Pervyi Kanal, acusando a todos ellos de difundir “fake news” y de desinformar a la opinión pública.¹³

Las medidas adoptadas por Rusia y la Unión Europea se enmarcan, sin duda alguna, dentro de las Operaciones de Información, buscando negar al oponente el acceso a sus propios públicos internos.

También las propietarias de algunas de las redes sociales más importantes, como Meta (dueña de Facebook, Instagram y Whatsapp¹⁴ que no solo prohibió la difusión de los medios rusos en su plataforma, sino también la posibilidad de monetizar los contenidos publicados en ellas) e incluso Twitter, cerraron las cuentas de organismos y personajes rusos.¹⁵

En Facebook y Youtube, las voces pro-rusas prácticamente desaparecieron, sobre todo en los idiomas occidentales. Una de las pocas excepciones, en ambas redes sociales, fue la de Tribun Timur, una página de origen indonesio que, lógicamente está en Bahasa Indonesia, el idioma oficial de ese país, lo que limita su capacidad de impacto en las sociedades occidentales.

10 En: <https://www.eleconomista.es/opinion-blogs/noticias/11693196/03/22/La-influencia-de-las-redes-sociales-en-la-guerra-entre-Rusia-y-Ucrania.html>

11 En: <https://www.themoscowtimes.com/2022/08/08/russia-has-blocked-138k-websites-since-ukraine-invasion-prosecutor-says-a78532>

12 En: <https://flashpoint.io/blog/russian-runet-sovereign-internet/>

13 En: <https://www.consilium.europa.eu/en/policies/sanctions/restrictive-measures-against-russia-over-ukraine/sanctions-against-russia-explained/>

14 En: <https://www.aljazeera.com/news/2022/2/26/facebook-bans-russia-state-media-from-running-adverts-monetising>

15 En: <https://www.bbc.com/news/technology-60992373>

Obviamente la disponibilidad de traductores on-line a disposición de cualquier internauta o la de lograr la traducción simultánea de los videos de Youtube, en algunos idiomas, ayuda a interpretar su contenido, pero es una limitación importante para su poder de penetración.

Por el contrario, resulta muy fácil encontrar páginas pro-ucranianas, en inglés, dedicadas a brindar la visión de ese país sobre la guerra que enfrenta, tanto originarias de la propia Ucrania, como de otros países. Algunas de ellas tratan de brindar una información lo más real

posible, no escondiendo los propios fracasos e, incluso, apelando a imágenes de fuentes rusas para ello. Ejemplo de estas páginas son las de Denys Davydov, en las que se brinda un panorama diario de la evolución del conflicto y la que responde al apodo de Suchomimus, en la que se muestran videos, generalmente de fuentes ucranianas, a los que se geolocaliza.

Las páginas de medios europeos y norteamericanos, en general, también brindan una visión de la guerra acorde con los intereses de Kiev (que son también los de Washington, Londres y Berlín, sobre todo), por lo cual logran una de las reglas prioritarias que tiene la propaganda, cumplir con lo que se ha dado en llamar la “orquestración”, es decir, una pluralidad de medios diciendo prácticamente lo mismo, con lo cual quien quiera saber si una información es verdadera o no, encontrará todo un coro de voces que dan la misma visión sobre los hechos.

De esa manera, se facilita imponer una visión casi unánime de los hechos, con lo cual las voces disonantes tendrán serias dificultades para poner en tela de juicio la “verdad” que es presentada, como en una orquesta (de ahí el nombre que recibe esta regla) con cada medio de difusión tocando un instrumento diferente, pero siempre buscando el mismo efecto propagandístico.

Otras, por el contrario, solo sirven a efectos propagandísticos, por lo cual la veracidad de la información que brindan debe ser permanentemente contrastada con otras fuentes ya que, siguiendo las reglas básicas de la propaganda, sobre la base de algunas cosas ciertas se monta un andamiaje de medias verdades y mentiras absolutas para lograr los efectos buscados.

Respecto de esto, haremos una reflexión que, en realidad, se aplica a todo lo que vemos en las redes sociales. Las posibilidades que brindan la edición de videos e, incluso, la Inteligencia Artificial hacen que, “prima facie” haya que desconfiar de la veracidad de lo que vemos hasta que podamos confrontarlo con otras fuentes. Ello es particularmente cierto cuando vemos acciones que pueden involucrar a alguno de los contendientes en crímenes de guerra tan aberrantes que pueden inclinar la balanza de la opinión pública mundial a un lado u otro. En tal sentido, y a modo de ejemplo, podemos citar un video, supuestamente ruso, que mostraba la castración de un soldado ucraniano que se había rendido¹⁶ a manos de sus captores rusos y otro, en este caso supuestamente ucraniano,

PÁGINA DE TRIBUN TIMUR EN YOUTUBE. ES INTERESANTE DESTACAR EL TÍTULO DEL VIDEO, QUE EXPRESA: “¡TRATANDO DE CONTRAATACAR, 15 VEHÍCULOS MILITARES UCRANIANOS SE RETIRAN! ¿INCAPAZ DE ENFRENTAR A RUSIA?”



16 En: <https://cnnespanol.cnn.com/2022/08/01/videos-espantosos-soldados-rusos-castrando-soldado-ucraniano-trax/>

que mostraba cómo soldados ucranianos disparaban en las piernas de soldados rusos que se habían rendido, mientras asesinaban a otro,¹⁷ al momento de escribir este artículo se conoció un nuevo video, esta vez de la supuesta decapitación de un soldado ucraniano a manos de sus captores rusos¹⁸. Respecto de todas estas situaciones los organismos internacionales han pedido sendas investigaciones sin que, a la fecha de edición de este artículo, se conozcan sus resultados y, ni siquiera, se sepa fehacientemente si fueron verdad o no.

Durante la guerra civil Siria ya hubo denuncias de cómo, muchas veces se montaban escenas para demonizar a un lado y justificar las acciones bélicas emprendidas por la comunidad internacional contra él, amparadas por el llamado "derecho de injerencia" ante la ocurrencia de crímenes contra la humanidad.¹⁹ Tampoco ellas llegaron a nada concreto, sencillamente porque hay actores internacionales interesados en que dichos hechos no se esclarezcan.

En lo que se refiere a la red social Tik Tok, la misma ha sido ampliamente utilizada por ambas partes. Respecto de esta red, su algoritmo ofrece su contenido conforme las tendencias que se van produciendo. Por ese motivo, cuando se produjo el inicio de la operación, y los usuarios ucranianos comenzaron a subir videos de los combates, una cantidad muy importante de usuarios fue alcanzada por esa información, aún cuando no estuviera dentro de sus intereses actuales, potenciando el alcance de lo subido.

Es interesante notar que las fuerzas chechenas enviadas por Ramzán Ajmátovich Kadírov (jefe de gobierno de la República de Chechenia que integra la Federación Rusa y, en tal carácter, aliado de Vladimir Putin) llamados por los ucranianos y la media occidental como los Kadirovitas, fueron usuarios asiduos de esta red social (tanto que, en algunos sitios de internet comenzaron a ser denominados como Tik Tok Army), en la que aparecieron muchas veces haciendo llamamientos a los fieles musulmanes a emprender una yihad contra los infieles ucranianos.²⁰ En otros se ven imágenes de la guerra que, en algunos casos, han sido aprovechadas por los ucranianos para mofarse de ellos.

Telegram fue la red más usada por ambos contendientes. Probablemente porque, por su origen ruso, era la red más usada en el este europeo y, además, por la posibilidad que brinda de abrir canales indexados a disposición del público, lo cual permitió que éstos surgieran en gran número.

La mayoría de dichos canales se emite en cirílico, con lo cual es obvio que sus públicos-blancos son los de los respectivos países (si bien diferentes, los idiomas ruso y ucraniano guardan similitudes que los hace bastante comprensibles para ambos, a lo cual debe sumarse que la población ucraniana de más de 40 años fue educada prioritariamente en ruso cuando Ucrania formaba parte de la ex URSS).

Existen pocos canales en inglés (un ejemplo de ellos del lado pro ruso es Rybar International que expone la situación diaria-

.....
VIDEO DE TIKTOK SUBIDO POR LOS
CHECHENOS Y APROVECHADO LUEGO POR
LOS UCRANIANOS



17 En: <https://www.lanacion.com.ar/el-mundo/guerra-rusia-ucrania-polemica-par-un-video-en-el-que-aparecen-soldados-ucranianos-disparando-a-nid29032022/>

18 En https://www.clarin.com/mundo/guerra-rusia-ucrania-vivo-horror-video-muestra-decapitacion-militar-ucraniano_0_7eP2bxUgOV.html

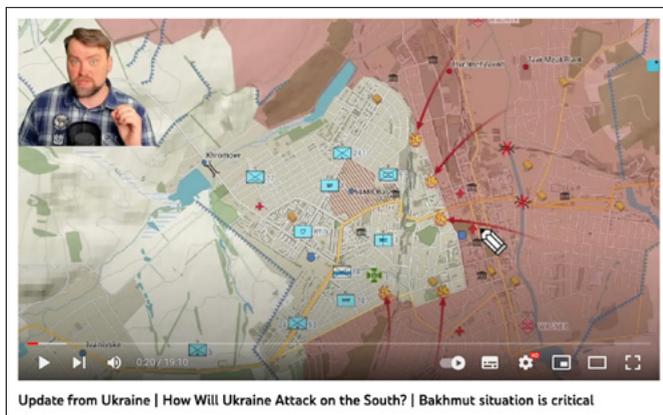
19 Ver https://www.youtube.com/watch?v=g_YQI5X2vqU

20 En: <https://zaborona.com/en/the-islamic-state-did-not-have-such-opportunities-to-commit-crimes-in-russia-former-mufti-said-ismagilov-on-the-transition-to-military-service-muslims-and-kadyrovites/>

mente, y por sectores del frente, acompañándolo con mapas de buena calidad; por el lado ucraniano el ya mencionado Denys Davydov también tiene un canal de Telegram en el que sube la misma información que en Youtube).

De ambos lados hay canales que, aunque poseen nombres en inglés, en realidad se emiten en cirílico, entre ellos Omega Company, British Intelligence y Pentagon Live del lado ucraniano y Face of War (bastante equilibrada en la información que provee) y War Gonzo del lado ruso. La mayoría de estos canales sirve de vehículo a la propaganda de ambas partes. Finalmente, la mayoría de los canales de ambos bandos tienen también sus nombres también en cirílico.

IMAGEN DE LA PÁGINA EN YOUTUBE DE DENYS DAVYDOV



Un párrafo aparte merecen algunos videos que muestran escenas de combates muy detalladas y que, en realidad, son sacadas de video-juegos. Algunas de ellas se viralizaron con rapidez adjudicando acciones victoriosas (generalmente a los ucranianos) sin darse cuenta (o a pesar de ello) que no eran reales. Un video-juego, en particular, llamado Arma 3, ha sido usado para ese tipo de mensajes falsos debido al realismo de sus imágenes.

También circularon videos mostrando supuestamente un mensaje del presidente de Ucrania, Volodimir Zelensky, ordenando entregar las armas, rindiéndose o huyendo de Kiev y uno del presidente de Rusia, Vladímir Putin, ofreciendo la paz a Ucrania. Ambos se demostraron falsos, pero están hechos con gran calidad y, probablemente mediante el uso de Inteligencia Artificial (AI), lograron que sus voces fueran parecidas a los de los protagonistas mencionados, lo cual llevó a mucha gente a creer que eran verdaderos.²¹

En otros casos, se han usado imágenes de conflictos anteriores, sobre todo aquellos en los que podía haber indicios de crímenes de guerra, utilizándolos como si fueran de la guerra entre Ucrania y Rusia. Asimismo, fueron utilizadas también imágenes de películas comerciales, mostradas como si fueran reales (un ejemplo de ello fue una imagen desgarradora de la despedida de los soldados ucranianos de sus familiar mientras iban al frente que, en realidad fue sacada de un filme llamado "La guerra de las quimeras", de ese origen pero filmado en 2.017 (ver nota 18).

En general los mensajes subidos a Telegram se enfocan en los siguientes ejes temáticos:

- > La efectividad de sus armas (sobre todo de los drones ya que, al enviar imágenes durante los ataques, los clips hechos con ese material son los más atractivos y espectaculares). En muchos casos, cuando se trata de drones y tal como se describe al inicio de este artículo, se puede ver, literalmente, el momento de la muerte de los enemigos al recibir las granadas o proyectiles que les arrojan desde dichos drones.

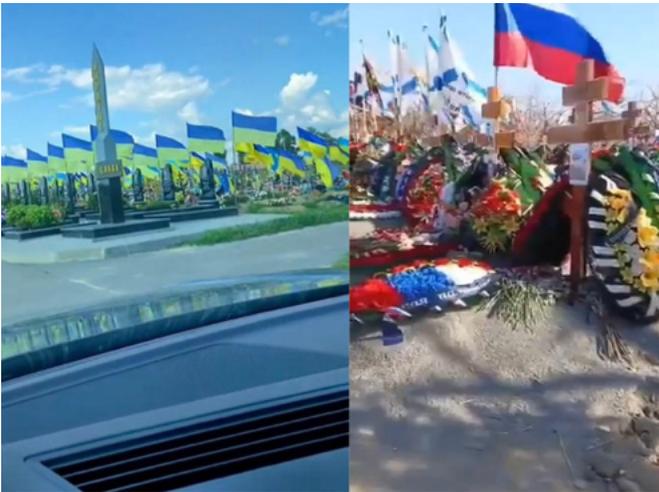
21 En: <https://www.dw.com/es/estos-fakes-circulan-sobre-la-guerra-de-ucrania/a-61455455>

- > Los cadáveres de sus enemigos, como una forma de apelación al instinto de conservación del otro bando para que evite la guerra (en este sentido es interesante destacar que, en muchos de los clips de fuentes ucranianas, se muestran esos cadáveres destrozados con una música pegadiza de fondo cuyo estribillo repite la frase "Welcome to Ukraine").



- > Las imágenes de los cementerios de guerra de ambos, seguramente con la misma finalidad mencionada en el párrafo anterior.

CEMENTERIOS MILITARES TEMPORARIOS DE AMBOS BANDOS



IMÁGENES DE DESTRUCCIÓN DE HOSPITALES Y OTROS EDIFICIOS CIVILES



- > La destrucción provocada por uno y otro contendiente en las ciudades y, sobre todo, en las instalaciones civiles como hospitales, escuelas y museos o centros culturales para desvirtuar la justicia de la causa del oponente.
- > Los nuevos armamentos a disposición (en el caso ucraniano armas occidentales y, en el caso ruso, sus nuevos desarrollos o materiales provistos por Irán) como una forma de mostrar poderío y voluntad de lucha.
- > Las fotografías de los oficiales muertos (por el momento sólo se ha visto del lado ucraniano, llamando la atención que, si bien muchas fotos parecen haberse obtenido directamente mediante inteligencia de fuentes abiertas sobre las redes sociales, otras parecen ser fotografías de legajos).

OFICIALES RUSOS MUERTOS EN COMBATE - FOTOGRAFÍAS PUBLICADAS EN SITIOS UCRANIANOS



- > Heridos del otro bando, sobre todo cuando las condiciones de evacuación son penosas y/o se puede ver su sufrimiento.



- > Todas aquellas imágenes que muestren condiciones desventajosas del material, equipo o condiciones de vida del enemigo.
- > Materiales y equipos del enemigo destruidos (en el caso de las páginas pro-rusas eso se manifiesta con profusión de fotos y videos sobre todo cuando esos equipos son de origen occidental).
- > Detenciones de espías y saboteadores de ambos bandos y, eventualmente, su juzgamiento.
- > Manifestaciones de apoyo o repudio, en el resto del mundo (de acuerdo a la conveniencia de quien la sube al canal).

- > Operaciones exitosas, en muchos casos mostrando los carteles de acceso a las ciudades y pueblos como forma de confirmar sus avances y coadyuvar a mantener la moral de sus fuerzas y sus frentes internos.
- > Prisioneros de guerra capturados y en situación de indefensión. Respecto de este punto, y sobre todo al comienzo de la guerra, los ucranianos filmaron a prisioneros de guerra rusos (sobre todo los más jóvenes) llamando por sus celulares a sus madres para informarles que estaban prisioneros y que, en realidad, habían sido llevados a la guerra Ucrania mediante engaños. Semejante exposición de los prisioneros de guerra está prohibida por los Convenios de Ginebra, pero servían muy bien a los objetivos de la propaganda ucraniana. El uso de los prisioneros de guerra fue, incluso, objeto de un pedido específico de la ONG Human Rights Watch a Ucrania, para que dejaran de hacerlo.²²

PRISIONEROS DE GUERRA



- > Por último, y sobre todo a partir de febrero de 2023, imágenes del conflicto religioso entre los ortodoxos que siguen al Patriarca de Kiev y quienes permanecen fieles al Patriarca de Moscú. En los canales ucranianos los últimos son presentados como traidores al servicio de los invasores (denominados casi siempre como “ocupantes” u “orkos”) y en los canales rusos los primeros son mostrados como cismáticos y herejes.

¿QUÉ APORTARON DE NUEVO LAS REDES SOCIALES?

En lo que se refiere a las actividades de Guerra de la Información y, si bien no es la primera vez que un país o países en conflicto bloquean la Internet ya que, de hecho, en 2011 Egipto bloqueó todo acceso a ella en oportunidad de registrarse manifestaciones multitudinarias contra el entonces presidente Hosni Mubarak²³, probablemente esta sea una de las primeras veces en que ese bloqueo haya sido dirigido específicamente a algunos sitios (y no a toda la Internet), pero en una escala casi inimaginable, como la mencionada en la nota 9) de este artículo.

22 En: <https://www.europapress.es/internacional/noticia-hrw-pide-ucrania-deje-publicar-videos-redes-sociales-soldados-rusos-prisioneros-20220317052312.html>

23 Ver: https://elpais.com/internacional/2011/01/28/actualidad/1296169207_850215.html

En lo que se refiere a las acciones psicológicas es importante destacar que, aunque en esencia no han cambiado demasiado, las redes sociales les han impreso una impronta diferente debido a:

- > El alcance de su difusión, llevando el mensaje deseado no solo a los públicos-blancos deseados (como en la era analógica) sino a públicos de todo tipo a lo largo del mundo, de una manera prácticamente incontrolable. Esto presenta ventajas, ya que es seguro que el mensaje golpeará rápidamente en donde queremos, pero también desventajas ya que su viralización a nivel global permitirá que más personas muestren las falsedades que el mensaje pudiera tener, por lo cual se deberá tener que extremar el cuidado en la confección de los mismos.
- > Su inmediatez, a partir del momento de la difusión, también a escala global. Si el mensaje está bien preparado, su viralización estará asegurada. En tal sentido, no es casualidad que ambos contendientes hayan acudido al formato de video-clips, con músicas que recuerdan a videojuegos. Para las generaciones “millennials” y “centennials” (todos ellos nacidos a partir de 1981) ésto les resulta conocido y atrayente y, por lo tanto, un excelente medio de penetración para el mensaje dirigido a ellos. La comunicación que antes tardaba días o, incluso, meses en lograr la masividad pretendida, hoy puede alcanzar a millones de personas en 24 horas o menos. Podemos afirmar, sin temor a equivocarnos, que las redes sociales nos permiten “vivir” la guerra casi en directo.
- > Su espontaneidad ya que, a diferencia de la propaganda tradicional, que se emitía a través de órganos del estado o controlados por él, las redes sociales se nutren de lo que, de manera permanente y asistemática, suben sus usuarios. Ello puede estar directamente en línea con el pensamiento estatal manifestado a través de sus órganos tradicionales o no. En tal sentido, es dable observar que tanto rusos como ucranianos están empleando bots y personas que suben información e imágenes en forma permanente, para poder mantener cierto grado de control sobre el contenido de lo emitido e influir entonces en los públicos-blancos designados. Sin perjuicio de ello, la tarea de controlar todo lo que se sube es casi imposible.

En este punto es interesante destacar que, del lado ucraniano, ha sido posible ver que la ejecución de las acciones psicológicas se ha descentralizado a nivel brigadas. Es posible ver, entonces, que muchos clips tienen incluso los logos de las brigadas que los produjeron, como se puede ver en la imagen más abajo, de la 72da Brigada Mecanizada Independiente.

Por el lado ruso eso no se ha observado, por lo menos hasta el momento, pero algunos mapas subidos a sitios de ese origen permiten suponer que hay “manos oficiales” por detrás de ellos y otros sitios (War Gonzo en ese sentido es paradigmático) completan las imágenes con entrevistas a oficiales y funcionarios que, evidentemente, transmiten la visión gubernamental y los mensajes deseados. El problema de tales entrevistas es que su alcance queda acotado porque sólo se oyen en ruso.

LOGO DE LA 72DA BRIGADA MECANIZADA INDEPENDIENTE UCRANIANA EN SUS VIDEOS



APROVECHAMIENTO MILITAR DE LAS REDES SOCIALES

No cabe duda que la conducción militar enfrenta un gran desafío frente a la propia existencia de las redes sociales.

La masa de los combatientes (los menores de 40 años) han crecido utilizando profusamente las redes sociales y los más jóvenes (en donde encontraremos casi toda la tropa, y los oficiales y suboficiales más jóvenes) encuentran absolutamente normal subir a las redes hasta los acontecimientos más nimios de su vida.

Eso produce una cantidad enorme de información, que escapa al control de las censuras tradicionales, agravada porque el hecho de poseer un teléfono móvil, para esa generación, es normal y usarlo casi un acto reflejo.

Durante esta guerra el hecho de subir información, incluso lo que podría parecer más inocente, ha llevado a desastres a los contendientes. Entre los hechos más conocidos podemos citar los siguientes:

- > El 01 de enero de 2023 seis misiles HIMARS ucranianos impactaron en un acantonamiento de soldados rusos en Makiivka mientras participaban de la cena de fin de año causando una gran cantidad de bajas²⁴. Ese acantonamiento fue geolocalizado por la inteligencia ucraniana debido a que los soldados usaron sus teléfonos celulares²⁵.

LUGAR DE CONCENTRACIÓN DE TROPAS RUSAS EN MAKIIVKA, ALCANZADO POR MISILES HIMARS



- > Al mismo motivo, la geolocalización de sus emisiones de telefonía celular, se le adjudicó la muerte de algunos generales rusos ya que, según se informa, al comienzo de la guerra habrían estado utilizando teléfonos encriptados, pero como eran antiguos y las comunicaciones se hacían engorrosas, terminaron usando teléfonos celulares civiles.²⁶
- > Por la misma causa, un cañón autopropulsado ruso de 203 mm 2S7M Pion (también conocido como Malka) fue destruido luego de que su tripulación fuera entrevistada por un canal de televisión ruso y se mostraran imágenes de su lugar de emplazamiento (detrás de una fábrica destruida).
- > Del lado ucraniano también se han producido situaciones parecidas a causa de la emisión de imágenes en las redes sociales que fueron aprovechadas por los rusos para destruir instalaciones o tropas.

²⁴ En https://www.clarin.com/mundo/guerra-ucrania-luto-rabia-criticas-mando-militar-rusia-muerte-decenas-conscriptos-rusos_0_x7PUYD-3jCM.html

²⁵ En <https://www.elespectador.com/mundo/europa/la-geolocalizacion-otra-de-las-amenazas-al-ejercito-ruso-noticias-de-hoy/>

²⁶ Ver nota anterior

Obviamente, el aprovechamiento de la información proveniente de las redes sociales puede dar grandes frutos, pero también puede servir para desinformar. Y, dado el cúmulo de imágenes que se suben diariamente a dichas redes, se hace necesario contar con una organización dedicada casi exclusivamente a su rastreo y aprovechamiento, pero no caben dudas de que la posibilidad de geolocalizar imágenes está cambiando el uso que se le puede dar a la OSINT (Open Sources Information), proveniente de las redes.

Asimismo, obliga a los mandos a adoptar medidas destinadas a tratar de minimizar el uso de las redes sociales por parte de las propias fuerzas, lo cual, no es una tarea fácil para generaciones que se han acostumbrado a que el teléfono sea casi una prolongación de sí mismos. Luego del ataque en Makiivka, los mandos rusos ordenaron impedir que los soldados siguieran subiendo imágenes a las redes sociales. Algún grado de éxito se le debe atribuir a dicha orden ya que, a partir de mediados de enero, la cantidad de imágenes provenientes de la primera línea rusa han disminuido drásticamente y, las que se ven, se nota que han pasado por el filtro de la censura.

De todas maneras, dada la cantidad de imágenes disponibles en la web y en las redes, el cuidado que se debe tener al subir cualquier video o fotografía, debe ser extremo, ya que siempre existe la posibilidad de que alguien pueda informar cuál es la localización más o menos exacta de lo registrado en ellos.

Desde el punto de vista de las acciones psicológicas, las redes sociales son, al mismo tiempo, una oportunidad única de hacer llegar el propio mensaje a millones de personas de manera casi instantánea y una pesadilla por la necesidad de contrarrestar la misma posibilidad, que el enemigo tiene, de afectar a nuestros propios públicos y fuerzas.

Una cuestión importante a tener en cuenta es que, ante la existencia de una verdadera catarata de informaciones falsas, surgen como contrapartida sitios (independientes o no) que tratan de verificar la veracidad o no de las informaciones. Ucrania apeló a la creación de héroes para fortalecer la moral de su población, como el “Fantasma de Kiev” o los “Héroes de la Isla de las Serpientes” que, luego, fueron desmentidos por sitios dedicados a estas verificaciones como Chequeado (www.chequeado.com) o Maldita (www.maldita.es)²⁷. Es absolutamente necesario, antes de comenzar a crear esos mitos, balancear cuáles pueden ser las consecuencias para la propia credibilidad en los públicos internos e internacionales, si se llegara a comprobar su falsedad. No hacerlo así puede implicar tener que afrontar consecuencias negativas superiores a aquellas que se pudieran haber logrado con su difusión.

Un aspecto absolutamente crucial de las operaciones militares en esta época de redes sociales, que debe ser tenido muy en cuenta para evitar sorpresas desagradables, es la dificultad de mantener el secreto respecto de las diversas actividades que se desarrollan durante el conflicto. En segundos, cualquier persona con un teléfono puede dar a conocer un desplazamiento, un emplazamiento o una acción cualquiera. Y casi todo lo que se sube a las redes puede, eventualmente, ser geolocalizado.

ALGUNAS CONCLUSIONES

a. La Guerra de la Información es una capacidad que, hoy, no puede estar ausente de los arsenales de los estados, so pena de verse inundados por la propaganda enemiga sin tener posibilidad alguna de defenderse. Sin embargo, y dado que la internet de las cosas ha llegado para quedarse y que buena parte de nuestra vida diaria está sujeta a ella, medidas como las que adoptó Egipto a

²⁷ En: <https://fundaciongabo.org/es/blog/laboratorios-periodismo-innovador/ucrania-visualizacion-redes-sociales-y-verificacion-para#:~:text=El%20decisivo%20papel%20de%20las%20redes%20sociales&text=La%20batalla%20tambi%C3%A9n%20se%20disputa,los%20hechos%20a%20tiempo%20real>

comienzos de este siglo (un virtual “apagón” digital) no pueden ponerse en práctica sin trastocar al país entero. Por ello, se debe estar en condiciones de detectar y bloquear solo aquellos sitios desde los cuales se propague la propaganda enemiga y buscar, al mismo tiempo, que nuestra propia propaganda llegue a los públicos-blancos del enemigo. Al mismo tiempo, siempre se debe tener que presente que cualquiera que posea un teléfono celular se puede transformar en un transmisor de imágenes o información a través de las redes sociales.

- b. Obviamente, lo anterior requiere de una estructura que, desde tiempo de paz, prepare las acciones a tomar en tiempo de guerra y de personal permanente especializado y, sobre todo a movilizar (dada la cantidad de personas que, a priori, sería necesario para esa tarea), que deberá estar debidamente instruido y en condiciones de ser rápidamente incorporado a la estructura de defensa en caso necesario. Es fundamental entender que la guerra, hoy, también se gana o se pierde en las redes sociales.
- c. De todas maneras, como estas redes se caracterizan por su descentralización (al existir personas que suben mensajes sin ningún tipo de “orientación” y solo porque los encuentran atractivos o interesantes) y por la casi inmediatez con la que sus mensajes alcanzan cifras altísimas de audiencia, las estructuras de análisis deben poder actuar con el “timing” suficiente como para salir casi de inmediato con una respuesta acorde con los propios intereses en los casos de difusión de mensajes contrarios a la propia causa. En las redes sociales el silencio, muchas veces, equivale al asentimiento.
- d. Podemos afirmar que, hasta la fecha, ambos contendientes están empleando la Guerra de la Información y las acciones psicológicas con gran contundencia y efectividad y utilizando una gama muy amplia de medios en las redes y en la televisión. La aparición pública de los líderes de ambas naciones, tanto en las redes como en la televisión, refiriéndose al conflicto, nos muestra la importancia que le asignan a la información como arma de guerra.
- e. Obviamente, la Guerra de la Información, a los países para los cuales la libertad de la información es básica, los coloca frente a un dilema ético, ya que muchas veces solo la censura previa permitiría evitar la propalación de informaciones mal intencionadas o, incluso, falsas, por parte del enemigo y sus aliados.
- f. Desde el punto de vista de inteligencia, las redes sociales han demostrado ser tanto una fuente invaluable de información, como también de desinformación. En ese sentido, también es necesario contar con personal y medios capacitados para la geolocalización y análisis de las imágenes subidas a dichas redes para poder detectar cuáles se pueden transformar en blancos susceptibles de ser batidos por los propios sistemas de armas y, al mismo tiempo, para poder determinar cuáles son los ejes temáticos y los públicos-blancos de la propaganda enemiga a los efectos de poder contrarrestarla debidamente.
- g. Como contrapartida de lo anterior se debe estar en capacidad de monitorear las redes para detectar quién o quiénes, en las propias fuerzas, están subiendo información que puede poner en peligro a personal, instalaciones o material y estar a tiempo de adoptar contramedidas.
- h. Al mismo tiempo, se deberá contar con especialistas en redes sociales que asesoren respecto de la mejor manera de subir a ellas la información necesaria para las propias acciones psicológicas, destinadas a fortalecer el apoyo a nuestras operaciones.
- i. En algunas instalaciones muy sensibles, como puestos de comando, se deberá contar con inhibidores de señales de celulares que impidan que, por descuido o negligencia, alguno de sus integrantes emita señales que puedan facilitar la acción enemiga contra ellas.
- j. En sentido contrario, la inteligencia de los niveles Gran Unidad de Combate y de Batalla, debería contar con equipos de interceptación y localización de telefonía celular para detectar las comuni-

caciones que el enemigo pueda realizar empleando esos materiales y con analistas de OSINT que busquen en las redes sociales las informaciones que se puedan estar difundiendo a través de ellas.

k. El mayor esfuerzo, se aprecia, será el de reeducar a los integrantes de las propias fuerzas para que entiendan que las redes pueden ser una amenaza real a su propia existencia cuando se usa en tiempos de guerra. Además, el mal uso de las redes sociales cuando, por ejemplo, se suben imágenes de hechos que constituyen crímenes de guerra o violencia innecesaria contra civiles, pone en entredicho la justicia de la propia causa e impregna de esa conducta criminal a todas las fuerzas.

(*) **Enrique J. Tonazzi Dieterich** es oficial retirado del Ejército Argentino, donde alcanzó el grado de Coronel de Artillería. Oficial de Estado Mayor de los Ejércitos de la Argentina y del Brasil. Oficial de Inteligencia con la especialidad de Actividades Psicológicas. Fue Jefe de la Compañía de Contrainteligencia 201 y el primer Jefe del Destacamento de Inteligencia de Combate 601. Se desempeñó como Jefe de los Departamentos Prensa y Comunicación Institucional de la Secretaría General del Ejército y en puestos y cargos de Inteligencia hasta su retiro en 2010 cuando era Subjefe II - Inteligencia del Estado Mayor Conjunto de las FFAA. Integra el Foro Argentino de Defensa y el Centro de Estudios Visión 21.

1.6

Prospectiva Militar

Construcción de escenarios con "Tres horizontes"

Por el CR A (R) Ing Mil Juan Carlos Perez Arrieu

Temario

Disciplinas de futuros	168
Vigilancia estratégica y Prospectiva	170
Ideas fuerza sobre el futuro	170
El problema de la infoxicación	171
Una herramienta prospectiva: el modelo de tres horizontes	172
Conclusiones	175
Referencias	175

PALABRAS CLAVE: VIGILANCIA TECNOLÓGICA, PROSPECTIVA, FORESIGHT, ESTUDIOS DE FUTUROS, INTELIGENCIA ESTRATÉGICA, MODELO DE TRES HORIZONTES

Resumen

La previsión y la anticipación son premisas inexorables en las organizaciones militares y de seguridad, el artículo pone de relieve la necesidad de la adopción sistemática de las disciplinas llamadas "de futuros" para la planificación y la toma de decisiones. Asimismo, describe un modelo sencillo de conformación de escenarios llamado de "Tres horizontes" que permite integrar la complejidad de las "ciencias militares".

Introducción

No podemos conocer con certeza cómo será el futuro de los conflictos armados, pero debemos estar preparados para enfrentarlos. Pensar el carácter futuro de la guerra es una tarea central en la profesión militar. Los cuadros de los ejércitos son preparados moral, intelectual y físicamente para liderar, conducir, luchar y vencer en los conflictos que requieren la mayor atención para los

humanos: las guerras. Muchas naciones están preocupadas por mantener sus ejércitos en la modernidad, su existencia depende de ello. La solución es muy antigua y aprendida a fuerza de sangre, hay que combinar el arte de la guerra con los nuevos conocimientos científico tecnológicos y las innovaciones que continuamente surgen de la universidad, de los laboratorios y el mercado.

El "Poder" militar caracterizado principalmente por el dominio de la "Fuerza" se construye ahora con inteligencia para ser utilizado más tarde. A cada momento surgen nuevos paradigmas. Las organizaciones de todo tipo, sin perder sus valores centrales, se ven obligadas a capacitarse e innovar para competir, crecer y por lo tanto sobrevivir, caso contrario rápidamente pueden quedar obsoletas incluso carentes de sentido para la sociedad que las crea y mantiene. La previsión y la anticipación son cualidades distintivas de las estructuras militares.

Disciplinas de "Futuros"

Desde la antigüedad el hombre se preguntó por su porvenir, ¿qué me depara el futuro?, ¿hacia dónde vamos?, ¿triunfaremos en la batalla? La religión, los mitos, la adivinación, las profecías, la astrología, la observación y experiencia, orientaron a reyes, generales y personas comunes e influyeron en el curso de la historia.

El historiador Georges Miñois señalaba en su libro "Historia del futuro: de los profetas a la previsión" que desde que el hombre existe, pronostica, las pinturas rupestres en sus representaciones de caza expresaban a la vez la caza de ayer y la de mañana y su dibujo era también un acto de magia destinado a asegurar el éxito de su actividad, anticipaba y le forzaba la mano a la naturaleza o a los espíritus. "El hombre ya manifestaba así que para él, en el alba de la humanidad, pronosticar es dominar el futuro"¹.

Como se puede apreciar la religión, la filosofía, la ciencia y las profesiones que diseñan y modelan nuestro futuro se dedican de una u otra manera a predecirlo.

Modernamente la prospectiva apareció en la década de 1970 como una práctica que busca cambiar la visión determinista del futuro.

A la idea de un futuro único y a la relación causa efecto de la previsión se opone un abanico de futuros-posibles comúnmente llamados futuribles. La prospectiva es un instrumento de gran valor para preparar planes, programas y proyectos alternativos que aportan al proceso de toma de decisiones. En el mundo anglosajón también es común tener como sinónimo de prospectiva a los estudios llamados "Foresight" sobre la base de tendencias y de la opinión de expertos.

Los estudios de futuros se han convertido en un campo de desarrollo profesional con especialistas que se orientan a la toma de decisiones (estratégicas u operativas) y a la planificación. Existen organizaciones privadas y estatales que se dedican a ellos y normas específicas para implementar la actividad, como por ejemplo en Argentina la norma IRAM-50520/2017 dedicada a la innovación y a la vigilancia e inteligencia estratégica.

El artículo se refiere básicamente a dos disciplinas: la Vigilancia e Inteligencia Estratégica (VeIE)² y a la Prospectiva³, basta expresar que complementariamente que existen otras disciplinas y herramientas que analizan tendencias comúnmente llamadas "Forecasting" un ejemplo muy ilustrativo es el pronóstico meteorológico, genéricamente la idea que subyace en ese tipo de pronósticos es que la evolución del modelo estadístico conforma el futuro.

1 Citado por Jorge Beinstein y otros en Manual de Prospectiva – MINCYT 2016 ; Miñois Georges, "Histoire de l'avenir. Des prophètes à la prospective", p. 17, Fayard, París, 1996.

2 Guía programa Vintec MINCYT

3 Guía programa Pronactec MINCYT

Conceptos básicos de Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Estratégica (VTeIe) y Prospectiva

La actitud hacia el futuro de la organización resume su filosofía y sus fines teleológicos⁴, al determinar las acciones presentes y en el análisis de información que precede a la toma de decisiones, se busca la anticipación y se prepara para la acción.

Cualquier organización y en particular las militares tienen dos necesidades: conducir el presente y planificar el futuro de sus operaciones.

La Vigilancia: “Es el proceso que detecta información relevante sobre tendencias, tecnologías, investigaciones científicas, novedades de clientes, invenciones, potenciales socios y competidores”⁵.

La Inteligencia: “Se ocupa del análisis, el tratamiento de la información, la evaluación y la gestión de los procesos de decisiones estratégicas dentro de las empresas, universidades e instituciones de gobierno, minimizando los niveles de incertidumbre del contexto, anticipando los cambios, y aprovechando las oportunidades”.

La Prospectiva: “Es la disciplina que investiga los futuros posibles apoyada en la obtención, análisis y procesamiento de datos para conformar una imagen del mismo para intervenir en el devenir a fin de lograr un futuro deseable”⁶. En particular el estratega y General Frances Beaufre la definió como el arte de conducir la Historia⁷.

Resumiendo e integrando los tres conceptos, la Vigilancia Tecnológica, la Inteligencia Estratégica y la Prospectiva son disciplinas vitales para la creación de escenarios normativos positivos y a su vez herramientas de los analistas de inteligencia, los decisores y los planificadores.

En la Figura 1 se aprecia la relación de las disciplinas en función de la cantidad de datos disponibles, mientras que la Figura 2 las vincula en función de la línea de tiempo.

FIGURA 1: RELACIÓN ENTRE VIGILANCIA TECNOLÓGICA Y PROSPECTIVA

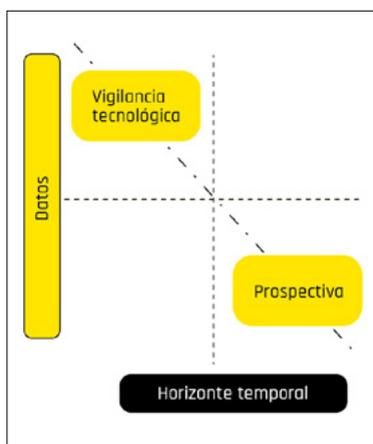


FIGURA 2: ALCANCE DE LOS ESTUDIOS DE FUTURO



4 Para que fue creada y existe.

5 Guía Nacional de Vigilancia e Inteligencia Estratégica, VeIe: buenas prácticas para generar sistemas territoriales de gestión de VeIe 1a ed. - Buenos Aires: Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, 2015. Beinstein, Jorge; 2016; Manual de prospectiva: guía para el diseño e implementación de estudios prospectivos / Jorge Beinstein; contribuciones de Adriana P. Sánchez Rico; Ricardo Carri; Manuel Mari; coordinación general de Alicia Balbina Recalde; editado por Inés Parker Holmberg. - 1a ed. - Buenos Aires: Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva.

6 Maroni, Carlos; Apunte Catedra "Metodologías de prospectiva" de la Maestría en RRH UMAL; Bs As; 2012.

7 Beaufré, Andres; "La nature de l'histoire, Ed Plon; Paris, 1972.

Respecto de lo que podemos pensar, ver, analizar, hacer

A menudo en la gestión, se desconoce que la solución a los problemas que se presentan, ya se encuentra disponible en los conocimientos científico tecnológicos existentes (su redescubrimiento comúnmente implica "No reinventar la rueda"), para ello hay que procurar buscar y obtener información buena y útil para la toma de decisiones.

Dentro de las limitaciones de la mente humana, mediante la VTelE y la Prospectiva en general se pueden desarrollar las siguientes actividades:

- > Buscar y compilar datos e información relevante.
- > Estar atentos a los llamados cisnes negros⁸ (hechos de impacto imprevisibles e inesperados).
- > Analizar trayectorias tecnológicas.
- > Detectar hechos portadores de futuro (requiere de expertos y analistas).
- > Configurar los futuros probables (futuribles).
- > Delimitar de los futuribles aquellos futurables (posibles).
- > **Tomar decisiones a partir de los estudios con el menor grado de incertidumbre posible.**
- > Concebir estrategias de acción tendientes a alcanzar el futuro elegido (preferido).

Los estudios de futuros son requeridos actualmente con mayor frecuencia por las empresas, son una herramienta que permiten generar ideas fuerza.

Ideas fuerza sobre el futuro

- > El futuro está por hacer.
- > Hay muchos futuros posibles (futuribles)
- > El futuro es dominio de la libertad: identificar los futuribles en vez de preocuparnos por las in-variantes.
- > El futuro es dominio del poder y de la voluntad.
- > Ver lejos, amplio, profundo, tomar los riesgos, pensar en el hombre particularmente.
- > A medida que conducimos más rápido hay que mirar más lejos (megatendencia actual: el cambio acelerado)

La actividad de VTelE

- > Proporciona conocimiento sobre ciencia y tecnología.
- > Identifica los probables riesgos.
- > Identifica y evalúa nuevos productos o procesos tecnológicos.
- > Identifica nuevas oportunidades.
- > Sigue el desarrollo de tecnologías específicas.
- > Proporciona datos técnicos.
- > Se anticipa en un entorno competitivo.
- > Proporciona servicios de información (newsletters, boletines temáticos, informes particulares).

En el pensamiento prospectivo

- > Refuerza la cultura de la previsión.
- > Visualiza los probables riesgos.
- > Forma una actitud prospectiva en la organización, anticipando los problemas y orientando las decisiones del "hoy".

⁸ Taleb , Nassim ; "El cisne negro : El impacto de lo altamente improbable"; USA ; 2007 .

- > Integra conocimiento experto.
- > Define escenarios u hojas de ruta hacia el futuro.
- > Define un futuro como razón de ser del presente.
- > Crea una visión compartida en los escenarios prescriptivos.
- > Crea visión estratégica.
- > Materializa el compromiso de toda la organización de alcanzar la visión estratégica.

Ejes en los estudios de futuro en defensa

FIGURA 3: EJES DE ESTUDIOS PROSPECTIVOS Y DE VTEIE EN DEFENSA



Fuente: Propia

El problema de la Infoxicación

El exceso de datos e información electrónicos disponibles (cuantitativos y cualitativos) representa un problema de muy difícil procesamiento por su volumen e interpretación, en lo individual y organizacional la sobrecarga de información puede producir parálisis en la toma de decisiones, a ese problema genéricamente se lo denomina “Infoxicación”. Para solucionarlo se utilizan herramientas informáticas, desde las más simples disponibles y de uso libre que clasifican información (rastreadores de información, clasificadores de correo electrónico, buscadores...) hasta la minería de datos y la inteligencia artificial (IA).

Aunque la utilización de las tecnologías de la información y la comunicación a nivel mundial han adquirido un rol central para disminuir los niveles de incertidumbre y de riesgo en las organizaciones, la consulta de expertos y analistas de información no pueden ser suplidos por la informática (por ahora).

Herramientas prospectivas

Existen muchas formas / herramientas y técnicas prospectivas, en la tabla siguiente se describe en etapas un método en el que se definen variables, actores, escenarios y estrategias (estas últimas) para construir el escenario futuro deseado (en términos prospectivos el futuro).

TABLA 1: HERRAMIENTAS PARA LA PRÁCTICA PROSPECTIVA

Etapas	Finalidad de la técnica	Técnicas / Herramientas
MONITOREO DEL ENTORNO	Detección del cambio y de hechos portadores de futuro	> Técnicas y herramientas de Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Estratégica (VtelE) > Analistas, Expertos
DEFINICIÓN DE VARIABLES	Hacer una aproximación a las variables	> Árboles de competencia de Marc Giget > Matriz FODA > Matriz PEST > Otros métodos de análisis
	Hallar las variables estratégicas	> Ábaco de F. Regnier > Análisis estructural > Matriz IGO "Importancia y Gobernabilidad" > Matriz de análisis estructural > Otros métodos de análisis
DEFINICIÓN DE ACTORES	Precisar el poder y los posibles movimientos de los actores sociales	> Actores y Objetivos
CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS	Estimar escenarios probables	> Delphi > Sistema de matrices de impacto cruzado > Modelo de tres horizontes > Otros métodos
	Determinar el escenario a construir propio (Desde que ocurre y que voy a hacer)	> Análisis morfológico
ESTRATEGIAS	Determinar Objetivos, metas, cursos de acción, priorizar acciones	> Toma de decisiones > Planificación estratégica > Modelo de tres horizontes > Otros métodos de toma de decisiones

Fuente: elaboración propia, adaptado de Mujica Jose Francisco y Lopez Segrera Francisco, 2015, Hacia dónde va el mundo, Pág. 37, Ed. El viejo Topo, España.

Un método de construcción de escenarios: Modelo de Tres Horizontes (3H)

3H es un enfoque práctico, útil que expresa una metodología sencilla, conectando el pasado y el presente con las distintas visiones de futuro.

Su objetivo es facilitar el cambio organizacional (es importante mencionar que cuando se habla de cambio no se trata del cambio en los valores núcleo de la organización sin los cuales se perdería su sentido existencial y su razón de ser).

3H se construye en forma colaborativa y tiene en cuenta los distintos modos de pensar (desde los conservadores, a los visionarios), facilita el planeamiento estratégico.

Una forma de pensar los procesos de innovación militar, es tener en cuenta que los comportamientos técnicos y los modelos estratégicos, generalmente nacen, se desarrollan y entran en declive de la misma manera (inductivamente) lo hacen los fenómenos naturales y la tecnología. La famosa curva de crecimiento o también conocida como "S" permite muy sencillamente, pensar el futuro y tener conciencia de los cambios, es apropiada para visualizar la integración del pasado el presente y el futuro de un sistema/ tecnología en un entorno cambiante. La curva "S" está detrás de la lógica de 3H.

En los 3H se pueden apreciar modelos que se asemejan a las curvas “S” representando tres escenarios u horizontes en función de la aptitud técnica / estratégica, con la particularidad de que coexisten en el presente. El modelo ayuda a organizar y considerar la interdependencia entre la tendencia y los cambios emergentes

El horizonte H1: es el sistema dominante presente, el que posee efectividad con el mayor grado de aptitud estratégica en el entorno, se prevé que se deteriorara en algún momento (p.ej.: los sistemas defensivos actuales diseñados para contrarrestar misiles balísticos frente a las armas hipersónicas).

Se trata del corto plazo “lo que tenemos, funciona y es rentable, las herramientas / procesos están disponibles en tiempo y forma”, es en el que la organización confía y sabe gestionar a la que está adaptada.

Lo trascendente de H1 es tener en cuenta su grado de adaptación a la situación cambiante emergente y que en algún momento H1 se volverá obsoleto.

El horizonte H2: incluye sistemas innovadores, que poseen alguna efectividad / aptitud pero que aún no se han desarrollado totalmente, pueden preparar el horizonte H3 (p.ej.: cañón electromagnético, y armas de energía dirigida).

Es el horizonte de mediano plazo, es el horizonte de transición entre H1y H3 , innovar o adoptar una nueva tecnología implica revisar la doctrina de empleo. En este horizonte se tendrá en cuenta que muchos de los proyectos fracasarán, pero aportarán aprendizaje organizacional.

El horizonte H3: son visiones del futuro que muy probablemente acabarán imponiéndose, en el presente empiezan como hechos portadores de futuro o “semillas del futuro”⁹, se desarrolla

FIGURA 4: CURVA DE CRECIMIENTO O S - TRAYECTORIA DE CICLO DE VIDA DE UNA TECNOLOGÍA / INNOVACIÓN / PROCESO.

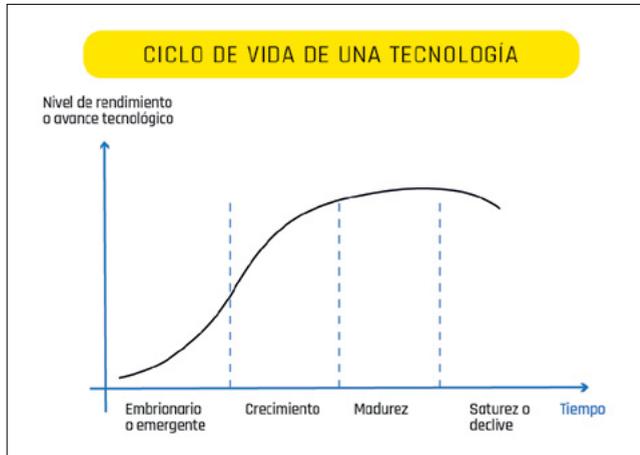
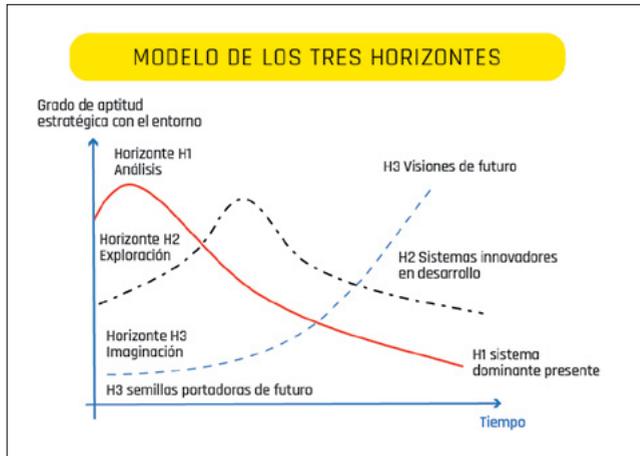


FIGURA 5: MODELO DE 3H - EN CADA MOMENTO CONVIVEN TRES HORIZONTES TEMPORALES DISTINTOS



Adaptado de : Javier Jordan; - <https://global-strategy.org/futuro-sistemas-aereos-combate-no-tripulados-un-analisis-utilizando-el-marco-de-los-tres-horizontes/>

⁹ Jordan Javier; 2021; El futuro de los sistemas aéreos de combate no tripulados: un análisis utilizando el marco de los tres horizontes; Global Strategy – publicación digital geopolítica ; <https://global-strategy.org/futuro-sistemas-aereos-combate-no-tripulados-un-analisis-utilizando-el-marco-de-los-tres-horizontes/>

un nuevo paradigma (p.ej.: drones suicidas, sistemas autónomos letales, armas láser, armas hipersónicas).

Se trata de largo plazo, requiere de los sistemas de armas más inteligencia (para maximizar la fuerza) más rapidez y más letalidad. Plantea preguntas de crecimiento/adaptación organizacional: ¿Hacia dónde y en qué enfocarse?, ¿Cómo no quedar desactualizado (sobre todo en los Recursos Humanos y en especial los mandos)?

H3 está también presente en los márgenes de los sistemas actuales, se desarrolla para responder a nuevos riesgos / retos y posibilidades emergentes (p.ej.: desafíos en nuevos escenarios de guerra ciberespacio, aeroespacial)

El modelo de 3H enfoca a los líderes y permite entre otras ventajas:

- > **crear un puente entre pasado presente y futuro,**
- > integrar conocimiento experto,
- > discutir puntos de vista divergentes,
- > facilitar el diálogo,
- > reflexionar críticamente,
- > visualizar el riesgo de quedar desactualizado,
- > aprender colaborativamente,
- > construir escenarios,
- > facilitar las transiciones,
- > incorporar pensamiento no estructurado,
- > ayudar a pensar el futuro, ...

Como se ve los tres horizontes conviven con distinta prevalencia, los tres son necesarios el desarrollo organizacional gestionando el presente y pensando el futuro (como en cualquier operación se conduce el presente y a su vez se planifica la futura).

Etapas para conformar un ejercicio de 3H

El cuadro siguiente muestra un esquema de cinco etapas para implementar un ejercicio 3H.

.....
 TABLA 1: HERRAMIENTAS PARA LA PRÁCTICA PROSPECTIVA

Etapas - pasos para conformar un ejercicio de 3H sobre un tema / organización/ sistema / doctrina / estrategia	En forma colaborativa se trata de construir cada etapa integrando las mentalidades de gestores , emprendedores y visionarios	Preguntas generales a responder individualmente por los participantes sobre el tema particular
1. El sistema actual (Análisis) Se conforma H1	Visualizar y describir el sistema	> ¿Qué está pasando hoy en día? > ¿Qué debilidades tiene el modelo actual? > ¿Qué nos muestra la VEIE?
2. Visión a futuro (Análisis - Imaginación) Contribuye a H3	Propuestas de metas Analistas de Icia	> ¿Qué se quiere impulsar? > ¿Hacia dónde se quiere llegar? > ¿Qué oportunidades se tienen? > ¿Qué capacidad militar asegura?
3. Señales que anticipan el cambio de paradigma actual (Exploración) Contribuye a H2y H3	Datos e informes de vigilancia e inteligencia estratégica Informes de expertos	> ¿Qué señales y hechos portadores de futuro se pueden percibir? > ¿Qué nos muestra la IE de nuestro entorno?

Continúa

<p>4. Innovaciones que resuelven los problemas del sistema actual (Análisis - Exploración) Contribuye a H2</p>	<p>I+D+i Informes de expertos</p>	<p>> ¿Qué aporta la Vigilancia Tecnológica en C&T e innovación a la solución del problema?</p>
<p>5. Valores y aspectos claves a mantener (Análisis) Contribuye a los 3H</p>	<p>Informes de expertos</p>	<p>> ¿Qué aspectos del H1 no se deben perder/cambiar? > ¿Qué se debe reforzar de H1?</p>

Fuente: propia

Conclusiones

Los estudios de futuros se han convertido en un campo de desarrollo profesional con especialistas que se orientan a la toma de decisiones y a la planificación, son requeridos actualmente con mayor frecuencia por las empresas, para seguir compitiendo con éxito.

Tanto la prospectiva como la vigilancia e inteligencia estratégica no son ajenas y son herramientas utilizadas por las fuerzas armadas para su desempeño. La velocidad de cambio conspira en especial contra las organizaciones con culturas conservadoras, es por ello que los estudios de futuro son imprescindibles en las organizaciones militares, particularmente para actualizar a sus cuadros y a su dirigencia.

La prospectiva en especial permite generar ideas fuerza y enfocar a los líderes en para pensar y planificar el futuro.

Existen una variedad de herramientas y metodologías prospectivas, una de la más sencillas (a todo nivel) es el método de Tres horizontes que tiene la particularidad de contribuir a gestionar el presente pensando y planificando el futuro.

Referencias

- > Mojica José y López Segrera Francisco ; 2015; ¿Hacia donde va el mundo ¿ - prospectiva , megatendencias y escenarios latinoamericanos ; El Viejo Topo ; España
- > Guía programa Vintec MINCyT
- > Guía programa Pronactec MINCyT
- > Institute for the Future, <https://www.iftf.org/about-iftf/>
- > Comando de futuros del USARMY - <https://armyfuturescommand.com/>
- > Taleb , Nassim ; “El cisne negro : El impacto de lo altamente improbable”; USA ; 2007
- > Perez Arrieu Juan Carlos ; 2017 ; TEC 1000 - Conocimiento, C&T y poder militar en el siglo XXI: las guerras del futuro; FIE - UNDEF – CEFA digital ; Buenos Aires; <http://190.12.101.91/jspui/handle/1847939/1605>
- > Jordan Javier; 2021; El futuro de los sistemas aéreos de combate no tripulados: un análisis utilizando el marco de los tres horizontes; Global Strategy – publicación digital geopolítica ; <https://global-strategy.org/futuro-sistemas-aereos-combate-no-tripulados-un-analisis-utilizando-el-marco-de-los-tres-horizontes/>
- > Strategic Foresight ; Método Tres Horizontes ; <https://www.strategicforesight.es/blog/los-tres-horizontes/>
- > <https://global-strategy.org/tres-horizontes-prospectivo-innovacion-militar/>

(*) Juan Carlos Perez Arrieu: Coronel de Artillería EA, Egresado del Colegio Militar de la Nación; Ingeniero Militar de la especialidad Sistemas Armas Electrónicas (IUE/EST), Magister en Dirección de Empresas (MBA- UP), Diplomado en Management Estratégico (UP); Especialista en Higiene y Seguridad(UMdP), Maestría en Conducción y Administración (IUE), Ex Director y actual Analista del Centro de Estudios de Prospectiva Tecnológica Militar GrI Mosconi de la Facultad de Ingeniería del Ejercito, Docente de la FIE - UNDEF y Docente Investigador de la de la UTNFRGP - Dpto Ing Mec y SC&T, miembro del Área de Prospectiva de Energía Eléctrica - APEE - UTN.

1.7

La Guerra Electrónica y la Ciberguerra en el conflicto de Ucrania

Por el CR Com (R) Ing Mil Rafael Olivieri

*«Sé extremadamente sutil hasta el punto de no tener forma.
Sé completamente misterioso, hasta el punto de ser silencioso.
De este modo podrás dirigir el destino de tus adversarios.»*
de Sun-Tzu, "El arte de la guerra"

Temario

Resumen

Introducción

Breves antecedentes del conflicto en Ucrania 2022 y contexto

Conceptos sobre los sistemas de Guerra Electrónica

Conceptos sobre la Ciberguerra

Guerra Electrónica y Ciberguerra en el conflicto

Conclusiones

PALABRAS CLAVE: GUERRA ELECTRÓNICA (EW) - CIBERGUERRA - ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO - CIBERESPACIO - SOFTWARE - HARDWARE - COMANDO Y CONTROL - SISTEMAS DE ARMAS - TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES (TICS) .

Resumen

El presente artículo describe las características de la guerra actual librada en el espectro electromagnético y en el ciberespacio en el marco de la guerra de Ucrania, como dos espacios intangibles, pero que afectan fuertemente las operaciones en el terreno, y en otros ámbitos como la comunicación, propaganda, gobierno y acción psicológica sobre la población y las tropas.

Introducción - Breves antecedentes del conflicto en Ucrania 2022 y contexto

El conflicto entre Rusia y Ucrania, que se origina en 2014 con la independencia de las regiones del este de Ucrania, con población mayoritariamente de origen ruso, nos muestra un nuevo tipo de gue-

rra, caracterizado por acciones en el campo de batalla, en el espectro electromagnético, en el ciberespacio y en los medios de comunicación social.

Los pueblos de Rusia, Bielorusia y Ucrania, tienen un origen común, de raza eslava, religión católica ortodoxa que formaron parte del imperio ruso y posteriormente de la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS), desde donde enfrentaron enemigos comunes. La Ucrania que hoy conocemos fue moldeada en los mismos orígenes de la URSS en tiempos de Vladimir Lenin, de ahí el origen más directo de la escisión territorial del Dombas y Crimea.

Asimismo, estos tres países terminaron decidiendo la disolución de la URSS en la década de 1990.

Finalmente la Federación Rusa termina heredando el poder militar y político de la URSS, y en acuerdo con EEUU y la OTAN (Organización del Tratado del Atlántico Norte) concentra todo el poder nuclear distribuido en la URSS y se firman acuerdos para el desarme de ambas partes y no avance de la OTAN más allá de las fronteras del Pacto de Varsovia, acuerdos que no se cumplen y que se suman a las tensiones que finalmente origina la guerra actual con la invasión rusa de Ucrania el pasado 24 de febrero de 2022.

Se trata de una guerra en el siglo XXI librada por una potencia euroasiática, Rusia, con una doctrina militar particular y un desarrollo social, político, científico y tecnológico propio con conceptos y valores un tanto diferentes al de las potencias occidentales lideradas por Estados Unidos y agrupadas bajo la alianza de la OTAN, y que apoyan abiertamente a Ucrania. Destacamos que este país, la otra parte del conflicto, estuvo ligado a Rusia desde la creación misma del Imperio Ruso, y recientemente como país miembro de la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas. Por tanto, si bien hoy se ha acercado a Occidente, conoce muy bien la cultura y doctrina militar rusa.

En consecuencia, vemos que la guerra en Ucrania es un conflicto muy complejo, que va más allá de una cuestión política local o territorial. Por este motivo, considero que analizar un aspecto puntual del conflicto se torna complejo, puesto que no recibimos información imparcial. Estamos en Occidente de un lado del conflicto, y muchas notas están marcadas con un sesgo político e ideológico por ambas partes.

No obstante, podemos inferir qué tecnologías y sistemas se estarían empleando en ambos bandos, basados únicamente en publicaciones y noticias, evitando cualquier evaluación categórica, puesto que la guerra está en curso actualmente y parece continuar por un tiempo considerable.

Luego de la caída de la Unión Soviética, Rusia ha rescatado sus valores tradicionales, y la patria histórica, rehusando someterse a las imposiciones de Occidente, y buscando recuperar su lugar y liderazgo geoestratégico. El “fin de la historia” expuesto por Fukuyama en 1992 después de la caída de la URSS, finalmente no sucedió. Sin embargo, a pesar de su vasto territorio y recursos, Rusia no llega a equiparar y menos superar el poder militar y tecnológico de Occidente, por lo cual ha desarrollado doctrinas, armamento y equipos particulares para actuar en un modo asimétrico con sus adversarios, y aún así obtener ventajas.

Por esa razón ha desarrollado muy bien conceptos disruptivos en armamento, como los misiles hipersónicos, mantuvo y renovó un poder nuclear como elemento de disuasión y, desarrolló elementos y doctrinas de guerra electrónica y ciberguerra como un multiplicador de fuerza en el campo de combate y en hostilidades, aun sin llegar a un conflicto armado.

Otro recurso es lo que se conoce como “guerra híbrida”, concepto que nace hacia el año 2000, y que incluye otras acciones, como la propaganda, los ciberataques, acciones en los medios de comunicación social y redes sociales, insurgencias, acciones subversivas en general, que complementan las acciones militares, y pueden realizarse, aún sin conflicto armado.

En esto último entran claramente las acciones realizadas en el ciberespacio.

Esto no es nuevo, lo hace desde la era soviética, donde ya la guerra electrónica era muy impor-

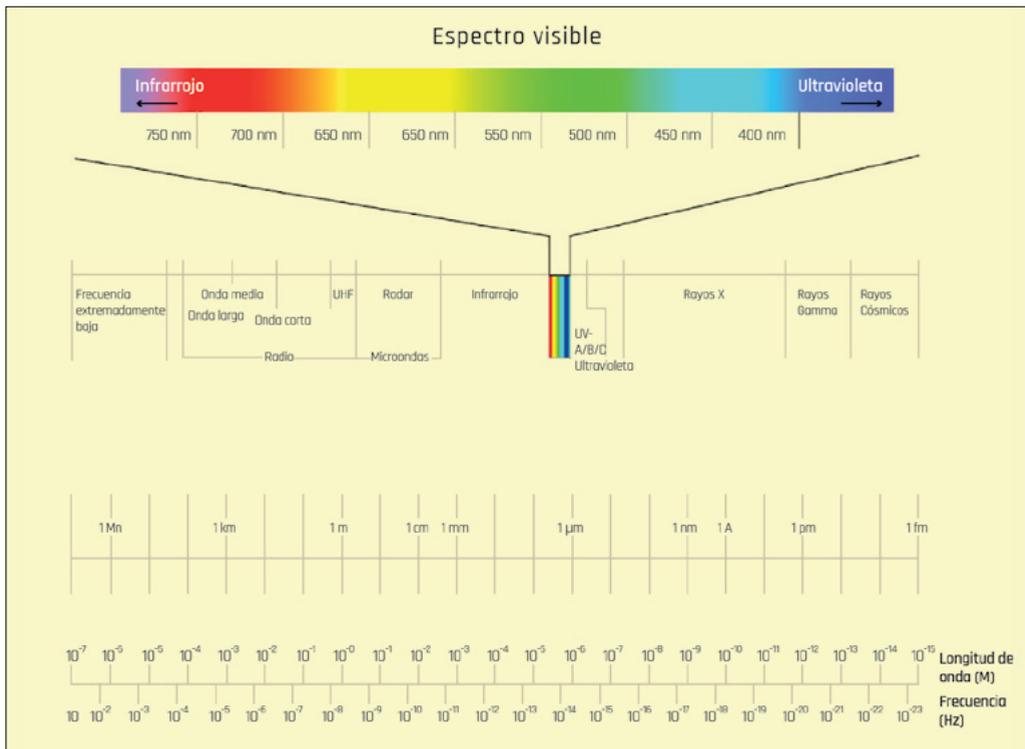
tante en la misma guerra fría y otros conflictos. También las acciones subversivas, aunque no se hablaba en esos tiempos de guerra híbrida. La URSS fomentó siempre el desarrollo tecnológico, como forma de mantener y equiparar su poder con las potencias de occidente, y varios ejemplos lo corroboran, como la carrera espacial. En 1960, logran detectar y derribar un avión espía estadounidense U2 sobre territorio de la URSS. En 1965 en Siria, asesores militares soviéticos empleando medidas de apoyo electrónico, logran radiolocalizar al famoso espía israelí Eli Cohen. Esto entre otras tantas acciones destacadas, marcan una tendencia, que solo se interrumpió durante algún tiempo luego de la caída de la URSS, pero luego continuó, manteniendo Rusia intereses y objetivos de la URSS, como la intervención en Siria y la presencia en otras regiones.

En particular la guerra electrónica es un multiplicador de fuerza que nació a principios del siglo XX, y que el consenso general la ubica en la Batalla de Tsushima durante la guerra entre Rusia y Japón en 1905, y que ha evolucionado hasta hoy con doctrinas, procedimientos y medios. La ciberguerra es otro multiplicador de fuerza, más moderno que algunos reconocen su nacimiento en la década de 1990 del siglo pasado, y rápidamente se proyectó a este siglo XXI junto con la amplia difusión de las computadoras, redes y los dispositivos conectados bajo el concepto de “Internet de las Cosas” (IoT).

Conceptos sobre los sistemas de Guerra Electrónica

La guerra electrónica es una actividad que se desarrolla en un espacio intangible denominado espectro electromagnético, que podemos definir, en una apretada síntesis, como el conjunto de todas las frecuencias posibles que producen radiación electromagnética. No todas las ondas electromag-

FIGURA: EL ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO.



néticas tienen el mismo comportamiento, por ello el espectro electromagnético se divide convencionalmente en segmentos o bandas de frecuencia. De la misma forma, el empleo militar de este espacio es diverso: para comunicaciones, que posibilitan el comando y control y "no comunicaciones" o uso en sistemas de armas y sensores.

Este espacio no se puede delimitar de la misma forma que el campo de combate mediante líneas o límites en el terreno, puesto que las ondas electromagnéticas no se ajustan a ellos, sino que se propagan en el espacio real conforme a leyes de la física, dependiendo de su frecuencia, potencia, direccionalidad de la radiación y condiciones meteorológicas, entre otros.

El dominio de este espacio es crucial en la guerra moderna, puesto que por él se comunican y comandan las fuerzas en el terreno (Comando y Control). Los sensores pueden detectar amenazas a tiempo, y se pueden guiar sistemas de apoyo de fuego mediante ondas electromagnéticas, para citar algunos ejemplos.

La guerra electrónica incluye acciones defensivas, para asegurar el uso propio del espectro electromagnético por parte de la propia fuerza, y acciones ofensivas, tendientes a obtener información y negar al enemigo el uso de su espectro electromagnético, con lo cual afecta su comando y control, y reduce y/o neutraliza su uso por parte de distintos sistemas de armas. Además, es una valiosa fuente de reunión de información de inteligencia.

La guerra electrónica se divide en tres actividades fundamentales:

Medidas de apoyo de Guerra Electrónica (MAE): comprende las acciones adoptadas para buscar, interceptar, identificar o ubicar fuentes de energía electromagnética irradiada por el enemigo con el objeto de obtener información. Es una acción pasiva, no emite radiación, y sirve para obtener información. Esto proporciona por un lado una fuente de información para inteligencia y, por otra parte, se emplea para ejecutar, si viene al caso operaciones activas de GE sobre el enemigo como la interferencia y el engaño que se describen a continuación.

Contramedidas electrónicas (CME): comprende las acciones adoptadas para impedir o reducir la utilización del espectro electromagnético por parte del enemigo. Estas incluyen básicamente la interferencia para negar el uso del espectro al enemigo o perturbarlo, y el engaño, con el fin de manipular, decepcionar o confundir al enemigo.

Contra Contra Medidas Electrónicas (CCME): o medidas de protección electrónica para asegurar el uso propio del espectro electromagnético frente a las acciones de Guerra Electrónica por parte del enemigo.

Finalmente, se suele clasificar también a la Guerra Electrónica, como Guerra Electrónica de Comunicaciones, que afecta al Comando y Control, y Guerra Electrónica de no-Comunicaciones, que afecta a sensores y sistemas de armas, como radares, defensa aérea, misiles y drones.

Desde hace años, la Guerra Electrónica está incluida en la doctrina de las fuerzas armadas en todo el mundo, si bien los países con menores recursos no la emplean tanto.

Asimismo, el empleo de la guerra electrónica, requiere personal altamente calificado, con sólidos conocimientos técnicos y operativos. El desarrollo de CME y CCME es permanente, si no hay desarrollo los equipos y sistemas de armas se tornan rápidamente vulnerables.

Conceptos sobre la Ciberguerra

Al igual que el concepto anterior, la ciberguerra se desarrolla en un espacio intangible, denominado ciberespacio. Tampoco podemos definir sus límites físicos, aunque potencialmente abarca todos los sistemas de comando y control y sistemas de armas conectados en red que emplean software.

Se puede “entrar” a ese espacio por medio de las redes de datos, en muchos casos desplegadas en el espectro electromagnético, pero hay más formas, en general basadas en el engaño, y en lograr capacidades avanzadas. La evolución tecnológica de los sistemas de armas y de comando y control hace necesario el uso del ciberespacio, ganando capacidades, pero a la vez exponiendo vulnerabilidades.

La ciberguerra, al igual que la guerra electrónica, incluye acciones defensivas, para proteger del enemigo los sistemas de información y sistemas embebidos propios, y acciones ofensivas, para negar / neutralizar su uso por parte del enemigo, además de otras acciones más complejas y constituye una importante fuente de información de inteligencia. Se basa en la explotación de vulnerabilidades técnicas y humanas, convirtiéndolo en un espacio muy complejo.

Los sistemas actuales de comando y control, y sistemas de armas integran componentes electrónicos avanzados, que incluyen software embebido en ellos, integrados a los sistemas de información de inteligencia. Se extiende a Internet y redes sociales, y también es una plataforma para operaciones de guerra psicológica.

La ciberguerra desarrolla acciones que se pueden percibir en forma directa, por sus resultados, como la negación de un servicio, pero también otras imperceptibles, muy peligrosas, con consecuencias muy variadas.

Podemos decir que está vinculada a la Guerra Electrónica, por cuanto se puede llegar de una a otra y viceversa. Acciones en el espectro electromagnético pueden afectar al ciberespacio y acciones en el ciberespacio pueden afectar al primero.

Más allá de lo que se difunde cotidianamente en las noticias, sobre ciberseguridad que afectan datos personales, incluyen delitos, espionaje industrial y acciones psicológicas entre otros, la tomaremos aquí en el contexto de un conflicto armado.

Podemos destacar las siguientes características:

- i. El ciberespacio es un entorno único, en el que el atacante puede estar en cualquier parte del planeta.
- ii. En la defensa intervienen muchos factores, y no sólo elementos estatales sino también privados. Se requiere coordinación entre todos ellos.
- iii. La confrontación en el ciberespacio presenta frecuentemente las características de un conflicto asimétrico; y es frecuentemente anónimo y clandestino.
- iv. Permite obtener información sobre objetivos sin necesidad de destruir ni neutralizar ningún sistema, y muchas veces sin que la víctima se entere.
- v. Permite también ejercer el chantaje; pero, al mismo, tiempo, la defensa puede utilizarlo para la disuasión.
- vi. La evolución es rápida siguiendo el avance tecnológico de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC).

Las acciones que se desarrollan en el ciberespacio, no necesariamente tienen que ocurrir en el contexto de una guerra, ni en el campo de combate mismo, sino que pueden darse en cualquier ámbito y lugar que perjudique al adversario.

La ciberguerra plantea un nuevo entorno operacional, un nuevo campo de combate de la misma entidad que el terrestre, naval o aéreo, que sin duda está siendo empleado en los conflictos actuales, en particular éste, por los países adversarios.¹ Este nuevo entorno, demanda unas nuevas necesidades, entre las que destacan la de una fuerza especializada para operar en él, compuesta por medios dedicados, humanos, físicos y económicos, como lo venimos publicando en diferentes noticias

¹ Centro Superior de Estudios de la Defensa Nacional de España – 126 “El Ciberespacio. Nuevo escenario de confrontación.

internacionales en la web de este “Centro de Estudios de Prospectiva Tecnológica Militar General Mosconi”².

Con el avance de la ciberguerra, muchos países han elaborado doctrina y elementos de acción en el ámbito de la Defensa para contrarrestar sus acciones, que cada vez son más frecuentes y dañinas.

Por ejemplo, nuestro país cuenta con una Subsecretaría en el Ministerio de Defensa, un elemento conjunto, y elementos en las tres Fuerzas Armadas y otros tantos en las Fuerzas de Seguridad, aunque en estas últimas, más enfocados a los delitos contra personas y entidades, pero como vimos este espacio no tienen límites precisos, en caso de conflictos entre naciones todo debe ser coordinado, incluso las acciones privadas.

Los atacantes y objetivos, no necesariamente han de estar en la zona del conflicto. Un individuo en cualquier parte del mundo puede ser un atacante, para cualquier parte del conflicto, y sin importar su nacionalidad, es un “soldado” anónimo.

Lo mismo podemos decir respecto de los objetivos, por ejemplo, un medio de comunicación o una empresa global de telecomunicaciones en cualquier lugar del mundo puede ser un objetivo, si de alguna manera tiene un vínculo con cualquiera de las partes, y tiene valor un ataque sobre ella.

Con esto, será difícil medir los efectos de la ciberguerra directamente en el campo de combate (marco táctico) como así también en el tiempo propio de ese marco táctico.

Asimismo, al igual que la EW, el empleo de la ciberguerra requiere personal altamente calificado, con sólidos conocimientos técnicos y operativos.

Guerra Electrónica y Ciberguerra en el conflicto

Introducción:

Cuando Rusia agrupó sus tropas en la frontera con Ucrania en febrero de 2022, los analistas especularon con que Rusia comenzaría su asalto con ataques cibernéticos masivos y disruptivos, el equivalente moderno de eliminar defensas mediante bombardeos convencionales. Pero las capacidades de comando y control de Ucrania no se vieron interrumpidas en gran medida, y solo se produjeron interrupciones menores en las funciones gubernamentales.

Sí se produjeron una serie de ataques de distinto tipo sobre la infraestructura crítica y sistemas en red de Ucrania. Abarcando desde sitios gubernamentales, empresas privadas, medios de comunicaciones, infraestructura crítica (electricidad, agua, gas, etc) y telecomunicaciones, según diversos análisis como el del Centro de Estudios Estratégicos e Internacionales³.

Por ejemplo, según la misma fuente, los ataques de Viasat y Ukrtelecom causaron interrupciones en las comunicaciones, pero aun así no dañaron gravemente la capacidad de Ucrania para coordinar sus fuerzas. Otros sectores sufrieron ataques pero se recuperaron razonablemente rápido.

Algo similar podemos afirmar sobre las acciones de guerra electrónica al inicio de las operaciones, donde parecía poco o nada efectiva en cuanto a anular las capacidades de comando y control de las fuerzas ucranianas y sus principales sistemas de armas.

Pero, ¿la información que recibimos ponderando la defensa ucraniana y señalando la ineficacia de Rusia es tan real o tiene alguna explicación?

La guerra electrónica:

Algunos analistas han señalado que la fase inicial de la guerra en Ucrania no es indicativa de las capacidades EW rusas, ya que la confusión causada por la falta de tiempo de planificación condujo

² <https://www.fie.undef.edu.ar/ceptm/>

³ Centro de Estudios Estratégicos e Internacionales: <https://www.csis.org/analysis/hidden-war-ukraine>

al fratricidio, la mala coordinación de mando y, por lo tanto, muchos sistemas EW rusos se mantuvieron apagados. Posteriormente, las fuerzas armadas rusas comenzaron a utilizar sus capacidades EW de manera más sistemática.

Además, las grandes distancias que cubrió el frente de avance hace que en determinados lugares no se puedan implementar las CCME para defender las tropas propias, y en ese caso pueden operar efectivamente los drones, la fuerza aérea y el apoyo de fuego entre otros, simplemente porque sus sistemas de comando y control y sistemas de armas (en este caso los ucranianos), no pueden ser interferidos por el enemigo.

En este momento, el Ejército ruso está equipado con una variedad de sofisticados sistemas de bloqueo de señales (CCME), incluidos los Krasukha, Moskva, Infauna, Leer y Triad, entre otros.

FIGURA: SISTEMAS RUSOS DE GUERRA ELECTRÓNICA DESPLEGADOS EN UCRANIA

Sistema de guerra electrónica	Empleo	Primer despliegue	Notas
1RL257 Krasukha-4	Apunta a radares de banda X y banda K, particularmente en aviones, drones, misiles y satélites de órbita baja	2014	Consta de dos camiones KamAZ-6350, uno un puesto de mando y el otro equipado con sensores
1L269 Krasukha-2	Apunta a radares de banda S, particularmente en plataformas aerotransportadas. A menudo se usa junto con el Krasukha-4	2011	También basado en dos camiones KamAZ-6350
RB-341V Leer-3	Interrumpe las comunicaciones VHF y UHF, incluidas las comunicaciones celulares y las radios militares, a lo largo de cientos de kilómetros.	2015	Consiste en un puesto de mando basado en camiones que funciona con drones Orlan-10 para ampliar su alcance
RH-330Zh Zhitel	Interferido o jammer; puede apagar las comunicaciones GPS y satelitales en un radio de decenas de kilómetros	2011	Consta de un puesto de mando de camión y cuatro antenas de matriz en fase de mástil telescópico
Múrmansk-BN	Detección de largo alcance y bloqueo de radios militares HF	2020	Fuentes rusas afirman que puede bloquear las comunicaciones a miles de kilómetros de distancia.
R-934B	Jammer VHF/UHF que apunta a comunicaciones inalámbricas y por cable	1996	Consiste en un camión o un vehículo con arugas y un generador remolcado de 16 kilovatios
SPN-2, 3, 4	Bloqueadores de banda X o K que apuntan a radares aerotransportados y radares de control de guía aire-superficie	(No disponible)	Consiste en un vehículo de control de combate y un vehículo de antena.
Repelent-1	Sistema antidron	2016	Pesa más de 20 toneladas
Moeskva-1	Receptor de precisión HF/VHF para la ubicación coherente pasiva de barcos y aviones enemigos	2015	Las fuentes publicadas citan un alcance de hasta 400 kilómetros.

Publicado por IEEE Spectrum, julio de 2022 - "La caída y el auge de la guerra electrónica rusa".

Desde el inicio de la guerra se habló en muchos medios y artículos de la ineficiencia del Ejército ruso y de su guerra electrónica, incluso se dijo que un sistema el Krasukha-4 había sido abandonado en la retirada y cayó intacto en manos del ejército ucraniano. De ser cierto, es algo ciertamente muy grave, puesto que se trata de un sistema moderno, diseñado para interferir sistemas de control de tiro de aeronaves y satélites en las bandas Ku y X. Esto afecta a los sistemas estadounidenses E-8 Joint Surveillance Target Attack Radar System (JSTARS) y Airborne Warning and Control System, (AWACS).

En ese caso Ucrania, y sus socios de inteligencia de la OTAN, tendrían un Krasukha-4 para diseccionar y analizar. Algo muy valioso en la guerra, similar a la captura por parte de los aliados de una máquina Enigma en la 2da Guerra Mundial.

Por ejemplo, el bloqueador ruso R-330Zh Zhitel puede interferir, dentro de un radio de decenas de kilómetros, las redes de GPS, comunicaciones por satélite y telefonía celular en las bandas VHF y UHF. También tiene capacidad de engaño, en el que un sistema sustituye su propia señal por una transmisión de radio o radar esperada. Con esto, las fuerzas rusas enviaron propaganda y órdenes falsas a tropas y civiles durante la insurgencia de 2014 a 2022 en el este de Ucrania mediante el secuestro de la red celular local con el RB-341V Leer-3.

También, antes de la guerra, buques mercantes que navegaban en el Mar Negro, denunciaron comportamientos anómalos de los sistemas GPS que indicaban posiciones incoherentes con el lugar.

Empleando drones Orlan-10 controlados por un sistema montado en un camión, el Leer-3 puede extender su alcance e impactar las comunicaciones VHF y UHF en áreas más amplias.

En cuanto a las capacidades MAE (pasivas), unos pocos sistemas rusos como el Moskva-1, que es esencialmente un receptor HF/VHF de precisión que puede emplear los reflejos de las señales de radio y televisión para realizar operaciones pasivas de ubicación coherente o de radar pasivo. Este

FIGURA: EL COMPLEJO "REPELLENT" ESTÁ DISEÑADO PARA EL RECONOCIMIENTO ELECTRÓNICO DE VEHÍCULOS AÉREOS NO TRIPULADOS QUE UTILIZAN SEÑALES DE SISTEMAS ELECTRÓNICOS Y SUPRIMEN SUS SISTEMAS DE CONTROL.



Fuente: Rosoboronexport.

FIGURA: SISTEMA KRASUKHA-4



Fuente: https://www.armyrecognition.com/russia_russian_military_field_equipment/

sistema capta las transmisores de radio y televisión comerciales en un área, que se reflejarán en objetivos como barcos o aviones. Mediante la triangulación entre múltiples conjuntos de ondas recibidas, el objetivo puede identificarse con suficiente precisión para rastrearlo y, hasta batirlo con fuego de artillería.

Rusia emplea unidades especializadas en guerra electrónica para ejecutar MAE y CCME. En sus fuerzas terrestres, se asignan brigadas EW dedicadas a los cinco distritos militares rusos (oeste, sur, norte, centro y este) para apoyar las operaciones EW regionales que incluyen la interrupción de los radares de vigilancia enemigos y las redes de comunicación satelital en cientos de kilómetros. Las brigadas EW están equipadas con los sistemas más grandes Krasukha-2 y Krasukha-4, Leer-3, Moskva-1 y Murmansk-BN (este último detecta e interfiere las radios HF). Cada brigada del ejército ruso también incluye una compañía EW de aproximadamente 100 soldados que está capacitada para apoyar acciones locales dentro de unos 50 kilómetros utilizando sistemas más pequeños, como el R-330Zh Zhitel.

Con esto vemos que la doctrina de EW rusa tiene en cuenta todas las operaciones. El ejército ruso también cuenta con sofisticadas CCME, es decir, elementos para proteger sus sistemas de la EW del enemigo. Incluye tácticas y tecnologías para proteger sus propias transmisiones de radio para que no sean detectadas o bloqueadas. Las técnicas típicas incluyen las transmisiones en bandas de frecuencia angostas o transmisiones de baja potencia, así como formas de onda avanzadas que son resistentes a las interferencias, de forma similar a como lo hacen las fuerzas de la OTAN.

Sin embargo, sobre este último punto, algunos analistas afirman que no tienen suficientes equipos con estas características, con lo cual gran parte de las fuerzas operativas usarían equipos de comunicaciones de tecnología antigua.

Este último aspecto es considerado muy importante por muchos analistas, quienes destacan que se ha convertido nuevamente en quizás el aspecto más importante de EW, ya que Rusia y China implementan bloqueadores y sensores cada vez más sofisticados.

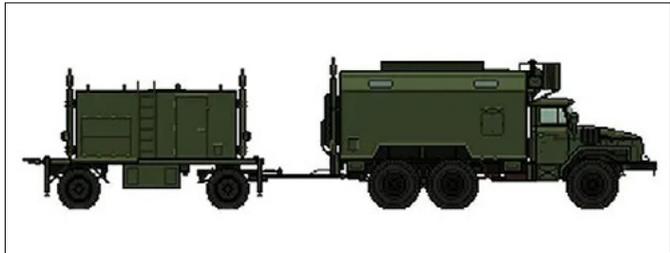
Al inicio de la invasión, muchos expertos vaticinaron que cuando las fuerzas rusas estuvieran listas para atacar, los sistemas terrestres y aéreos detectarían las emisiones radioeléctricas ucranianas y así sus fuerzas serían fácilmente atacadas con cohetes.

FIGURA: SISTEMA RB-341V LEER-3



Fuente: <https://www.uosvision.com/>

FIGURA: R-330ZH - ZHITEL



Fuente: https://www.armyrecognition.com/russia_russian_military_field_equipment/

Sin embargo esto no se dio y las tropas ucranianas no perdieron el comando y control. Sin embargo, posteriormente cuando las tropas rusas se consolidaron en el este y en el sur, sí emplearon efectivamente los medios de EW. ¿Pero por qué no lo hicieron al inicio de la invasión? ¿Es esto razonable y coherente con el supuesto abandono del sistema Krasukha-4, mencionado anteriormente?

No podemos responder esto, nos falta información, y las acciones militares tienen objetivos, que a veces son tangibles, como la toma de un territorio, o la destrucción de activos. Otras veces esos objetivos no son explícitos, pueden ser hasta políticos y es difícil inferirlos.

Por otro lado, en las acciones al inicio de la guerra, el frente de avance ruso fue muy amplio y las acciones de guerra electrónica están, dependiendo de los objetivos y las frecuencias, condicionadas a las distancias. Esto justifica en parte su “fracaso” en algunas acciones, mientras que donde concentró poder la superioridad en el espectro se manifestó, y en ese caso, las acciones ucranianas, por ejemplo con drones se vieron limitadas o impedidas.

También hay que considerar el posible apoyo de Estados Unidos y la OTAN con inteligencia militar a las tropas ucranianas. Si bien la OTAN no interviene directamente en la guerra, si es parte del conflicto, y como aliados de Ucrania, pueden proporcionar valiosa información proveniente de satélites y otras fuentes, como lo hizo con el Reino Unido en la guerra de Malvinas.

Por el lado de Ucrania, en comunicaciones, recibieron radios modernas COMSEC (Seguras) con encriptación y salto de frecuencia, más otras CCME que hace que sobrevivan mejor en un ambiente EW hostil.

No sabemos sobre equipos de EW terrestres del lado ucraniano, se supone contarían con algunos equipos antiguos de origen ruso, y por parte de Occidente, si en drones y sistemas de defensa aérea como los Patriot suministrados por EEUU.

Superada la fase inicial de la guerra, ahora las tropas rusas se encuentran en el este, en territorio bajo su control, y pueden operar mejor los medios, con lo cual la EW surte efecto sobre las tropas ucranianas.

Con una mayor exposición a las radios suministradas por la OTAN, la EW rusa, pudo conocer un poco más sus características, y en consecuencia están comenzando a detectar y degradar las comunicaciones ucranianas. Las brigadas EW están utilizando los drones Orlan-10 de Leer-3 para detectar posiciones de artillería ucraniana en función de sus emisiones de radio, aunque el cifrado y el salto de frecuencia de las radios COMSEC las hace difíciles de interceptar y analizar. Como las líneas del frente ahora están mejor definidas en comparación con el inicio de las operaciones, las fuerzas rusas pueden asumir que las detecciones provienen de unidades militares ucranianas y actuar sobre ellos.

Se ha registrado que las brigadas EW rusas están utilizando el Krasukha-4 para bloquear los radares de drones ucranianos como el Bayraktar TB2 e interferir con sus enlaces de comunicación, protegiendo así los emplazamientos de artillería propia.

FIGURA: SISTEMA ORLAN 10



Fuente: Sputnik News

Los grupos tácticos de batallón (BTG) que operan en el sur y el este de Ucrania emplean sistemas de CME de VHF-UHF de menor alcance como el R-330Zh Zhitel para desactivar drones ucranianos que van desde Bayraktar TB2 hasta más pequeños como el DJI Mavics interfiriendo sus señales de GPS. Los BTG también están atacando las comunicaciones ucranianas utilizando bloqueadores R-934B VHF y SPR-2 VHF/UHF, con cierto éxito.

Por el lado de las fuerzas ucranianas, están aprovechando los sistemas EW suministrados por Estados Unidos y el entrenamiento para bloquear las comunicaciones rusas. También explotaron una debilidad de los grandes y poderosos sistemas EW rusos: son fáciles de detectar. Usando equipos EW suministrados por EEUU, las tropas ucranianas han podido detectar transmisiones de sistemas como Leer-3 o Krasukha-4 y realizar contraataques directos de cohetes, artillería y drones contra los sistemas rusos transportados por camiones.

Ucrania, por su parte ha buscado contar con más material EW barato para atacar las comunicaciones rusas, fundamentalmente empleando equipos basados en Software Defined Radio (SDR)⁴

La ciberguerra:

Mientras que la ciberguerra puede ocupar un lugar central durante la paz y en las acciones previas a la guerra, una vez iniciada la confrontación militar, la ciberguerra pasa a un papel auxiliar. La ciberguerra no puede ocupar territorio, ni puede matar y destruir a gran escala. Sus efectos son mucho menos predecibles que los de sus equivalentes físicos o convencionales. Incluso las victorias significativas suelen ser efímeras, transitorias y/o reversibles. También son inherentemente menos medibles y menos visibles que las victorias físicas y, por lo tanto, tienen mucho menos potencial para influenciar en la política interna del enemigo, a menos que estén consolidadas y cimentadas por victorias físicas en el terreno y sobre activos tangibles.

En consecuencia, los medios cibernéticos rara vez son las armas elegidas cuando las armas convencionales podrían emplearse de manera efectiva. Este punto de vista refleja y refuerza la creencia generalizada de que una vez que comienza la guerra, las armas cibernéticas quedan relegadas a un papel auxiliar.

Esto no minimiza la contribución potencial de la ciberguerra en el campo de batalla en este papel auxiliar. Las ciber-armas ofensivas pueden facilitar y complementar las operaciones convencionales causando diversos efectos adversos sobre el enemigo. Sin embargo, sí sugiere que, en el esquema más amplio de las cosas, los impactos cibernéticos quedan eclipsados por los de las operaciones convencionales y estos últimos siguen siendo la medida principal del éxito. Vemos que ha surgido un nuevo dominio de guerra significativo o una nueva capacidad. Este nuevo dominio o sistema de armas ha revolucionado la guerra probablemente.

Existe también y debemos considerar una relación importante entre la ciberguerra y la inteligencia. Así, la “inteligencia cibernética” es un componente destacado no solo de los esfuerzos de recopilación de inteligencia (y contra-inteligencia), sino también de las operaciones encubiertas, las misiones de influencia y la guerra de la información.

En este caso, antes de la confrontación armada el creciente nivel de sofisticación de Ucrania en el dominio digital y la dependencia de los activos digitales han hecho que la inteligencia cibernética sea un factor constante en la confrontación de inteligencia entre Rusia y Ucrania. Pero Rusia no da tanta prioridad a este tipo de inteligencia, mientras que las capacidades de Ucrania se han visto reforzadas considerablemente por la asistencia masiva, a partir de 2021, de gobiernos y corporaciones occidentales.

⁴ <https://www.fie.undef.edu.ar/ceptm/?p=11227>

Las operaciones cibernéticas mantienen estrechos vínculos con la inteligencia, sobre todo cuando no hay en marcha ninguna operación militar a gran escala.

En el caso de Ucrania, la ciberguerra rusa, seguramente se apoyó mucho en la inteligencia, más teniendo en cuenta que Ucrania tenía estrechas relaciones con Rusia, y la posibilidad de contar con agentes que provean información sobre los sistemas informáticos y las redes. En este caso la inteligencia militar y/o nacional hace lo que se conoce en ciberdefensa como "ingeniería social". De esta forma cubre una parte elemental antes de las acciones, que es la reunión de información.

Desde el inicio del conflicto en 2014, Ucrania ha sufrido operaciones de inteligencia cibernética masivas y sostenidas e incluso ataques cibernéticos ejecutados por órganos estatales rusos y, a veces, aparentemente por terceros. Las operaciones fueron disruptivas e incluso destructivas contra la infraestructura crítica de Ucrania, como sus sistemas de generación y distribución de energía.

Sin embargo, en ese momento no se consideraba que cruzaran el umbral de la guerra, ni siquiera por parte de los adversarios occidentales de Rusia.

Existe un debate acerca de cuándo los ataques cibernéticos pueden ser considerados legítimamente actos de guerra. De hecho, las líneas entre las penetraciones legítimas e ilegítimas en tiempo de paz de las redes cibernéticas de los adversarios se han desdibujado y cuestionado constantemente, no solo por parte de China y Rusia, por mucho que la actividad de estas naciones parezca a veces particularmente imprudente.

Ni siquiera los debates en Naciones Unidas en el seno del UN – GGE /Group of Governmental Experts) han logrado consenso sobre este tema.

En el ámbito civil, como delitos informáticos, si se encuentran tipificados y las legislaciones avanzan cada vez más, pero no cuando hay naciones de por medio.

Los ataques fueron bastante fuertes sobre la infraestructura crítica de energía y comunicaciones, por ejemplo el ataque a los sistemas de Ukrtelecom.⁵

También sobre infraestructura de energía eléctrica como "blackEnergy" en 2015⁶. Incluso en 2022 dan cuenta de nuevos intentos, en este caso detectados y evitados por Ucrania.⁷

Las operaciones cibernéticas necesitan, como otras operaciones militares, una meticulosa planificación. Si bien no podemos citar una doctrina militar particular, sabemos que siguen algún proceso, que algunas empresas han modelado y publicado, como la Cyber Kill Chain de Lockheed Martin.

En general se parte de una reunión de información, definida por el objetivo a obtener.

Los elementos de ciberguerra deben crear una infraestructura clandestina para penetrar las redes adversarias, establecer un punto de apoyo secreto, reconocer toda la red y establecer un aparato de comando y control. La adecuada planificación es necesaria para convertir este punto de apoyo en un ataque concreto a los activos digitales del enemigo. En cualquier caso, la planificación debe desarrollar opciones completas para generar los impactos deseados, ya sea cuando se cumplan ciertos criterios o bajo demanda. En esta guerra, Rusia en la fase previa investigó y probó las capacidades de ciberdefensa de Ucrania.

El incentivo para lanzar ataques cibernéticos temprano, antes de que comience la confrontación convencional, se basa en dos consideraciones: apoyar las operaciones convencionales posteriores y hacerlo antes de que las acciones militares disminuyan la probabilidad de que los ataques cibernéticos planificados logren los efectos deseados. De hecho, como han observado algunos analistas, los

⁵ <https://vpnoverview.com/news/ukraines-largest-telecom-company-hit-by-major-cyberattack/>

⁶ <https://www.bbc.com/mundo/noticias-60850173#:~:text=En%202015%2C%20la%20red%20el%C3%A9ctrica,en%20el%20oeste%20de%20Ucrania.>

⁷ <https://www.swissinfo.ch/spa/afp/ucrania-frustra-un-ciberataque-ruso-a-sus-instalaciones-el%C3%A9ctricas/47514610>

ataques cibernéticos rusos más importantes se llevaron a cabo muy temprano en el desarrollo del conflicto. Luego se desvanecieron en gran medida a partir del inicio de las operaciones convencionales, lo que sugiere que sus planificadores pueden haber buscado desencadenar sus ataques más sofisticados antes del ataque convencional. Sin embargo estos incentivos para atacar temprano implican costos políticos y operativos.

También podemos preguntarnos cuál fue el propósito de esos ataques cibernéticos previos al conflicto armado. Probablemente haya sido la disuasión. Mostrar que el acercamiento a Occidente tiene costos, por ejemplo.

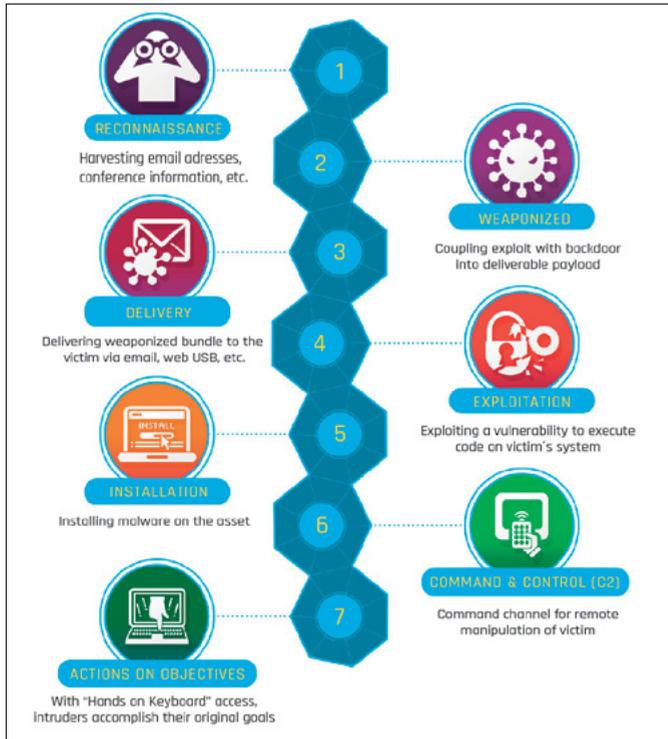
¿Cómo calcular los efectos de una acción cibernética? Según todos los informes, las operaciones cibernéticas durante este período ocasionalmente resul-

taron en daños colaterales significativos, especialmente en el lado ucraniano, pero en algunos casos también mucho más allá. NotPetya⁸ se extendió a otros países y numerosas entidades civiles. Pero mientras que la conducta rusa en las fases más recientes de la guerra claramente buscó infligir el máximo daño colateral en Ucrania, sigue siendo incierto por ahora si el daño colateral infligido por las operaciones cibernéticas rusas antes de la guerra convencional fue intencional o no.

En el caso de Ucrania, preparó sus sistemas para minimizar la incidencia de los ataques, con el apoyo de entidades y empresas tecnológicas de Occidente, y se reflejó en el nivel de modernización, el empleo de sistemas en la nube, más robustos y distribuidos, las redes, el uso de starlink (servicio de internet de banda ancha, con el soporte de la constelación de satélites de SpaceX) y particularmente la “movilización” de un ejército TI (IT Army of Ukraine)⁹. Esto no busca la estruendosa caída de sistemas críticos, sino más actuar en el plano político y de la propaganda pero si induciendo a realizar algunos actos de hackeo como negación de servicio (DoS) y otros basados en scripts y programas para principiantes o aficionados que difunden.

En definitiva, estos grupos son numerosos, en su mayoría civiles, no pertenecen a organizaciones gubernamentales, y logran influir por medio de las redes sociales.¹⁰

FIGURA: “THE CYBER KILL CHAIN®”



Publicado por Lockheed Martin.

⁸ <https://www.wired.com/story/notpetya-cyberattack-ukraine-russia-code-crashed-the-world/>

⁹ <https://twitter.com/itarmyukr?lang=en>

¹⁰ <https://www.csis.org/analysis/evolving-cyber-operations-and-capabilities>

Finalmente, como dijimos precedentemente, existen acciones “silenciosas” no percibidas que resultan extremadamente dañinas y contribuyen al éxito de las operaciones por parte del enemigo, especialmente de inteligencia. Tal es el caso descubierto recientemente del malware “snake”, que se considera la herramienta de espionaje cibernético más sofisticada diseñada y utilizada por el Servicio Federal de Seguridad (FSB) de Rusia para la recopilación de inteligencia a largo plazo sobre objetivos sensibles. Existe una red a nivel global de máquinas infectadas que proporcionan información al FSB¹¹. Esto fue descubierto por la America’s Cyber Defense Agency.¹²

Conclusiones

La invasión de Ucrania muestra que EW sigue siendo importante y puede cambiar el curso de una guerra, como la conocida acción israelí en el Valle de Bekaa en 1982, durante la invasión israelí del Líbano en el conflicto con Siria. Sin el poderío aéreo o los drones guiados por satélite, las fuerzas de Rusia no podrían hacer funcionar bloqueadores o interferir más allá del horizonte para degradar las comunicaciones y los radares ucranianos antes de que las tropas avancen hacia Kiev. Obligadas a utilizar sistemas terrestres y aviones no tripulados de corto alcance, las brigadas rusas de EW que operaban con BTG (Grupos Tácticos de Batallón) tenían que preocuparse por no interferir con las operaciones amigas y no podían distinguir a las tropas ucranianas de los civiles. También tenían que mantenerse en movimiento, reduciendo la utilidad de sus grandes sistemas EW que por la potencia requerida no pueden operar en movimiento. Pero Rusia está superando esos problemas ahora porque el aparente objetivo de tomar rápidamente Kiev fracasó y se convirtió en una guerra de desgaste en el sur de Ucrania con posiciones mejor definidas.

Sin embargo, el problema de la superioridad aérea parece persistir porque Ucrania tenía y fue reforzado por Occidente con diversos sistemas de defensa aérea. Entonces, por el momento, incapaces de superar el horizonte, las unidades terrestres EW rusas pueden bloquear o interferir a las tropas ucranianas solo cuando están separadas por líneas de batalla claramente definidas. Se basan en sistemas como Leer-3 para encontrar las emisiones ucranianas para que la artillería rusa pueda atacar a los ucranianos con proyectiles y cohetes. Los sistemas EW rusos como Krasukha-4 y R-330Zh Zhitel pueden desactivar el GPS o los radares en los drones ucranianos, pero no es sustancialmente diferente de derribar aviones con armas. Y aunque los sistemas como el Moskva-4 podrían escuchar señales en el horizonte, Rusia parece no aprovechar demasiado esas detecciones, tal vez por prudencia, al no poder corroborar esa información por otros medios y así evitar el derroche de munición y los daños colaterales a civiles.

Quizás la mayor lección de Ucrania para EW es que ganar la radiofrecuencia no es igual a ganar la guerra. Rusia está en el dominio de la guerra EW en este momento. La situación podría cambiar rápidamente si las tropas de Ucrania, con el apoyo occidental, recuperan el control aéreo de Ucrania, en los sectores ocupados por Rusia, donde podrían actuar contra el enemigo.

Para ambos bandos, el desafío para dominar el espectro electromagnético es contar con medios y personal capacitado, pero también hay que tener en cuenta que la EW se desarrolla en el espectro electromagnético, que depende de las leyes de la física. Por lo tanto las fuerzas militares deberán adecuar sus movimientos para cumplir esas leyes y ser efectivos en el despliegue táctico y en sus distancias.

En cuanto a las operaciones de ciberguerra, es más difícil medir sus efectos cuando el conflicto armado está en desarrollo. Es muy probable que lo actuado previamente de sus frutos si el trabajo

¹¹ <https://www.fie.undef.edu.ar/ceptm/?p=12262>

¹² <https://www.cisa.gov/news-events/cybersecurity-advisories/aa23-129a>

fue bien realizado, particularmente como medio de reunión de información de inteligencia. Esto puede ser más perjudicial que las acciones contundentes sobre sistemas que se inutilizan, y se hacen visibles las acciones. A veces, entonces como un iceberg, lo que no se ve puede ser más peligroso y perjudicial, por cuanto el enemigo podría tener una fuente de reunión de información en la red sin despertar sospechas.

Sin duda, en la etapa previa al conflicto armado, hubo como dijimos acciones contundentes que hicieron efecto sobre la infraestructura de Ucrania, e incluso otros países incluido EEUU, como el ataque al Colonial Pipeline, que si bien hubo acusaciones contra Rusia, nunca lo reconocieron, como es usual en este tipo de acciones. Como sea, nunca conoceremos en lo inmediato los objetivos reales como para evaluar tan pronto sus resultados.

La Guerra Electrónica ya había ganado un lugar como multiplicador de fuerza, y la ciberguerra, sin duda también ya lo ha hecho, con consecuencias que se sienten mucho más fuera del campo de combate, en tanto somos cada vez más dependientes de las TICs.

Fuentes

- i. RUSI (Royal United Services Institute for Defence and Security Studies)
- ii. Ukraine at War - Paving the Road from Survival to Victory - Jack Watling and Nick Reynolds
- iii. IEEE Spectrum, julio de 2022 - “La caída y el auge de la guerra electrónica rusa “.
- iv. Carnegie Endowment - Integrating Cyber Into Warfighting: Some Early Takeaways From the Ukraine Conflict - Ariel (Eli) Levite.
- v. CSIS (Center for Strategic and International Studies) - Evolving Cyber Operations and Capabilities – Mayo 2023.

(*) **Rafael Mario Olivieri** es Coronel del Ejército Argentino en situación de retiro, promoción 116, Arma de Comunicaciones, Ingeniero Militar especialidad Informática, Especialista en Redes de Datos, Analista del Centro de Estudios de Prospectiva Tecnológica Militar “Grl Mosconi” de la FIE. Se desempeñó en diferentes proyectos de desarrollo de software y comunicaciones en el Ejército Argentino, profesor de Sistemas Operativos, Comunicaciones, Redes y Teoría de Control; ha realizado publicaciones sobre su especialidad

1.8

CONFLICTO UCRANIA-RUSIA

“500 días: una perspectiva del Poder Aéreo” Una mirada desde los niveles de la guerra

Por el BM (R) Alejandro Moresi (*)

El presente es un resumen de la presentación que el Observatorio Tecnológico Aeroespacial y Centro Aeronáutico de Estudios Estratégicos de la República Argentina (CAEE), realizaron en el WEBINAR sobre “CONFLICTO UCRANIA-RUSIA “500 días una perspectiva del Poder Aéreo”, organizado por la Revista Pucará Defensa y el Centro de Estudios Estratégicos Aeroespaciales de la Fuerza Aérea de Chile.

El objetivo de esta mirada es analizar la aplicación del poder aéreo en el conflicto ruso-ucraniano, acerca de la concepción de la maniobra estratégica soviética y su visión del empleo del poder aéreo, desde la perspectiva ucraniana, revisar el impacto en la evolución del conflicto por parte de la asistencia de occidente y la ventaja táctica que ofrece la información ISR de los sensores OTAN, para finalmente resumir los efectos en el poder aéreo de los armamentos involucrados por las partes.

Los aspectos enunciados son tratados desde el concepto de los niveles de la guerra, en tal sentido se parte del concepto que existen tres niveles, concebidos en función de la categoría fines – medios, de acuerdo con la visión prusiana de 1870, delineada por el general de Vergara en su libro “Estrategia métodos y rutinas” (de Vergara, 2012):

1. **Nivel Estratégico:** este nivel incluye el general y el militar, este es un nivel de dirección, el lugar donde se hacen las decisiones, aquí se analizan los objetivos políticos y se determinan las bases de empleo en el plano militar para alcanzar el estado final estratégico deseado
2. **Nivel Operacional:** es un nivel de planeamiento y ejecución que operacionaliza la estrategia militar, trata de las maniobras y la logística para colocar a las tropas en la mejor posición posible, la más ventajosa, para que los medios puedan enfrentarse en condiciones de éxito. Aquí su producto es el estado final deseado del teatro de operaciones, para ellos diseña un plan de campaña con diferentes líneas de operación que involucran diferentes medios u objetivos a alcanzar.
3. **Nivel Táctico:** es el nivel de planeamiento y ejecución pero que trata de los enfrentamientos

Sobre este concepto general de los niveles de guerra, se llevó adelante una visión acerca de cómo las partes han empleado del poder aéreo, transcurridos 500 días desde el inicio del conflicto.

Nivel Estratégico

En este punto, un aspecto a analizar la concepción del poder aéreo de los soviéticos, que desde los días de Corea siempre se han visto opacados ante el accionar de Occidente y la forma de emplear el poder aéreo, encontrando en el combate aéreo, dificultades insalvables que los llevó a poner mucho empeño en la concepción de sistemas antiaéreos de alta efectividad y entendiendo que la mejor postura para **el ejercicio del poder aéreo es la negación del uso de Aeroespacio al oponente**, aspecto compartido por ambas partes.

El caso ruso

Así, la VKS¹ (*Vozdushno-kosmicheskiye sily*) o la fuerza aeroespacial rusa (Agencia TASS, 2015), creada en 2015 es la rama aérea de las fuerzas armadas rusas, básicamente una fuerza de defensa aeroespacial (aeronaves MIG-31m MIG-29 , SU-27, SU-30, SU-35, SU-57, en sus diferentes modelos) , donde la fuerza de apoyo a la maniobra de superficie se encuentra compuesta (aeronaves SU-34 , SU-24 y SU-25), una fuerza bombarderos (aeronaves TU 160, TU-22M3, TU-95MS y MIG -31K) y una fuerza ISR (aeronaves A-50 Tu-214PU-SBUS en diferentes versiones) y otras áreas de aeronaves y helicópteros para tareas de transporte reabastecimiento, logística instrucción etc.

Su capacidad de defensa aérea sigue conceptos tendientes a buscar un concepto anti-acceso y de denegación de área (A2/AD), basado en redes defensivas con sistemas de largo alcance como el S-200, S-300 y S-400, generando burbujas de defensa potencialmente aptas en un rango superior a los 400 kilómetros. (missile threat, 2021)

En lo que hace a su concepto de maniobra estratégica, Rusia ha realizado numerosas modificaciones en la organización de sus Fuerza Armadas, tendientes a dar mayor flexibilidad reduciendo el concepto de masas en su concepción de **"combatir para maniobrar"**, ello dificulta visualizar un centro de gravedad, ya que la maniobra estrategia se muestra cuando ha sido finalizada. (Noorman, 2023) Sus acciones ofensivas en el empleo del poder aéreo han mostrado una estrategia basada en un pobre concepto de Targeting, lo que ha llevado a encontrar blancos fijos en el sistema eléctrico y sobre algunos depósitos logísticos (Hankin & Chacón, 2023) y mantiene como lo ha hecho desde la guerra fría un **esquema de ataque contra valores** más que contra fuerzas, debido a que subyace la idea que quebrar la voluntad de las poblaciones es parte del acto de guerra. De allí, el empleo de misiles de largo alcance (Kinzhal, Sirkon, KH 101, junto a otros misiles de largo alcance navales y terrestres e incluso direccionado para empleo superficie misiles antiaéreos como el S-300) y bombas merodeadoras Shahed 136 iraníes o la denominación ruso Geran 2.

El caso ucraniano

Su concepto de empleo estratégico del poder aéreo, es el heredado de la URSS y, por ende, se basa en la estrategia de **negar el uso del Aeroespacio al oponente**. Los aportes de occidente de sistemas como Patriot (EE.UU.), Irist-T (Alemania) y Nasam (*Norwegian Advanced Surface to Air Missile System*) y cantidades de diferentes tipos de ManPads. Dieron mayor contundencia a este concepto.

Su estrategia ha sufrido algunas modificaciones como consecuencia del apoyo recibido por la OTAN, principalmente en áreas como el targeting, donde las capacidades aeroespaciales ISR occidentales, han resultado clave en el campo táctico, así como la incorporación de conceptos de supresión de defensa aérea (SEAD), a partir de los misiles HARM 88 y los señuelos señuelos ADM 160 MALD (Miniature Air-Launched Decoy).

¹ VKS es una nueva rama de su ejército creada el 1 de agosto de 2015 con la fusión de la Fuerza Aérea Rusa (VVS), las Fuerzas de Defensa Aeroespacial Rusas (VVKO) y las fuerzas espaciales, consecuencia de una recomendación del Ministerio de Defensa (Larrinaga, 2015).

El empleo de un concepto de inteligencia distribuida y el impacto en las operaciones terrestres del empleo de Sistemas No Tripulados (UAS) tanto de ataque como de ISR, desde Bayraktar TB2 (empleado para ambas operaciones) a los drones comerciales de DJI, ha generado una visión en el empleo de este tipo de tecnología en todos los niveles de la guerra.

Finalmente, una de las acciones de nivel estratégico que llama la atención es la resiliencia alcanzada a partir de las capacidades espaciales civiles, el empleo de la movilización de los sitios SAM² y el alto nivel de silencio electromagnético, lo que, de alguna manera, complica a la eficacia de las operaciones rusas.

Acerca del conflicto desde la perspectiva del nivel estratégico o de dirección no se han observado modificaciones sustanciales a las planteadas al inicio de las operaciones

Nivel Operacional

En el nivel operacional, siguiendo los procesos de Planeamiento occidentales, es donde las directivas estratégicas se plasman en planes de campaña que se reflejan en las líneas de operación. La ausencia de conocimiento acerca de los procesos de planeamiento de ambas partes dificulta la posibilidad de establecer las características en detalle de cómo se maneja este nivel. En el lado ruso se conoce que el Comandante de la operación es el General Surovikin (BBC, 2022), mientras que en el ucraniano, la defensa pareciera dirigida desde el Estado Mayor Conjunto (Minister of Defense Ukraine, 2006).

Si bien es difícil establecer las líneas de operación o fijar con claridad los cursos de acción planificados por las partes, si se pueden visualizar líneas de acción con las cuales tienen diferentes características y que se exponen en la siguiente tabla:³

.....
TABLA DE ELABORACIÓN PROPIA SOBRE LA BASE DE DIVERSAS PUBLICACIONES

Línea de Acción	RUSIA	UCRANIA
ISR	Se ha limitado a operar en su territorio con medios de alcance que permiten una información adecuada para la línea de combate, pero no para ejecutar operaciones aéreas en la profundidad del territorio ucraniano ni alcanzar un targeting de excelencia.	La cobertura de medios ISR de OTAN (Centric, P-3 Orion y P-8 Poseidón Gulfstream G650 CAEW, UAS Global Hawk), el apoyo satelital civil con imágenes (ej;Hawkeye 360) y el empleo de pequeños drones le ha permitido refinar el Targeting en el campo táctico y anticipar a su defensa aérea los ataques misilísticos.
Guerra electrónica	Ha demostrado capacidad para interferir los sistemas de posicionamiento disminuyendo la efectividad de las armas de precisión guiadas por GPS (ej: JDAM y Storm Shadow ³). Por otra parte, sus sistemas aerotransportados sorprendieron aviones occidentales como los F 35 italianos, en zonas internacionales ⁴	Si bien su capacidad es limitada a esfuerzos propios, la disciplina de silencio electrónico y el redespiegue como alternativas le ha permitido incrementar su resiliencia. Los ADM 160B ⁵ (Miniature Air-Launched Decoy), supuso una sorpresa tecnológica no esperada

Continúa en página 196

² En este sentido cabe destacar el concepto ACE (empleo de Combate Agil) algo UTILIZADO por Suecia y Finlandia ya en la Guerra Fría y que fuera analizado recientemente en la Royal Aeronautical Society durante la conferencia de la Cumbre de Capacidades Aéreas y Espaciales de Combate Futuro (<https://www.aerosociety.com/news/highlights-from-the-raes-future-combat-air-space-capabilities-summit/>).

³ https://www.mbdba-systems.com/?action=force-download-attachment&attachment_id=16702

Línea de Acción	RUSIA	UCRANIA
Defensa Aérea	Esta Capacidad se ha visto limitada en el campo táctico por la incorporación de HARM 88 anti radiación a los Mig 29 y los decoy ADM160B según los números suministrados en el sitio Dryx Rusia habría perdido 33 radares y 41 sistemas de engaño (Dryx, 2023).	Este aspecto ha presentado un sensible incremento con la ayuda de Occidente un factor que incidió fue la incorporación del Patriot que demostró ser eficaz contra los misiles Kinzhal , los sistemas de corto alcance se verán esenciales para soportar la acción de contraofensiva anunciada.
SEAD	No posee doctrina en este tipo de operaciones, lo que le implica un desgaste de material de misiles de largo alcance para lograr relativos éxitos en la supresión de defensas aéreas.	La incorporación de los Harm 88 en MIG 29 ha dado resultados alentadores, incorporando a su fuerza rudimentos de doctrina SEAD, cuestión que puede ser de importancia a la hora de la contraofensiva.
Espacial	La capacidad significativamente superior en esta área no ha dado señales concretas de aplicación, no se ha podido registrar el empleo de armas ASAT cinética, EW y/O energía dirigida.	El empleo de sistemas civiles ha demostrado una capacidad espacial igualable a ingenios militares, que la han favorecido tanto en observación de la tierra como en comunicaciones y resiliencia electrónica, a través de empresas como Starlink y Hawk eye
Información	La desinformación ha sido una constante en este conflicto donde Rusia se ha caracterizado por retacear o negar la mismas. No obstante, se debe destacar que las acciones previas y ejecutadas en los comienzos de la operación contra el sistema cibernético de Ucrania, tuvieron un éxito relativo por el apoyo de las constelaciones de Starlink	Ha hecho un uso intensivo del ciber espacio, tanto para crear leyendas como el "fantasma de Kiev" en los primeros días como para convencer a sus aliados de las necesidades del país consecuencia del conflicto y hasta como un medio de información de comando y control.
Resiliencia	Posee una capacidad natural debido a la relación de fuerzas, el tamaño del país y no tener que soportar las acciones bélicas en territorio propia.	Su base de éxito ha sido sobre aspectos como (1) el silencio EW, (2) el engaño, (3) la movilidad basada en el redespiegue como fuente de resiliencia.
Ofensiva Aeroespacial	Ha basado su esfuerzo de guerra en el empleo de misiles de LR y Shaged 136 o Geran 2, sus resultados en relación con la cantidad de material empleado se aprecia pobre y en gran parte puede adjudicarse a la dificultad para obtener un adecuado targeting y muchas fallas en la evaluación de daños de batalla (BDA)	La incorporación de bombas JDAM y misiles Storm Shadow en sus Mig 29, ha alcanzado relativos resultados

En términos generales, la campaña aérea no ha seguido los parámetros empleados en Occidente, en parte porque Rusia no parece haber planificado a través de la operación aeroespacial una parálisis estatal, sobre conceptos como los 5 anillos de Warden, ni en tiempo de ejecución logra establecer un ciclo OODA que asegure la cadena de efectos esperada, mientras que Ucrania no posee medios adecuados para penetrar en el territorio Ruso y debe limitarse a la defensa aérea y el apoyo de fuego.

4 <https://theaviationist.com/2021/06/09/russian-su-30sm-itaf-f-35/> ; <https://www.reuters.com/business/aerospace-defense/dutch-f-35s-intercept-three-russian-military-aircraft-over-poland-netherlands-2023-02-13/> ; https://www.larazon.es/internacional/asi-fue-como-su30-ruso-tecnologia-guerra-electronica-intercepto-caza-f35-italiano-bloqueando-sus-sistemas_20230602647a333b45377c00016f220a.html

5 https://en.defence-a.com/news/ukrainian_mig_29_may_have_just_gotten_adm_160b_mald_decoys_to_facilitate_attacks_with_storm_shadow-6698.html

La conducción del poder aeroespacial ruso pareciera lenta y poco centralizada desde una perspectiva occidental del ciclo OODA, no logra identificarse con claridad la relación entre los efectos de las armas, más allá de minar la voluntad del pueblo ucraniano y generar una sensación de temor constante. Sí ha identificado como sistema de objetivos de nivel operacional el eléctrico y eventualmente algunos objetivos materiales del sistema logístico. Esto podría atribuirse a la falta de un adecuado targeting. En el caso ucraniano, la conducción del poder aeroespacial se refleja en resultados del campo táctico.

Los resultados en el nivel operacional con relación al Poder Aéreo se aprecian como pobres para la concepción occidental. Más allá de que ambos han ejercido diferentes líneas de acción.

Rusia podría estar buscando agotar la capacidad económica de soporte de la Defensa Aérea⁶ ucraniana para iniciar ofensiva de superioridad aérea en la profundidad del territorio enemigo, la que se ve impedida por la anticipación que otorgan los medios ISR OTAN y la poca capacidad de targeting

Nivel Táctico

Este nivel de enfrentamiento de las fuerzas es donde se pueden adelantar algunas cuestiones a tomarse inicialmente como lecciones aprendidas, ya que ambos bandos han mostrado resultados interesantes producto del empleo de los medios en las diferentes líneas de acción identificadas en el nivel operacional.

Un resumen orientativo no exacto, ni exhaustivo de las pérdidas de ambos bandos proporcionado por una fuente externa sobre datos de varios sitios de internet, permite una referencia acerca de la intensidad de empleo del poder aéreo en general y los pocos efectos alcanzados, en una acción que se ha planteado al menos desde la perspectiva del invasor como una “guerra de desgaste”.

Categoría	Material	Rusia	Ucrania
Sistemas electrónicos	Radars	33	63
	Sistemas de engaño	41	2
Aeronaves	Aviones	82	68
	Helicópteros	90	31
	Vehículos aéreos no tripulados	246	144
Sistema defensa aérea	Cañones antiaéreos	41	9
	Misiles Sup-Aire	119	113

En este nivel de enfrentamientos desde la perspectiva aeroespacial podemos encontrar dos confrontaciones a considerar:

1. La guerra de misiles y bombas merodeadoras de largo alcance, por parte de Rusia
2. La guerra de drones, ejecutada por ambos, pero con efectos tácticos de interés en la ucraniana

⁶ <http://espacioestrategico.blogspot.com/2023/04/la-crisis-de-las-municiones-que-se.html>

La Guerra de Misiles

La campaña de misiles y bombas merodeadoras implementada por Rusia ha superado los 5000 lanzamientos, pero no pareciera haber logrado el efecto estratégico ni operacional esperado, debido en parte a cambios de rumbo en las acciones y los objetivos. La eficacia ucraniana se dio por la resiliencia y capacidad antiaérea, el documento producido por el Center for Strategic & International Studies denominado de Putin's Missile War Russia's Strike Campaign in Ukraine, contiene una serie de claves de análisis que se comparten en la siguiente tabla (Williams, 2023).

RUSIA	UCRANIA
La campaña de ataques aéreos con misiles de largo alcance no ha logrado producir los efectos estratégicos.	La razón del fracaso ha sido el uso extensivo de la dispersión, la movilidad y el engaño.
Rusia subestimó significativamente la escala de esfuerzo necesaria para lograr sus objetivos.	Las defensas aéreas han disuadido el empleo de aviones de la Fuerza Aérea Rusa contra objetivos estratégicos detrás de las líneas del frente.
Podría estar buscando agotar la paciencia de Occidente.	La dependencia de Occidente es crítica.
Podría considerarse un éxito operativo la campaña para degradar la red eléctrica de Ucrania.	La eficacia de las defensas aéreas ha sido un factor esencial en la resiliencia del sistema.
Disminuye sus reservas de misiles y se vuelve más dependiente de los lotes de proyectiles recién producidos.	Ha demostrado a lo largo de la guerra que los misiles balísticos y de crucero rusos son amenazas manejables en la medida que la reposición de la capacidad de defensa aérea sea una prioridad para occidental.

Elaboración propia sobre datos del Center for Strategic & International Studies denominado "Putin's Missile War Russia's Strike Campaign in Ukraine" (Williams, 2023, págs. 1-2)

La guerra de Drones

Los drones han demostrado ser decisivos en las misiones ISR, en el caso de Ucrania , se puede observar un intenso de equipamiento comercial (COTS) en medios militares en los cuales se aprecian modificaciones caseras , con los que han logrado acciones exitosas en el campo táctico, particularmente para búsqueda y adquisición de blancos y coordinación de los fuegos.

Un párrafo aparte son las acciones ISR y de ataque con UAS como el Bayraktar TB2" (se estima 22 derribos), que se aprecia lograron efectos interesantes en diferentes operaciones. Estos sistemas han demostrado capacidad de acción contra objetivos estratégicos y tácticos, siendo la acepción de bomba merodeadora una de las que más ha sembrado temores.

La efectividad de los sistemas UAS comenzó a mermar a partir de las capacidades anti-drone que ingresaron al campo de batalla siendo estos la clave para una cobertura continua del campo de combate. (Robinson & Bridgetwaters, 2023).

Concluyendo

En el plano estratégico, ambos emplean un concepto doctrinario tendiente a negar el empleo del espacio aéreo, donde a Rusia pareciera se le dificulta definir los objetivos de la maniobra estratégica, la recurrencia a una campaña aérea basada en armas aéreas de largo alcance no parece haber obtenido los efectos estratégicos deseados.

En el nivel Operacional, Rusia muestra una campaña empleando armamento aéreo de largo alcance (misiles y bombas merodeadoras contra el sistema eléctrico y afectar la resiliencia de la de-

fensa aérea), mientras que Ucrania ha mostrado cierta organización Operacional para lograr resiliencia a través de dispersión movilidad y engaño.

En el campo táctico es donde se pueden apreciar efectos concretos: Ucrania ha generado a partir de la movilidad ventajas tácticas que le permiten mayor sostener su capacidad de defensa aérea que detiene por el momento cualquier intento de ofensiva de superioridad aérea rusa, pero que es altamente dependiente del apoyo externo.

En Rusia la falta de doctrina y medios SEAD impacta en la capacidad de operar en la profundidad del territorio ucraniano, su capacidad de ofensiva dependen del esfuerzo industrial.

En síntesis, AMBOS se limitaron a negar el espacio aéreo mientras Rusia se empeña en una ofensiva aeroespacial limitada al empleo de armas de largo alcance con efectos relativos, el empleo intensivo de armas antiaéreas por parte de ucrania, movilidad y silencio electromagnético le otorgan mayor resiliencia al esfuerzo de guerra.

Bibliografía

- > Agencia TASS. (3 de ago de 2015). *Agencia de noticias de rusa*. Obtenido de <https://tass.com/russia/812184>
- > BBC. (22 de oct de 2022). *Quién es Serguéi Surovikin, el general ruso acusado de destruir Alepo y que ahora comanda la ofensiva de Moscú en Ucrania*. Obtenido de BBC.com: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-internacional-63209190>
- > de Vergara, E. (2012). *Estrategia Métodos y Rutinas*. BsAS: Universitaria del Ejército.
- > Hankin, L., & Chacón, R. (24 de feb de 2023). *BBC*. Obtenido de Guerra en Ucrania en gráficos: cómo ha cambiado el conflicto desde el inicio de la invasión rusa hace un año: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-internacional-64681811>
- > Larrinaga, N. d. (14 de ago de 2015). <https://web.archive.org>. Obtenido de Rusia crea nueva rama de servicio de la Fuerza Aeroespacial: <https://web.archive.org/web/20151227073639/http://www.janes.com/article/53416/russia-creates-new-aerospace-force-service-branch#>
- > Minister of Defense Ukraine. (2006). <https://web.archive.org>. Obtenido de Libro Blanco de la Defensa de Ucrania: /web/20080910033922/http://www.mil.gov.ua/files/white_book_eng2005.pdf
- > missile threat. (3 de ago de 2021). *Defensa aérea y antimisiles rusa*. Obtenido de <https://missilethreat.csis.org>: <https://missilethreat.csis.org/system/russian-air-defense/>
- > Noorman, R. (15 de jun de 2023). *THE RUSSIAN WAY OF WAR IN UKRAINE: A MILITARY APPROACH NINE DECADES IN THE MAKING*. Obtenido de <https://mwi.westpoint.edu/the-russian-way-of-war-in-ukraine-a-military-approach-nine-decades-in-the-making/>
- > Oryx. (de 2023). Obtenido de <https://www.oryxspioenkop.com/2022/02/attack-on-europe-documenting-equipment.html>
- > Robinson, T., & Bridgetwaters, S. (2023). *Royal Aeronautical Society*. Obtenido de <https://www.aerosociety.com/news/highlights-from-the-raes-future-combat-air-space-capabilities-summit/>
- > Williams, I. (2023). *Center for Strategic & International Studies*. Obtenido de Putin's Missile WarRussia's Strike Campaign in Ukraine: https://csis-website-prod.s3.amazonaws.com/s3fs-public/2023-05/230505_Williams_Putin_Missile.pdf?VersionId=0rahER.P81oo5ispb8.UGcT_90DmLoSb

Publicaciones empleadas en el análisis no citadas

- > <https://www.aerosociety.com/news/highlights-from-the-raes-future-combat-air-space-capabilities-summit/>
- > <http://espacioestrategico.blogspot.com/2023/04/la-crisis-de-las-municiones-que-se.html>
- > <https://theaviationist.com/2021/06/09/russian-su-30sm-itaf-f-35/>
- > <https://www.reuters.com/business/aerospace-defense/dutch-f-35s-intercept-three-russian-military-aircraft-over-poland-netherlands-2023-02-13/>
- > https://www.larazon.es/internacional/asi-fue-como-su30-ruso-tecnologia-guerra-electronica-intercepto-caza-f35-italiano-bloqueando-sus-sistemas_20230602647a333b45377c00016f220a.html
- > <https://www.aerosociety.com/news/highlights-from-the-raes-future-combat-air-space-capabilities-summit/>
- > <https://www.laprensa.com.ar/530238-Guerra-en-Ucrania-Los-desafios-de-los-F-16.note.aspx>
- > <https://www.youtube.com/watch?v=G1ygeOcbADA>
- > https://www.mbd-systems.com/?action=force-download-attachment&attachment_id=16702
- > Ataque a Europa: documentando las pérdidas de equipos rusos durante la invasión rusa de Ucrania - Oryx (oryxspioenkop.com)
- > <https://www.youtube.com/watch?v=mfjSKQam084>
- > Ataque a Europa: documentando las pérdidas de equipos ucranianos durante la invasión rusa de Ucrania - Oryx (oryxspioenkop.com)
- > <https://www.youtube.com/watch?v=q-hMeK6ynEc>
- > <https://www.aviacionline.com/2023/05/el-enigma-del-adm-160b-mald-encontrado-en-ucrania-quien-opera-el-senuelo-mas-avanzado-del-mundo/>
- > https://en.defence-ua.com/news/ukrainian_mig_29_may_have_just_gotten_adm_160b_mald_decoys_to_facilitate_attacks_with_storm_shadow-6698.html
- > <https://www.csis.org/analysis/putins-missile-war>
- > <https://www.pucara.org/post/guerra-a%C3%A9rea-de-ucrania-modo-de-asalto-parte-1>
- > <https://www.pucara.org/post/guerra-a%C3%A9rea-de-ucrania-modo-de-asalto-parte-2>
- > <https://www.pucara.org/post/guerra-a%C3%A9rea-de-ucrania-modo-de-asalto-parte-3>
- > <https://www.pucara.org/post/guerra-de-ucrania-modo-de-asalto-parte-4>
- > <https://www.pucara.org/post/guerra-a%C3%A9rea-de-ucrania-modo-de-asalto-parte-5>
- > <https://www.pucara.org/post/guerra-a%C3%A9rea-de-ucrania-modo-de-asalto-parte-6>
- > <https://www.pucara.org/post/el-poder-a%C3%A9reo-en-el-conflicto-rusia-ucrania-a-15-meses-de-inicio>
- > <https://www.pucara.org/post/guerra-de-ucrania-d%C3%ADas-446-a-461-el-juego-de-los-%C3%A1ngulos-direcciones-y-distancias>
- > <https://www.pucara.org/post/guerra-de-ucrania-d%C3%ADa-462-eso-con-radares-en-las-ciudades>
- > <https://www.pucara.org/post/la-guerra-entre-rusia-y-ucrania-vista-desde-el-espacio>
- > <https://www.pucara.org/post/guerra-de-ucrania-d%C3%ADas-427-a-428>
- > <https://www.pucara.org/post/guerra-de-ucrania-d%C3%ADas-429-a-435>
- > <https://www.pucara.org/post/guerra-de-ucrania-d%C3%ADa-436>
- > <https://www.pucara.org/post/guerra-de-ucrania-d%C3%ADa-437-a-438>

2. ARTÍCULOS SELECCIONADOS EN CONVOCATORIA 2022

2.1

Desafíos prospectivos del litio e hidrógeno verde: una mirada desde las orillas investigativas

Por Esp. Lic. Abelaira, Anabel y TT SCD Karner, Claudio Daniel

Abstract

El siguiente artículo se propone analizar el actual estado de cosas en los campos del litio y del hidrógeno verde; sus inconvenientes, alcances y posición del país con respecto a sus desarrollos. También se explora qué dimensiones deberá cubrir la prospectiva con respecto al mercado futuro y a los desafíos que ambos recursos deberán sortear.

PALABRAS CLAVE: litio, hidrógeno verde, prospectiva, soberanía energética, extractivismo

“(…) una articulación y un diálogo entre trabajos que sigan las trayectorias del desarrollo económico, de las posibilidades de la integración regional y la pluralidad tecnológica, con indagaciones que hagan foco en la dimensión cultural de los mitos y los discursos, parece insoslayable para reabrir el debate sobre el futuro y salir de un tiempo desesperanzador”.

Prospectiva y estudios del futuro. M.Patrouilleau y J. Albarraçín Deker.

A modo introductorio

Economía del Hidrógeno Verde, podemos leer con mayor asiduidad, casi como una letanía, en publicaciones de las principales economías globales. El interés en el hidrógeno como vector de energía

se ha acrecentado debido al aumento global de la contaminación del aire, las emisiones de gases de efecto invernadero y el ya alarmante incremento en la demanda de energía.

Por su parte, el llamado coloquialmente “nueva gasolina”, “mineral del futuro” u “oro blanco”, lejos de estas etiquetas, se encuentra posicionado como alternativa desde hace varias décadas, y declarado de interés, en ciertos países de la región, desde los años 70.

En 2016, ya se comenzaba a definir este proceso como “fiebre del litio”, porque empresas japonesas, estadounidenses, australianas y de otras tantas naciones europeas, ya consolidaban planes o proyectos en funcionamiento de esta fiebre¹. Hoy Argentina impacta sólo en el primero de los tres segmentos del litio, estos son: la extracción *per se* del commodity -que genera carbonato, hidróxido o cloruro de litio-, la transformación de ese commodity en sales o cátodos de litio y, por último, la producción final de los distintos productos -laptops, autos, baterías, etc-. Este último segmento está acaparado por China, Corea del Sur y Japón.

Argentina incesantemente ha proclamado la búsqueda de la soberanía energética. Sin embargo, debemos analizar qué insumos jurídicos de protección de los intereses nacionales presenta, qué clases de incentivos otorga a investigadores de las tecnologías involucradas, qué posición ocupa en el segmento, qué insumos aporta a la transición energética global y cómo negocia con el capital privado interno y externo.

Bolivia, por ejemplo, recuerda el saqueo de la riqueza de Potosí, por ello el ex presidente Morales exclamó sin ambages que cuando ello sucedió sólo quedó para los pueblos mineros pobreza y contaminación, por ello el Estado boliviano jamás iba a perder la soberanía del litio (Aranda Garoz, 2020).

Podemos observar dos enfoques en pugna en la región, que entran en tensión: por un lado, la promoción de megaproyectos de explotación con capital transnacional y, por el otro, la apuesta por el desarrollo propio de tecnología y progreso en cadenas de valor -el litio en algunas coyunturas-.

Para Aranda Garoz (2020) estas contradicciones conducen a cortocircuitos en la gestión de los proyectos y empresas. La falta de claridad estratégica sobre cómo avanzar hacia la industrialización debilita la voluntad política necesaria para enfrentar todos los desafíos, lo que genera confusión entre políticas y paraliza, en ocasiones, las gestiones operativas de los proyectos.

Es aquí que la prospectiva nos debe convocar para impactar en el campo científico tecnológico y generar una verdadera renovación.

A decir de Garnica (2021) no sólo basta con actualizar los preceptos epistemológicos, teóricos, metodológicos y prácticos, o echar mano de la tecnología para orientar el análisis de información científica. El investigador no debe convertirse en un simple sistematizador de conocimiento científico, sino propiciar una correcta orientación de estrategias de indagación que permitan potenciar y forjar en él un hacedor de inferencias y de salidas emergentes ante los problemas de la realidad, lo cual alentaría la capacidad de proyectar posibilidades de respuesta para una continuidad de las investigaciones a futuro.

Tanto el litio como el hidrógeno verde instituyen excelentes oportunidades para los especialistas de desplegar estudios de prospectiva tendientes a crear el futuro.

El hidrógeno verde en el foco: hacia la visión 2050

El hidrógeno renovable, comúnmente conocido como hidrógeno verde, se obtiene por electrólisis del agua a partir de excedentes de energía renovable. Ese agua debe contener sales y minerales para conducir la electricidad (fig.1). Como indican algunas de las inversiones recientes, que desa-

1 Fuente: https://www.bbc.com/mundo/noticias/2016/04/160417_economia_bonanza_litio_if

rollaremos luego, nuestro país cuenta con condicionantes atractivos para cumplir este proceso de manera óptima.

El método utiliza la corriente eléctrica para separar el hidrógeno del oxígeno que hay en el agua, por lo que, si esa electricidad se obtiene de fuentes renovables, produciremos energía sin emitir dióxido de carbono a la atmósfera, ya que no deja residuos en el aire, a diferencia del carbón y el petróleo.

El hidrógeno, combinado con el oxígeno del aire, libera energía química, generando solamente vapor de agua como producto de la combustión².

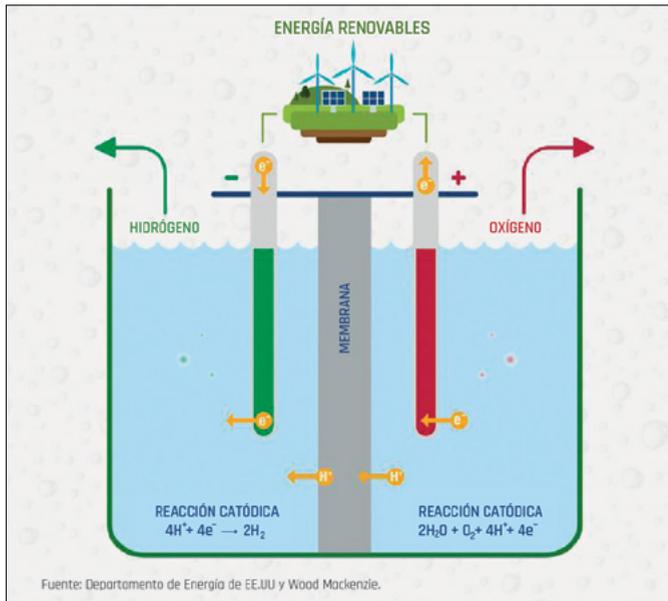
No obstante, se instituyen ciertos interrogantes sobre la viabilidad del hidrógeno verde por su alto coste de producción; unas dudas razonables que se disiparán conforme avance la descarbonización del planeta y se abarate la generación de energía renovable³.

Quizás una de las potencialidades más interesantes que propicia el hidrógeno verde es que puede servir como almacenamiento del excedente de las fuentes renovables -al igual que el litio-, en momentos en que plantas de generación solares o eólicas están generando por encima de la demanda energética, esto es; al ser fácil de almacenar, se permite su utilización posterior en otros usos y en momentos distintos al de su producción.

También debemos señalar su versatilidad ya que no sólo puede transformarse en electricidad sino también en combustibles sintéticos para utilizarse con fines comerciales, industriales o de movilidad.

Sin embargo, algunas consideraciones deben plantearse para hacer realidad su enorme capacidad como energía limpia; el hidrógeno verde posee un mayor coste si la energía es procedente de fuentes renovables clave para generarlo a través de la electrólisis. Detenta un mayor gasto energético, ya que la producción del hidrógeno en general y del verde en particular requiere más energía que otros combustibles. Cuestión no menor, se debe prestar especial atención a la seguridad dado que el hidrógeno es un elemento muy volátil e inflamable, por lo que requiere unos requisitos de seguridad elevados para evitar fugas y explosiones. Además, de la inversión en bienes de capital para entregar hidrógeno verde, participar en esta industria trae consigo costos operativos para la captura de datos, auditoría y tarifas comerciales. Este mercado requiere la participación de varias partes interesadas, cuyos roles agregan valor pero también costos.

FIGURA 1 ¿CÓMO SE OBTIENE EL HIDRÓGENO VERDE?



Fuente: Departamento de Energía de EE.UU., Iberdrola y Wood Mackenzie.

² Fuente: Green Hydrogen. <https://ffi.com.au/technology/green-hydrogen/>

³ Fuente: "El hidrógeno verde: una alternativa para reducir las emisiones y cuidar nuestro planeta". <https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/hidrogeno-verde>

Por ello, la transdisciplinariedad que nos puede dotar la prospectiva para estas industrias, permitirá evitar escenarios parciales y sesgos en la aplicación, como así también ahondar en las consistencias valorativas, conceptuales, analíticas y críticas desde la prospectiva con el fin de aportar una ayuda convincente a crear alternativas o tomar decisiones.

Con todo, una visión holística del hidrógeno en el contexto de todo el sistema energético puede sugerirnos que es probable que tenga un papel muy destacado en la transición energética por su flexibilidad y contribución a la seguridad energética.

Proyectos variopintos alrededor del globo, con el objetivo de lograr descarbonización de la industria y el transporte, fueron anticipándose a un mercado futuro para el hidrógeno verde, pero también traccionando que ciertas normas internacionales comiencen a ser discutidas por las organizaciones que normativizan a nivel nacional e internacional y por hacedores de políticas y otros actores.

Por caso, Japón elaboró su Estrategia Básica de Hidrógeno en 2017 siendo el primer país en tomar esta iniciativa. Asimismo, prevé hidrógeno sin carbono en grandes cantidades a partir de 2030 en sectores que son un desafío para descarbonizar, como en industria, en la generación de energía y en movilidad.

En octubre de 2020, el entonces primer ministro Suga anunció su visión de una sociedad japonesa neutra en carbono para 2050.

En principio una declaración política que podría pensarse meramente como declarativa. Pero hacia fines del 2020 el gobierno japonés emitió su ambiciosa "Estrategia de crecimiento verde mediante el logro de la neutralidad de carbono en 2050", que se actualizó posteriormente en junio de 2021 identificando 14 sectores de crecimiento para la economía japonesa, incluido el hidrógeno y amoníaco, y presentando una visión y objetivos nacionales concretos, entre ellos, apoyar un esquema de investigación y desarrollo relacionado con los buques de transporte de hidrógeno licuado y tecnologías de electrólisis del agua⁴.

Por estos lares, las trayectorias del hidrógeno se encuentran en un estadio embrionario pero con proyectos en marcha. Hacia fines de octubre de 2021 se realizó en Glasgow la 26^o Conferencia de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (COP), en la cual uno de los objetivos fue discutir la eliminación de las emisiones de carbono y no sin algunas controversias, entre ausencias y tiempos de cumplimiento, ya que se considera que es demasiado tarde para garantizar que el mundo limite el calentamiento global a 1,5 °C por encima de los niveles preindustriales, que es el objetivo clave de las conversaciones⁵.

Sin embargo, en ese marco, una conversación prosperó de manera beneficiosa para Argentina. La empresa australiana Fortescue Future Industries (FFI) anunció una inversión de 8.400 millones de dólares que tiene previsto generar 15.000 puestos de trabajo directos y entre 40.000 y 50.000 indirectos. A través de su representante en la región, el ex Puma Agustín Pichot, se fueron propiciando las tratativas. De esta manera el país podría ocupar una posición de liderazgo en energía renovable pero sobre todo convertirse en uno de los proveedores mundiales.

Este grupo australiano también mostró sus intenciones de incursiones similares en Indonesia, Papúa Nueva Guinea y Jordania. En esta primera etapa en Argentina, se espera lograr una capacidad de producción de 2,2 millones de toneladas anuales (o 2 gigas) en 2030, lo que equivale al 10 por ciento de la energía eléctrica que consume Alemania en un año. En la etapa inicial, hasta 2024, cuando comenzarán a exportar, será el equivalente a 600 megas. Para ello la empresa ya adjudicó a Impsa (Industrias Metalúrgicas Pescarmona Sociedad Anónima) la provisión de 17 mástiles e ins-

⁴ Fuente: https://www.meti.go.jp/english/policy/energy_environment/global_warming/roadmap

⁵ Fuente: UNFCCC

<https://www.theguardian.com/environment/2021/oct/28/disappointing-but-not-unexpected-china-climate-goal-leaves-experts-unsatisfied>

trumentos de medición de vientos para este proyecto en Río Negro, considerando que la propuesta contempla una base de energía eólica.

La iniciativa de localizarse en la provincia se perfeña gracias a que esta cuenta con tres condiciones necesarias: terrenos disponibles para las granjas eólicas, excelentes vientos y suficiente agua. Siguiendo esta línea también la iniciativa contempla la instalación de tres parques eólicos, con una potencia total de 2000 megawatts (Mw), que generarán la energía necesaria para el proceso.

Habrà una segunda etapa en la que la empresa confía en que podrá escalar su producción hasta los 15 gigas sobre la base del hidrógeno verde. Pero la ambición es que este nuevo proyecto pueda escalar para abastecer al mercado interno y de exportación, habida cuenta de que los costos de producción del hidrógeno verde son muy altos y no permiten que pueda competir con los combustibles fósiles.

No obstante, en la misma conferencia donde se discutió el financiamiento para la transición energética hacia opciones más limpias, Pichot también aseveró que ya estaban trabajando para conseguir financiamiento mediante bonos verdes⁶.

Como parte de este andamiaje de reglas internacionales que mencionamos anteriormente, la IEA (siglas en inglés para Agencia Internacional de la Energía) reconoce que una de las barreras políticas para el escalado del hidrógeno es la falta de armonización en la certificación de la intensidad de CO₂. Esto sucede porque algunos países contemplan el uso de hidrógeno bajo en carbón. Esta barrera podría eliminarse mediante el desarrollo de un estándar internacional de hidrógeno verde.

En Europa, los países que están más centrados en generar ahorros que en promover las energías renovables y en acelerar la aceptación del mercado, tienden a considerar una definición más amplia de hidrógeno verde que incluye rutas de combustibles fósiles combinadas con otras tecnologías. A diferencia de países con mayor foco en la investigación e innovación de las energías renovables.

Una alineación entre un estándar de hidrógeno verde y la ley facilitará la inclusión del hidrógeno verde en los instrumentos políticos y evitaría la confusión proporcionando directrices claras a todas las partes interesadas.

Por ello, las iniciativas de caracterización deben ser dinámicas y adaptables a los cambios.

En Argentina, en el marco de las inversiones realizadas en la patagonia por FFI, la gobernadora de Río Negro indicó la necesaria implementación de una Ley Nacional que regule la actividad⁷. Como sucede en el caso africano (Ballo et al., 2022), el despliegue de hidrógeno en todo el mundo enfrenta varias barreras a través de la producción, la infraestructura, el mercado y la industria. Por lo que su desarrollo requiere políticas vigentes para respaldar su despliegue. La falta de una cadena de valor del hidrógeno existente representa uno de los principales obstáculos a superar para el desarrollo de la economía del hidrógeno verde.

Las transiciones de energía limpia requerirán una diversidad de tecnologías y combustibles en todas las partes del sistema energético, lo que exige paquetes de políticas integrales y ambiciosos que respalden adecuadamente las transiciones en todos los sectores. Según muestra el análisis de TCEP (por sus siglas en inglés, Seguimiento del Progreso de la Energía Limpia) de la IEA⁸, esta década actual es un momento crítico para sentar una base sólida para lograr objetivos a más largo plazo.

Con todo, este nicho se instituye como crucial para la generación de alternativas hacia la transición energética y para mantenerse a la vanguardia en comparación con otras regiones. Como observamos en Dicósimo (2021), que estudia el caso coreano: *“el recurso solar y eólico en el país es*

6 Fuente: <https://www.cronista.com/economia-politica/un-ex-puma-le-anuncia-a-fernandez-una-multimillonaria-inversion-verde/>

7 Fuente: <https://rionegro.gov.ar/articulo/42473/carreras-y-pichot-reposaron-el-avance-del-proyecto-de-hidrogeno-verde>

8 Fuente: <https://www.iea.org/topics/tracking-clean-energy-progress>

moderado, y mucho menor a otros países líderes como Argentina. La radiación solar global horizontal del país es de 3.65-4.20 kWh/m², cuando en el país sudamericano es entre 4.03-7.25 kWh/m² y en un vecino como China es entre 2.64-5.93 kWh/m². En cuanto al recurso eólico, en las áreas del país con mayor viento, este alcanza los 552 W/m², mientras que en Argentina llega a los 1717 W/m² y en China a 669 W/m²".

El mercado del hidrógeno está creciendo con aplicaciones cada vez más competitivas en costos con otras tecnologías de cero emisiones, o esperando alcanzar la paridad de costos para 2030. Hasta ahora, el hidrógeno renovable producido con la electricidad de la red es más costoso que el hidrógeno convencional. Sin embargo, la producción de hidrógeno renovable a través de la energía fotovoltaica en algunas regiones ya será más barata que los precios comerciales de hidrógeno producido a partir de 2030⁹.

Los cumplimientos que se puedan proferir serán fundantes ya que para la propia IEA¹⁰, a pesar de los signos de progreso en una serie de sectores, se necesitan mayores esfuerzos para encaminar al mundo hacia el logro de cero emisiones netas para mediados de siglo, según la última evaluación sobre el progreso mundial en tecnologías de energía limpia. Los desarrollos tecnológicos recientes y las acciones políticas sugieren que el impulso se está acelerando en algunas regiones y sectores importantes. La crisis energética mundial actual puede ser un punto de inflexión hacia un sistema energético más limpio, asequible y seguro. Mientras tanto, la Unión Europea con su plan REPowerEU¹¹ está elevando sus objetivos de eficiencia energética y energías renovables y dedicando recursos significativos para alcanzarlos.

La tarea de la prospectiva será, entonces, mapear las barreras y los dispositivos facilitadores para el hidrógeno verde, la brecha que surja entre ambos debe ser nuestro campo de acción.

Tal como indica Garnica (2021) la prospectiva es un enfoque central de laboratorio para la investigación, en tanto ésta se considere como producción, de orden filosófico, científico y tecnológico, por lo que aborda una reflexión y sistematicidad estratégica ante situaciones de incertidumbre, por lo que muchas iniciativas institucionales e investigadores emparentados con la preocupación del futuro, han comenzado a tomar partido por su empleo en el campo del conocimiento.

Los gobiernos también están gastando más en investigación y desarrollo de energía limpia, que podría haber alcanzado los 35.000 millones de dólares en 2022, mientras que las inversiones de capital de riesgo en nuevas empresas de energía limpia alcanzaron un máximo histórico en 2021¹².

Ciertos países están apoyando importantes proyectos de investigación y desarrollo y como demostración observamos medidas como la Ley de Infraestructura Bipartidista de Estados Unidos, el Fondo de Innovación de la Unión Europea, el Fondo de Innovación Verde de Japón y el 14° Plan Quinquenal de China, con un enfoque cada vez mayor en la industria pesada, el hidrógeno y la captura de carbono. Canadá comenzó el año discutiendo la elevación de un proyecto de ley para 2023, donde se trate la "transición justa" del petróleo y el gas hacia las energías verdes. El país del Norte revela otra de las aristas que trae aparejado este proceso: la necesidad de garantizar a los trabajadores de la energía y las comunidades involucradas en el sector del petróleo y el gas un futuro en la energía verde a medida que Canadá avanza para reducir las emisiones. El cuarto productor más grande del mundo y con estándares regulatorios muy altos deberá enfrentar este desafío. Considerando que a los retos comunes a todas las experiencias a lo largo del mundo, se suma que Canadá carece de un marco regulatorio y de políticas integrales para el hidrógeno pero que, además, donde

9 Fuente: Bloomberg BNEF, 2020. In: Hydrogen: the Economy Outlook. London. Hydrogen Economy Outlook Key Messages

10 Fuente: <https://www.iea.org/reports/global-hydrogen-review-2022>

11 Fuente: REPowerEU: una energía asequible, segura y sostenible para Europa

12 Fuente: <https://www.iea.org/reports/global-hydrogen-review-2022/executive-summary>

existen no son consistentes entre las regiones y las tensiones gobierno federal-gobiernos provinciales, no se dirimen en los plazos que se resolverían en otros países, por la característica de su sistema de gobierno.

Esta progresión también se ha visto limitada por la escasez de hidrógeno verde en Canadá y su costo significativamente más alto en comparación con los precios del diésel. Con la Estrategia de Hidrógeno del gobierno federal para Canadá¹³ que busca crear "centros" de hidrógeno en todo el país, podemos esperar que el mercado cambie a medida que haya más combustible verde disponible para reducir los precios y despertar la demanda. Pero la necesidad de ajustar su sistema de transporte a energías limpias no es restrictiva de países sino de otros actores también.

La startup ZeroAvia, realizará su primer vuelo comercial desde Londres a Rotterdam en 2024 con su avión de hidrógeno de 19 plazas. La compañía angloestadounidense ya ha realizado con éxito pruebas con aviones de siete plazas sobrevolando California, centrando su investigación y desarrollo en un sistema de propulsión eléctrico de hidrógeno, utilizando pilas de combustible para alimentar motores eléctricos.

Este objetivo de esta startup que se presenta como *la primera solución práctica de aviación con hidrógeno-electricidad y cero emisiones*, será posible gracias a los acuerdos de cooperación entre ZeroAvia, otras empresas y el propio aeropuerto¹⁴.

Por lo que, siguiendo estas distintas experiencias, el enfoque óptimo para definir un estándar del hidrógeno verde dependerá de los objetivos de las políticas públicas y qué tipo de apoyo se puede prever. Va a sujetarse también a la precisión en el cálculo de costo de implementación, incluido las rutas de transporte del hidrógeno. Se necesita un marco político bien definido y estable para reducir incertidumbre y riesgos para los productores, ayudando a la industria a tomar decisiones de inversión mejor informada. El hidrógeno verde presenta oportunidades para el crecimiento económico y la creación de empleo. Mientras que su comercio internacional puede maximizar este crecimiento en el futuro, pero no será posible a menos que existan normas, reglamentos y esquemas consistentes que se puedan acordar entre regiones o a nivel mundial.

Otra línea de análisis que debería contemplar la prospectiva es la electrólisis del agua de mar y sus implicancias. Científicos de varias universidades estudian su posibilidad dado que algunas ciudades filtran los desechos sólidos municipales con tecnología de celdas de combustible de hidrógeno, que produce hidrógeno y evita la contaminación derivada de los desechos en los suministros de agua locales. Desarrollando tecnología avanzada y utilizando la electrólisis del agua de mar se evitan estos desafíos. Si logran demostrar un correcto funcionamiento, producirán hidrógeno sostenible sin utilizar recursos de agua dulce ni contribuir a las emisiones de carbono. Un ejemplo claro es el Centro de Superconductividad de Texas, donde crearon un electrocatalizador a base de níquel y hierro, que puede interactuar con el cobre-cobalto, para realizar con éxito la electrólisis del agua de mar¹⁵.

En el futuro, el proceso y la tecnología podrían reducir el costo de producción de hidrógeno drásticamente. Otra experiencia similar se da en la Universidad McGill de Canadá, donde crearon un óxido de grafeno reducido, un andamio 3D poroso capaz de conducir conductividad eléctrica. Después de que se probó, el óxido de grafeno mejoró el proceso de electrólisis del agua de mar al permitir solo el paso del agua y evitar la entrada de cloruro (Capilli et al., 2022).

Investigaciones en el área también está llevando a cabo Schaeffler, un proveedor de automóviles

13 Fuente: <https://www.nrcan.gc.ca/climate-change-adapting-impacts-and-reducing-emissions/canadas-green-future/the-hydrogen-strategy/23080>

14 Fuente: <https://www.zeroavia.com/>

15 Fuente: https://www.tcsuh.com/news_events/inthenews/

alemán, que está trabajando con socios en los Países Bajos en un proyecto piloto para probar la extracción de hidrógeno del agua salada, para disminuir la demanda de componentes específicos del automóvil. Proyectos de esta índole ayudarán a acelerar el desarrollo de la electrólisis del agua de mar, a reducir el precio de la producción de hidrógeno y bajar las emisiones de CO₂.

En nuestro país, un análisis que deberá contemplarse es la injerencia en la soberanía. Tamañas posibilidades y capitales transnacionales fervientes de invertir en estas tecnologías vuelven porosa cualquier frontera y debilitan cualquier control, por lo que la improvisación en ambas tecnologías puede resultar costosa.

Como observamos en Garré (2022) la crisis estructural que está afectando el sistema internacional, está dando cuenta de una feroz puja de intereses entre diferentes proyectos estratégicos de los cuales, evidentemente, no vamos a estar ajenos en las próximas décadas: las empresas transnacionales y las redes financieras globales superan en escala, en poderío e inclusive en el desarrollo de estrategias a muchos Estados nación.

Tarea no menor que el Estado enfrentará al incidir en la geopolítica para coadyuvar al interés nacional pero sin menoscabar la soberanía.

Litio: un recurso estratégico

Este es un elemento químico que se encuentra en el grupo de los elementos alcalinos y en su forma pura lo encontramos como un metal maleable de color blanco plata. No produce energía sino que nos permite almacenarla. Este metal se oxida rápidamente con el aire y el agua teniendo una reacción violenta. Por esto no se encuentra al aire libre, si bien está presente en la corteza terrestre mayoritariamente se lo encuentra en rocas volcánicas y salares. Este material es altamente utilizado para grasas, lubricantes y sus compuestos son usados para esmaltes cerámicos, pero sobre todo acumuladores alcalinos (baterías). A nivel industrial, el aprovechamiento del litio que se extrae se utiliza para la fabricación de baterías para automóviles y productos electrónicos de consumo masivo, también es dirigido a la producción de aluminios, para la absorción del dióxido de carbono en submarinos, la confección de vidrios y cerámicas, una porción es destinada a múltiples industrias y finalmente a la fabricación de lubricantes. Mucho se ha escrito sobre el denominado Triángulo del Litio, una zona geográfica en América del Sur que es compartida por Argentina (Salar del Hombre Muerto), Bolivia (Salar de Uyuni) y Chile (Salar de Atacama). También hay otros salares de menor tamaño como el Salar de Manaure en Colombia y en otras regiones geográficas como yacimientos en Oceanía y Asia (Afganistán). Debemos mencionar una verdad de perogrullo, si bien Afganistán posee reservas al tratarse de una zona en conflicto, su situación favorece a la explotación en otras zonas geográficas.

La mayor explotación está en el sudoeste de Australia, donde se aplica un procedimiento considerado sucio -se disuelve la piedra con ácido sulfúrico-, luego la producción es enviada a China. En sitios como la Puma (Catamarca, Salta o Jujuy) se utiliza los salares en altura como fuente. Actualmente se considera que hay mucho más litio en Sudamérica que en reservorios australianos, sólo que es más fácil y más caro retirarlo en Australia que en nuestra región. En Argentina se utiliza salmuera y se debe aguardar 18 meses que evapore al sol para extraerlo, un método menos contaminante que el competidor australiano. El desarrollo de un salar demora más de 8-10 años desde que se lo detecta hasta lograr su primera producción pasible de ser exportada.

Desde la Segunda Guerra Mundial la producción de litio se ha incrementado constantemente, en los últimos 15 a 20 años, desde la masificación de las baterías a base de litio, su extracción se ha incrementado exponencialmente. Tal como sondeamos en el caso del hidrógeno, bajo la legislación vigente, la exploración, extracción y comercialización está casi absolutamente en manos de priva-

dos transnacionales –con alguna mínima injerencia de alguna de las provincias como en el caso de Jujuy- sin tener el Estado Nacional ningún tipo de política o participación en la cadena de valor de algún derivado del litio¹⁶.

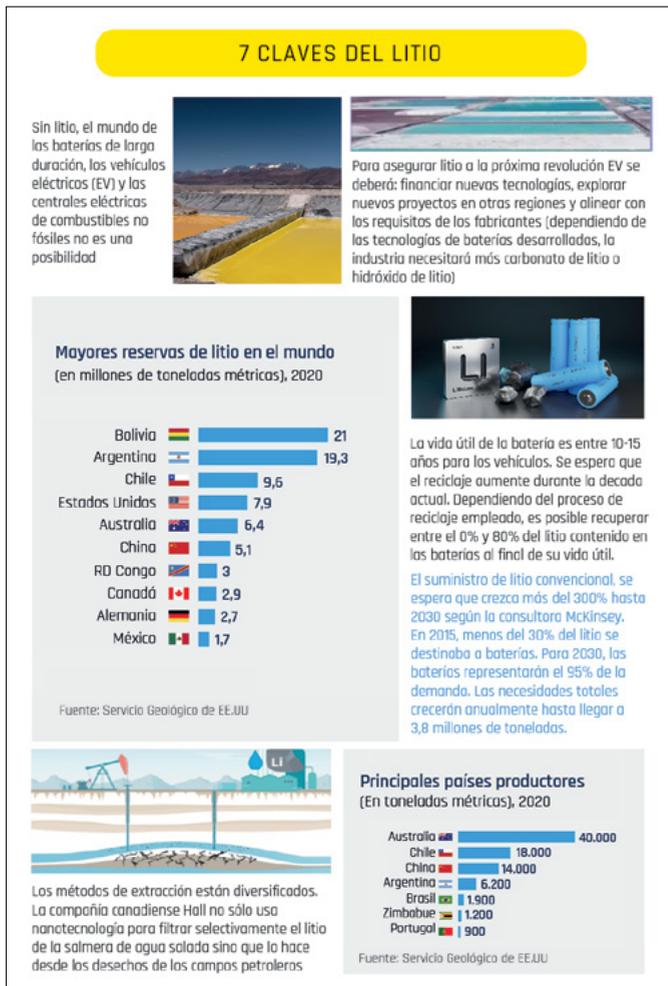
Este acumulador de energía también tiene algunos competidores, entre ellos el hidrógeno, que podrían quitarle terreno, por lo que el precio futuro de este mineral dependerá de la dinámica de la demanda mundial.

Para poder saber si el litio será o no parte fundamental del crecimiento económico de Argentina, Chile y Bolivia, debemos entender dónde se utilizará y observar ventajas y desventajas frente a sus competidores. Mientras la demanda de baterías recargables aumenta, las empresas se esfuerzan por

asegurar el suministro de este elemento que cada vez se vuelve máspreciado (Fig.2). La mirada del litio está puesta también como insumo a la industria nuclear y al mercado de vehículos eléctricos (VE) por el almacenamiento de baterías. Si consideramos que en el mundo hay cerca de 10 millones de VE, veremos que hoy es uno de los principales necesitados de litio. Según trascendió, hacia principios del año pasado, la empresa de autos Tesla asumió que su planta requerirá de una demanda anual de 35.000 toneladas de litio para producir en una capacidad de hasta 500.000 autos anuales en un plazo de cinco años, en ese marco se conocieron las reuniones que mantuvieron directivos con funcionarios del gobierno de Catamarca¹⁷. Para brindar equivalencias que podamos representarnos, un celular necesita menos de un gramo de litio, un auto Tesla 6 kilogramos, es decir; la proporción es 17,000 celulares por un vehículo.

Según estudios¹⁸, el precio del litio importado en China se está incrementando un 84 por

FIGURA 2. INFOGRAFÍA LAS 7 CLAVES DEL LITIO



Fuente: Elaboración propia.

¹⁶ Fuente: Litio: un tesoro escondido en la Puna Argentina

¹⁷ Fuente: <https://www.ambito.com/negocios/litio/en-busca-del-representantes-tesla-visitaran-catamarca-n5389180>

¹⁸ Fuente: <https://www.economist.com/business/2016/01/14/an-increasingly-precious-metal>

ciento por año desde el 2021. El caso del gigante asiático es sólo una muestra. Dado el aumento de producción de dispositivos móviles, notebooks y herramientas eléctricas que requieren de una fuente de alimentación inalámbrica para su funcionamiento, el litio se vuelve un elemento clave, ya que sin él no podrían manufacturarse las baterías.

En el triángulo en Sudamérica la explotación adquiere tres modelos diferentes: en Bolivia la explotación constitucionalmente la hace sólo el Estado y se asocia eventualmente para generar valor agregado una vez que obtiene el recurso; en Chile se trata de un modelo de economía de mercado- hoy se concentra en dos empresas extranjeras-, finalmente en Argentina constitucionalmente se establece que los recursos son de las provincias, por lo cual las negociaciones entre las partes (sector privado y público provincial) suelen ser imbricadas y dejan entrever la debilidad de una de las partes. El país cuenta con dos empresas que extrae: Sales de Jujuy, -una subsidiaria de Toyota- y Livent en Catamarca que opera desde los 90. La regalía hoy provincial es del 3 por ciento. Los dispositivos que pueden mejorar el país en cuanto su gobernanza será un factor determinante en los resultados a futuro.

Como estudian Obaya y Pascuini (2020) los elementos estructurales del régimen de gobernanza de la explotación de litio en Argentina se definen en el marco normativo que regula la actividad minera en su conjunto. Esto supone una diferencia notable con Chile y Bolivia que cuentan con un marco regulatorio específico para la actividad litífera.

Por la posición que ocupa Argentina en la cadena de valor, el litio se exporta y luego puede volver como batería, pero lamentablemente, no se están produciendo desarrollos vernáculos con el commodity.

Argentina hoy se encuentra en un cuello de botella, si bien sus exportaciones representan un 10 por ciento del mercado total mundial del litio, sus ganancias equivalen al 1-2 por ciento de la exportación de soja, es decir casi 400 millones de dólares. Esto se da porque el valor agregado actualmente es bajísimo. Sin embargo, luego del conflicto Rusia-Ucrania el precio subió exponencialmente. Lo que traccionó una merma de las ganancias fue una subfacturación de una de las empresas, denuncia y escándalo mediante¹⁹.

La política energética deberá resolver de una forma más eficiente la regulación de las regalías y vincularse con óptimas prácticas medioambientales considerando que la demanda no dejará de aumentar.

En consonancia, como ocurre en otros sectores mineros de Latinoamérica, teóricos e investigadores han advertido sobre las posibles consecuencias sociales y ambientales de la explotación del material. Como aborda De Lisio (2022) América Latina resalta por ser una gran proveedora de bienes y servicios ambientales y por ello se ha comenzado a estudiar el concepto de *neoextractivismo latinoamericano*; mixtura entre las ideas clásicas de la Modernidad y la fe en un progreso material de los países. No obstante, las condiciones socioeconómicas en la región muestran una alta regresividad que se caracteriza por un déficit en investigación y desarrollo, escaso desarrollo manufacturero, altas tasas de exclusión social, condicionantes estructurales de pobreza y de la calidad de vida no resueltos, debilidades en la participación ciudadana, tendencia al clientelismo político en el seno de un estado centralista y paternalista que propicia los desequilibrios territoriales.

Estos escenarios son prolegómenos para enclaves extractivistas, observantes más del mercado global que de los intereses nacionales. Dicho desacople ha propiciado inclusive, en ciertos espacios de la región, el fortalecimiento de las organizaciones paraestatales, promovido por la retirada que hace el Estado del monopolio de la fuerza, al permitir que empresas privadas ex-

19 Fuente: <https://www.ambito.com/politica/litio/millonaria-denuncia-subfacturacion-la-exportacion-n5483196>

tractivistas, por ejemplo, contraten sus propios servicios de seguridad, en los que suelen incluirse paramilitares.

Pero debemos tener en cuenta que si no actuamos de manera rápida podríamos asistir a la pérdida de una oportunidad histórica de nuestro litio frente a otras tecnologías. Un ejemplo claro es China y Alemania donde ya circulan trenes que utilizan pilas de combustibles basados en hidrógeno.

La incertidumbre sobre la demanda provoca que los entendidos no puedan cuantificar las necesidades potenciales de litio en el mundo pero sin lugar a duda merecen atención del Estado argentino. A pesar de haber sido declarado de interés por el Congreso de la Nación en el 2012, provincias como Jujuy avanzaron un poco más al declararlo de "interés estratégico", con la intención de lograr que se produzca toda la cadena de valor en la Argentina.

Recientemente, capitales canadienses, norteamericanos, chinos y australianos llegaron para instalarse en diferentes proyectos; las inversiones en la Argentina podrían multiplicarse 20 veces con una mayor estabilidad cambiaria y reglas claras a largo plazo. Lo mismo las exportaciones, que podrían alcanzar los US\$ 4000 millones anuales en 2027²⁰.

De esta forma, se comenzará a producir en el país, aunque a niveles relativamente incipientes, toda la cadena de valor del mineral. El país cuenta con solo dos proyectos de litio en producción: Fénix, iniciado en 1997 en Catamarca y Olaroz en Jujuy, que realizó su primera exportación en 2015. Aún hoy la cadena de producción en el país está muy concentrada y entrecortada, donde toda la materia prima la producen dos empresas mundiales que exportan el 100 por ciento del material. El mercado en general está delineado de manera tal que los productores primarios mineros no tienen relación con los demandantes finales de baterías, como Samsung, Motorola o Apple. Pese a ser un commodity de envergadura, el precio se define por fuera de un mercado regulado, por ello estamos asistiendo una paradoja: el boom de commodities en la región no está enriqueciendo a América Latina²¹.

Sucintas consideraciones

Si bien las baterías de litio tienen un mercado creciente, este dependerá del desarrollo y masificación de las baterías de hidrógeno. Ambas tecnologías pueden disputarse posiciones. Este momento de apertura, puede ser oportuno para desarrollar acumuladores e incentivar inversiones a medio plazo que hospeden un rédito. Si huelgan estas incursiones, se corre el riesgo de que la pila de hidrógeno se desarrolle y masifique dejando -en un mediano a largo plazo- obsoletas las baterías de litio.

Recordemos que el mercado europeo está optando por la tecnología del hidrógeno; Alemania ya cuenta con formaciones de trenes las cuales utilizan la pila de hidrógeno como fuente de alimentación, lo mismo sucede en Japón. Estos trenes combinan hidrógeno almacenado a bordo con el oxígeno presente en el aire, gracias a una pila de combustible, que produce la electricidad necesaria para asegurar la tracción del convoy²². Además, en la Empresa Municipal de Transportes (EMT) de Madrid ya tiene varias unidades en su red con este sistema²³.

Si no se actúa rápidamente y se aprovechan los cambios geopolíticos recientes, lo más probable es que dejemos pasar una oportunidad de crecimiento para la región.

Armonizar códigos y normas en todas las jurisdicciones para asegurar que las mejores prácticas sean aplicadas en toda la economía mundial del hidrógeno facilitará el crecimiento del comercio y los mercados de exportación.

20 Fuente: <https://www.cronista.com/apertura/inversiones/todos-par-el-litio-uno-par-uno-los-nuevos-proyectos-argentinos-y-las-empresas-que-estan-detras/>

21 Fuente: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-62259890>

22 Fuente: <https://www.dw.com/es/alemania-estrena-la-primera-f%C3%ADnea-de-trenes-de-hid%C3%B3geno-del-mundo/a-62906969>

23 Fuente: EMT aumenta la oferta de transporte a Rejas con una nueva línea de autobús desde Canillejas

En el caso del litio, no debemos descuidar los procesos tecnológicos anexos, por ejemplo la mejora en las técnicas de extracción. Este aspecto debe ser investigado y alentado por el Estado ya que la exportación de innovadores y sustentables modos de extracción puede convertirse en un nicho para el país. Muestra de estas incursiones es el Dr. Ernesto Calvo, ganador del premio internacional Bright Minds Challenge en 2017 por desarrollar un método extractivo directo, limpio, económico y rápido²⁴. El actual derrotero del litio nos demuestra la imperiosa necesidad de convertir el actual estado de cosas en un vínculo virtuoso entre investigadores, Estado y capital privado. Cuando nos referimos al rol del Estado involucramos diferentes niveles y organismos, a saber: Ministerio de Ciencia y Tecnología, los gobiernos provinciales, CONICET, gobierno Nacional, entre otros.

En cuanto al hidrógeno verde, este podría ser una solución para proporcionar potencia gestionable para aumentar la independencia energética y también podría utilizarse directamente para calentar en el invierno como un sistema híbrido para compensar los picos estacionales en la demanda de calefacción eléctrica. La flexibilidad del hidrógeno como portador de energía ofrece opciones personalizables para cada región del globo.

Como sugiere la IEA debemos establecer cierto rol para el hidrógeno en las estrategias energéticas a largo plazo, para estimular la demanda comercial del hidrógeno limpio al igual que financiar los procesos de investigación y desarrollo para abaratar costes. Eliminar barreras regulatorias innecesarias y armonizar los estándares también resultará imperioso, al igual que cooperar a escala internacional.

Sin embargo, es otra de las recomendaciones de la IEA la que habilitará un estudio de prospectiva pormenorizado: apoyar las inversiones de alto riesgo en una primera etapa, por medio de préstamos, garantías y otras herramientas financieras. Pensar en un simple estudio de factibilidad sería meramente un reduccionismo, ya que como demuestra la experiencia reciente canadiense debe contemplarse a los actores que se ven desplazados en las energías de transición.

Observar el caso argentino o de ZeroAvia nos demuestra que como asevera Garnica (2021) la prospectiva no significa prever, menos predecir un futuro que pueda establecerse de antemano; implica, por el contrario, adoptar una actitud proactiva que, a través de la recopilación y el análisis de la información del presente, permita anticipar una serie de escenarios múltiples, y construir el futuro, participando de su creación.

A decir de Grimson et al. (2022), la prospectiva es materia de algunos organismos técnicos y se la involucra con diferente nivel de profundidad en distintas áreas y niveles de gobierno. Es necesario conocer, difundir y comprender con mayor énfasis la utilidad del uso de la disciplina prospectiva y de la anticipación en la administración pública y la gestión de gobierno y propiciar su utilización y práctica por parte de actores económicos, académicos y sociales. Avanzar en la construcción de un sistema analítico anticipatorio en el sector público que permita nutrir de forma ágil la toma de decisiones estratégicas del Estado, es el desafío. Esto supone articular las capacidades anticipatorias que existen actualmente y vincularlas con las etapas de planificación.

Asimismo, la densidad en la trama de ambas tecnologías requiere un estudio concatenado de los aspectos soberanos. Si bien ciertos trayectos ya están delineados, las implicancias y alcances en ambos desarrollos aún se encuentran en ciernes.

En el caso del extractivismo no debe extrañarnos que las reglas y funcionamientos de los procesos productivos estén orientados a maximizar la rentabilidad y coadyuvar a impactos sociales y ambientales. La abulia que muestren los Estados y la deficiente gobernanza en los sectores pueden hacer diluir el paroxismo inicial hacia una auténtica distopía.

²⁴ Fuente: <https://www.lanacion.com.ar/sociedad/un-argentino-ganador-de-un-concurso-mundial-de-energias-limpias-con-una-tecnologia-disruptiva-nid2033175/>

Especial interés nos debe congregarse que en países como Argentina -y tal cual ocurre con el hidrógeno verde- no cuenten con un marco legal que regule la extracción del litio.

Finalmente, se puede apreciar una falta de conciencia en el público en general, sobre las oportunidades y seguridad en torno al hidrógeno así como dentro de la industria y ciertos gobiernos.

Una mayor conciencia como camino viable de descarbonización y proporcionador de beneficios económicos es crucial para establecer un sector más dinámico y vibrante.

Bibliografía

- > Aranda Garoz, I. (2020). Trayectoria socio-técnica y contingencia a escala regional de la industrialización del litio en Bolivia. El caso de la planta piloto de baterías. Disponible en: Trayectoria socio-técnica y contingencia a escala regional de la industrialización del litio en Bolivia. El caso de la planta piloto de baterías.
- > Ballo, A., Valentin, K. K., Korgo, B., Ogunjobi, K. O., Agbo, S. N., Kone, D., & Savadogo, M. (2022). Law and Policy Review on Green Hydrogen Potential in ECOWAS Countries. *Energies*, 15(7), 2304. Disponible en: Law and Policy Review on Green Hydrogen Potential in ECOWAS Countries
- > Calvo, E. J. (2020) "Extracción de litio en Sudamérica: actualidad y futuro: ARGENTINA" Situación Actual, Perspectivas, Limitaciones y Oportunidades Las leyes de la Química vs. las Leyes del Mercado. IV Seminario Internacional ABC del litio sudamericano. Disponible en: https://www.innovat.org.ar/wp-content/uploads/2020/plt_files/ABC%20Litio%201%20-%20%20Panel1%20Ernesto%20Calvo.pdf
- > Capilli G., Chen Y., Szkopek T., Cerruti M. (2022) et al, Selective Catalytic Electro-Oxidation of Water with Cobalt Oxide in Ion Impermeable Reduced Graphene Oxide Porous Electrodes, *ACS Nano*. Disponible en: Selective Catalytic Electro-Oxidation of Water with Cobalt Oxide in Ion Impermeable Reduced Graphene Oxide Porous Electrodes | *ACS Nano*
- > De Lisio, Antonio (2022). Extractivismo minero-hidrocarburífero versus bioeconomía en ALC. El caso venezolano en tiempos del cambio climático. *Tramas y Redes*, (3), 51-73, 302a. Disponible en: <https://biblioteca-repositorio.clacso.edu.ar/bitstream/CLACSO/171390/1/Tramas-y-redes-N3.pdf>
- > Dicósimo, E. (2021). La transición energética en la República de Corea, avances y perspectivas. In *XII Congreso Nacional de Estudios Coreanos (La Plata, modalidad virtual, 23 y 24 de noviembre de 2021)*.
- > Garnica, Á. V. (2021) Laboratorio de Prospectiva Científica. Recuperado de: (PDF) Laboratorio de Prospectiva Científica
- > Garré, Nilda Celia Importancia geopolítica del Atlántico Sur, Islas Malvinas y Antártida / Nilda Celia Garré. - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Universidad de la Defensa Nacional, 2022.
- > Grimson A., Patrouilleau M. M., Sosa N. (2022) Programa Argentina Futura - Jefatura de Gabinete de Ministros.
- > Obaya, M., & Pascuini, P. (2020). Estudio comparativo de los modos de gobernanza del litio en la Argentina, Chile y el Estado Plurinacional de Bolivia. *La gobernanza del litio y el cobre en los países andinos*, 17-85. Disponible en: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/46479/S2000535_es.pdf?sequence=1#page=19
- > Patrouilleau M. M., Albarracín Deker J. (2022). Prospectiva y estudios de futuro. Epistemologías y experiencias en América Latina. CIDES-UMSA. Disponible en: Prospectiva y Estudios del futuro.

2.2

Principales tendencias en el desarrollo de armas de fuego portátiles de trayectoria tendida

Por Matías Ramón Benítez (*)

Resumen

Las lecciones aprendidas en recientes conflictos y los escenarios de guerra que se prevén para el futuro muestran la vigencia que tiene el armamento individual del combatiente. Por lo tanto, resulta imprescindible asegurar que el soldado disponga de las armas más modernas y eficientes posibles para cumplir con su misión. Con este objetivo, se buscan desarrollar materiales más livianos que reduzcan el peso que deben transportar los soldados, mejoras en el alcance y letalidad de las municiones, diseños de componentes modulares que puedan adaptar accesorios con mayor facilidad, bajo una arquitectura única capaz de servir como plataforma para futuras actualizaciones, en un futuro impredecible con cambios cada vez más acelerados.

PALABRAS CLAVE: Armas portátiles - Munición - Sistemas de puntería - Letalidad

Objetivo y alcance del trabajo

El objetivo del trabajo es presentar algunas tendencias relacionadas con las armas portátiles de trayectoria tendida o rasante, tanto de uso individual como de las pequeñas fracciones. Los temas desarrollados se relacionan con: el Fusil de asalto, Ametralladora liviana y mediana, Fusil de tirador especial, así como las tendencias en la munición de ese tipo de armas. Se mencionan, además, algunos desarrollos en el área de sistemas ópticos y computadoras balísticas, imprescindibles para asistir a la adquisición de los blancos y eficiencia del tiro.

Introducción

“Muchos soldados rusos me preguntan cómo se diseña el nuevo armamento. Esta es una pregunta muy difícil. Cada diseñador tiene sus propios caminos, sus propios éxitos y fracasos. Pero una cosa está clara; antes de intentar crear algo nuevo es vital tener una buena apreciación de todo lo que ya existe en este campo. Yo mismo he tenido muchas experiencias que confirman que esto es así”¹

Mijaíl Kaláshnikov (1919-2013)

Los escenarios de guerra de los últimos años (Irak – Afganistán – Siria – Libia – Azerbaiyán/Armenia) y la reciente invasión de Rusia a Ucrania muestran que la disparidad en las capacidades tecnológicas y de recursos entre los contendientes han dado lugar a un tipo de guerra que suele denominarse “Guerra híbrida”, en donde los combates pueden desarrollarse tanto en ámbitos urbanos y espacios confinados, como pasar al enfrentamiento en campo abierto en cuestión de minutos. El adversario muchas veces se oculta entre la población civil y por ello es cada vez más frecuente el empleo de pequeñas fracciones, que normalmente operan aisladas, pero que requieren de un enorme poder de fuego, flexibilidad y gran movilidad. Por esta razón, un ejército debe tener la capacidad de enfrentarse y adaptarse a entornos cambiantes, con un armamento modular y flexible, capaz de amoldarse rápidamente a los diferentes escenarios.

En los últimos años, los cuestionamientos relacionados con la pobre performance de la munición 5.56x45mm, en enfrentamientos a distancias superiores a los 300 metros, típicos de escenarios como los de Irak y Afganistán, motivó el resurgimiento de calibres más grandes y pesados. Un caso emblemático fue el del reconocido cartucho 7.62x51mm, para su empleo en fusiles de asalto y ametralladoras livianas, por parte de Estados Unidos y sus aliados. El alcance del calibre del 5,56x45 mm utilizado en fusiles M16, las Ametralladoras M249 “Minimi” y las carabinas M4 demostraron su utilidad en el combate urbano, pero no así en los combates en el desierto, montañas y valles, donde los enfrentamientos se producían a distancias superiores a 300 metros. Además, el peso de la munición 5,56x45 mm que en principio suponía una ventaja logística para los soldados, se comprobó que su comportamiento de balística exterior, se veía afectado por determinadas condiciones meteorológicas como el viento, debido al escaso peso del proyectil (3,5 g / 55 Grains) y la gran pérdida de velocidad remanente a distancias superiores a los 300 metros. Como muestra de ello, el ejército de Estados Unidos volvió a emplear las ametralladoras M240 (7,62x51 mm)² y los para entonces obsoletos fusiles M14 (7,62x51 mm) agregando mejoras modulares, aptas para las exigencias de las batallas en las montañas de Afganistán.

Por su parte, el problema del alcance derivó en la búsqueda de un calibre intermedio, con el objetivo de poder alcanzar distancias superiores al 5,56x45 mm y al mismo tiempo aumentar la letalidad. En el 2006, un equipo del Joint Service Wound Ballistics de Estados Unidos³ publicó un informe en el que concluía que un proyectil ideal debía ser de un calibre entre 6,5 mm y 7 mm. En igual forma, la introducción de calibres intermedios también está presente en fusiles de tirador especial, como en el calibre .338 Lapua Mag y el Chey Tac .408, lo cual logra la unificación, en una misma pla-

¹ <https://www.thinkdefence.co.uk/2018/03/guest-post-future-small-arms/>

² http://www.dtic.mil/ndia/2016/armament/18355_Armstrong.pdf

³ Ehrhart, Thomas P (2009). Increasing Small Arms Lethality in Afghanistan Taking Back the Infantry Half-Kilometer. Pág. 34

taforma, de un sistema apto para el empleo tanto antimaterial como antipersonal. Como ejemplo de ello, podemos mencionar el fusil Barrett M82 (12,7x99 mm OTAN), que fue ideado para neutralizar las amenazas tales como aeronaves y vehículos enemigos. Con el tiempo, gracias a las ventajas que ofrecía el citado calibre en cuanto a su alcance y efectos de balística terminal, su empleo se extendió también al uso antipersonal.

Otro aspecto importante que se plantea, es el de reducir el peso y aumentar las capacidades del combatiente individual. Reducir el peso permite una mayor movilidad y la posibilidad de llevar más munición u otros componentes de equipo individual. Por ello, el aumento del empleo de polímeros y otros materiales livianos como la fibra de carbono en reemplazo de materiales como el acero, permiten una reducción significativa del peso en armamento portátil y sus municiones. Todo esto con el apoyo de tecnologías emergentes, como la fabricación aditiva o impresión 3D, cuya implementación está cambiando significativamente la manera en que se fabrican las armas portátiles y accesorios. Si bien con ello se obtienen grandes ventajas logísticas, como contrapartida esto podría representar una amenaza, relacionada con la proliferación de armas portátiles y sus repuestos en manos de terroristas, insurgentes, delincuencia organizada y narcotraficantes, entre otros.

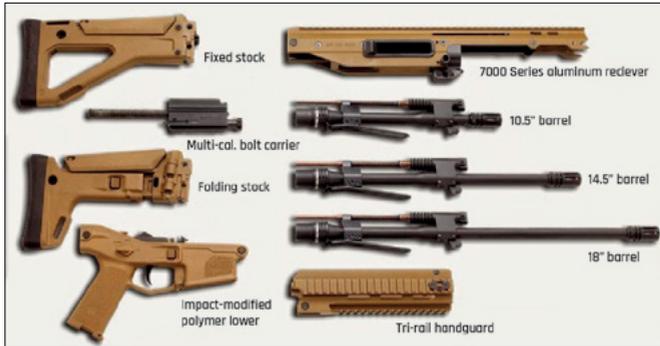
Por otra parte, dado que muchos de los sistemas de armas portátiles actuales son diseños que se originaron en la década de 1950 y se encuentran prácticamente en sus límites evolutivos de diseño, el concepto de *PLATAFORMAS MODULARES* ofrece grandes ventajas, como por ejemplo simplificar la sustitución de piezas y agregar mejoras futuras. Por esta razón, los desarrollistas e ingenieros consideran a la *MODULARIDAD* un requisito fundamental, para el diseño de nuevas armas. Una de las primeras plataformas modulares fue el Stoner 63 (Estados Unidos) diseñado por Eugene Stoner en 1963, que utilizaba una variedad de componentes modulares, intercambiables entre sí, como los cañones. La plataforma modular permitía convertir el Stoner 63 en un fusil de asalto, una carabina, una ametralladora liviana o una ametralladora mediana. Aunque fue un desarrollo innovador para la época, el sistema tuvo un uso muy limitado durante la guerra de Vietnam por parte de las fuerzas estadounidenses. Actualmente el éxito y popularidad de las armas modulares se puede ver reflejado en el fusil M16 (Estados Unidos) y la carabina M4, que por medio de un cajón de mecanismos superior e inferior, conocidos como Lower y Upper Receiver y la incorporación de todo tipo de accesorios gracias a sus rieles Picatinny (STANAG 2324), permiten adaptar el arma a las necesidades del operador. Debido al éxito obtenido con este concepto existen numerosas variantes de este fusil, tanto en el mercado civil como en el militar, lo que incluye versiones mejoradas de su sistema de recuperación por gases, como las producidas por la reconocida firma Heckler & Koch con su modelo HK416.

Estado del arte: principales tendencias

Plataforma modular: Las armas con plataforma modular, cuentan con componentes principales que pueden ser intercambiados según las necesidades de empleo, como por ejemplo: Cañón, Culata, Guardamanos, etc. Esto también permite resolver de manera rápida otros problemas como el de reemplazar partes dañadas o agregar mejoras y accesorios. En armas de generaciones anteriores, cada modelo de fusil tenía un calibre, un diseño y una configuración determinada, rígida y difícilmente modificable. Actualmente, podemos mencionar numerosos ejemplos de fusiles de asalto, fusiles de tirador especial y hasta ametralladoras de gran modularidad y disponibles en el mercado. Como mencionamos anteriormente, resultaría difícil hoy imaginar un proyecto que no cumpla con la condición de “Modularidad”.

Compacto y ergonómico: esta característica tiene que ver con la opción de disponer de culatas telescópicas, colapsables o plegables, así como también los diferentes largos de cañón a emplear,

FIGURA 1: EJEMPLO DE PLATAFORMA MODULAR, FUSIL REMINGTON ACR (EEUU)



según las circunstancias. Las armas del tipo “Bull pup” resultan una ingeniosa solución al requerimiento de armas compactas, que las hace especialmente aptas para el combate urbano, así como su empleo en vehículos de combate, en los que el espacio disponible es limitado. La ergonomía, por otro lado, permite adaptar el arma al operador, por medio de ajustes en la culata, tales como longitud y altura, mejoras en el agarre, etc.

Peso reducido: Como se mencionó anteriormente, se busca la reducción del peso total del arma y esto puede lograrse mediante la incorporación de nuevos materiales más livianos, pero igualmente resistentes para satisfacer las exigencias propias del empleo militar. Desde hace algunos años se ha estado incrementando el uso de polímeros plásticos en diversas partes de las armas, ya que ofrecen ventajas en términos de peso.

Multicalibre: Existe una tendencia a las armas portátiles multicalibre con el objetivo de que los fusiles puedan emplear diferentes calibres con mínimos cambios, tales como el cerrojo, el cañón y el cargador, y que ese cambio pueda ser realizado de manera simple hasta por el mismo operador. Un sistema de cambio rápido de cañón puede ser realizado con herramientas básicas, esto hace que el reemplazar cañones dañados o cambiar el calibre del cartucho a emplear, sea algo habitual, lo que da mayor versatilidad al sistema de armas.

Aumento de la letalidad y el alcance: Si bien por definición, “letal” es algo capaz de causar la muerte⁴, en relación con el empleo en el ámbito militar, podemos considerar que un sistema letal, es aquel que neutraliza de manera inmediata la amenaza del combatiente enemigo. Por lo tanto, el aumento de la letalidad tiene que ver con los efectos de balística terminal y la capacidad del proyectil de neutralizar una amenaza de forma inmediata. Además, es importante aumentar el alcance efectivo del proyectil y que este mantenga suficiente energía remanente, como para “ser letal”, considerando que muchos enfrentamientos se producen a distancias superiores a los 300 metros.

Confiabilidad: el sistema de armas debe ser confiable en diferentes condiciones atmosféricas, incluidas, entre otras, temperaturas altas y bajas, humedad, arena, agua, etc. Para ello, se requiere de mejoras y simplificación de los diversos mecanismos del arma, además de la posibilidad de extraer rápidamente conjuntos para su mantenimiento o reemplazo, como por ejemplo, el conjunto disparador.

Controles ambidiestros: La disponibilidad de componentes de los sistemas de carga y seguro (palancas, trabas, botones retén, etc) con la posibilidad de empleo “ambidiestro” facilita la operación básica del arma sin inconvenientes, tanto para tiradores diestros como zurdos.

Rieles: la incorporación de rieles, tanto en la parte superior, inferior como en los laterales, particularmente en los guardamanos del arma, permite la incorporación de sistemas optoelectrónicos de puntería, linternas, empuñaduras, lanzagranadas y otros accesorios. Además, se están desarro-

4 Recuperado de: <https://www.merriam-webster.com/dictionary/lethality>

llando tecnologías para lograr que los rieles sean dispositivos inteligentes (Picatinny Smart Rail⁵), que sean capaces de proporcionar energía, de recopilar y transmitir datos para lograr un campo de batalla en red, así como poder tomar mejores decisiones con información en tiempo real.

Proyectos destacados

a. Fusil de asalto

La historia de los fusiles de asalto se remonta hacia finales de la Segunda Guerra Mundial, con el Sturmgewehr 44 (StG 44), cuya traducción es "fusil de asalto 44", diseñado por el ejército alemán, y considerado como el primer fusil de asalto en entrar en servicio.

Este fusil nace de la necesidad de combinar los beneficios del fusil Mauser Kar 98k (7,92x57 mm), arma principal de la infantería alemana en aquel entonces, y del subfusil MP40 (9 x 19 mm) para obtener un arma de mejores prestaciones y en un calibre intermedio. El máuser Kar 98k era un fusil preciso, confiable y letal, pero cuya condición de arma de repetición a cerrojo manual, no le permitía proporcionar un volumen de fuego adecuado. Particularmente para las necesidades que planteaban los nuevos escenarios de combate, en especial en ámbitos urbanos, muy comunes en el frente europeo de la Segunda Guerra Mundial. Por otro lado, si bien el subfusil MP40 proporcionaba volumen de fuego, la letalidad y el alcance de su proyectil eran muy limitados. El StG 44 fue la inspiración y el modelo conceptual de los fusiles de asalto posteriores a la Segunda Guerra Mundial, tal como el afamado fusil de origen ruso AK-47.

FN SCAR. (Bélgica - Estados Unidos)

El fusil de asalto modular FN SCAR fue desarrollado por la firma belga FN Herstal para competir en el programa propuesto por el Comando de Operaciones Especiales de Estados Unidos. (SOCOM), para reemplazar a la carabina M4A1. Si bien este fusil no es nuevo, es un buen ejemplo de la tendencia hacia donde se dirigen las armas portátiles, en conceptos de modularidad y personalización. Este fusil de asalto permite una variedad de configuraciones y en tan solo unos minutos, puede adaptarse a las condiciones de la misión. Sobre la base del mismo diseño, se pueden intercambiar partes con otras versiones como el SCAR-L, versión ligera en calibre 5,56x45 mm y el SCAR-H, versión pesada en 7,62x51 mm. Dispone de varias longitudes de cañón que pueden intercambiarse, que permiten convertirlo en una carabina CQB⁶ o en un fusil de tirador especial, en menos de 5 minutos. Esto otorga la extraordinaria posibilidad de disponer de varias armas en una sola, aptas para diferentes roles y tipos de misión, desde combate urbano, infantería convencional, fuerzas especiales, hasta tiradores especiales. La arquitectura abierta y la modularidad de

FIGURA 2: FUSIL FN SCAR-L 5,56X45 MM (EEUU - BÉLGICA)



⁵ <https://tworx.com/intelligent-rail/>

⁶ CQB: Close Quarter Battle / Close Quarter Combat, se refiere al combate que se desarrolla en distancias extremadamente cercanas o espacios confinados, propias del combate urbano.

este fusil de asalto simplifican el entrenamiento, el mantenimiento y la logística, lo cual genera además el ahorro de importantes recursos económicos.

CZ BREN 2. (República Checa)

El fusil de asalto CZ BREN 2 fue desarrollado por la reconocida firma checa CZ (Česká Zbrojovka). Este fusil modular y multicalibre, es una mejora del fusil CZ 805 BREN. Al igual que el SCAR, este puede cambiar el calibre del fusil reemplazando el cañón y el cargador. Además, se encuentra disponible en varias longitudes de cañones y calibres como el 5,56×45mm, y el 7,62×39mm⁷, lo que lo convierte en un arma apta para múltiples empleos.

FIGURA 3: FUSIL CZ BREN 2 (REPÚBLICA CHECA).



Fuente: czub.cz

AK-12 / AK 19. (Rusia)

El fusil de asalto AK-47, diseñado por Mikhail Kalashnikov es una de las armas más exitosas y reconocidas de la historia. Se han fabricado más AK-47 y sus variantes que cualquier otro fusil de asalto en el mundo, por lo que se estima que se han producido en todo el mundo alrededor de 100 millones de AK⁸. Se

FIGURA 4: FUSIL AK 19 (RUSIA)



producen en tres calibres principales, siendo el más utilizado el 7,62 x 39 mm, seguido del 5,45 x 39 mm. También disponen de versiones en 5,56 x 45 mm, proyectil estándar de Estados Unidos y OTAN. Este fusil es reconocido por ser fácil de operar, robusto y confiable en condiciones extremas. En los últimos años las actualizaciones y mejoras de la familia AK se centraron en mejoras ergonómicas, partes modulares, culata telescópica, incorporación de rieles para accesorios y reducción del peso mediante el empleo de polímeros en ciertos componentes.

En cuanto a las actualizaciones y modernizaciones que ha tenido el AK-47, el AK-12 (5,45 x 39 mm) es actualmente el fusil de asalto estándar del ejército ruso. Desde el 2018, el ejército ruso se ha estado reequipando con fusiles AK-12⁹.

Recientemente se han incorporado mejoras en este fusil, basadas en la experiencia de combate de Ucrania, para dar mayor control de las modalidades de tiro, por lo cual dispondrá de un selector bidireccional simple y más controles ambidiestros.¹⁰

Por su parte, el AK-15 (7,62x39mm) basado en el anteriormente mencionado AK-12, es un fusil de asalto utilizado por varias unidades militares y de operaciones especiales rusas.

⁷ Se trata de un cartucho de fusil desarrollado por la Ex URSS y normalmente en uso en los países que pertenecieron al bloque soviético. Ha sido utilizado desde la 2da G.M hasta la fecha.

⁸ The AK-47, Kalashnikov-Series Assault Rifles, Gordon I. Rottman,

⁹ <https://en.kalashnikovgroup.ru/catalog/boevoe-strelkovoe-oruzhie/avtomaty/avtomat-kalashnikova-ak-19>

¹⁰ https://www.armyrecognition.com/defense_news_july_2022_global_security_army_industry/kalashnikov_improves_ak-12_assault_rifle_based_on_ukraine_combat_experience.html

La última versión, el AK-19, fue presentado en el International Military-Technical Forum ARMY-2020¹¹; dicha variante en calibre 5,56×45mm se desarrolló para su comercialización en el mercado extranjero, por tratarse el citado cartucho de uno de los calibres normalizados NATO y en uso en muchos países.

Heckler & Koch HK433 (Alemania)

El HK433 forma parte de una nueva generación de fusiles de asalto compactos y modulares de la firma alemana Heckler & Koch GmbH. Cuenta con culata plegable y retráctil, Montaje y desmontaje de los conjuntos principales sin necesidad de herramientas, controles ambidiestros, seis opciones de longitud de cañón, lo que permite ajustar el arma a la necesidad del operador, posibilidad de incorporar amplia variedad de accesorios, tales como supresor de sonido, interfaz para el lanzagranadas de 40 mm HK269, etc. El HK433 combina los puntos fuertes de los fusiles de asalto G36 y HK416 de la misma firma.

FIGURA 5: : FUSIL HK433 (ALEMANIA)



Fuente: heckler-koch.com

Programa Next Generation Squad Weapon (NGSW) (Estados Unidos)

Una de los proyectos más destacados en cuanto al futuro del armamento individual en el Ejército de Estados Unidos, es el programa NGSW (Next Generation Squad Weapons). Este programa tiene por objetivo reemplazar a la carabina M4 y la ametralladora liviana FN Minimi/M249 SAW, ambas en calibre 5.56x45mm y que constituyen las armas principales de la menor fracción (Escuadra / Gpo Tir). El problema con estas dos armas es que los soldados de infantería estadounidenses siguen siendo superados por adversarios que emplean armas portátiles de mayor alcance, y emplean además chalecos antibalas cada vez más eficientes, los que otorgan un mayor nivel de protección individual. Esto resulta una limitación para el cartucho 5.56mm, que no cumple adecuadamente con la condición de letalidad requerida. Por otra parte, equipar a los soldados con una nueva generación de fusil de asalto y ametralladora liviana modular, ambas empleando la munición 6,8 mm, elimina la necesidad de contar con distintas plataformas desplegadas. Ello simplifica incluso la logística en la escuadra / grupo, ya que todos tendrían el mismo tipo de sistema de arma, pero con distintas configuraciones. El nuevo calibre 6.8 x 51mm se desarrolló específicamente para aumentar no solo el alcance, sino también la cantidad de energía cinética y por ende un mayor efecto de balística terminal del proyectil en el objetivo.

En 2017, se expusieron las especificaciones y características requeridas para los prototipos del programa NGSW¹². Algunas de las especificaciones fueron las siguientes:

- > Peso del arma (sin cargador): 5,4 kg o menor
- > Peso de la munición: 20 % menos de peso que un cartucho con vaina de latón de iguales características.
- > Longitud del arma (culata extendida): 889mm o menos.
- > Capacidad de batir blancos hasta 1200m, y de efectuar disparos con precisión sobre blancos hasta 610 m de distancia.

¹¹ <https://taskandpurpose.com/news/kalashnikov-ak-19-assault-rifle-video/>

¹² <https://www.tactical-life.com/news/next-gen-squad-automatic-weapon/>

La posibilidad de incorporar supresores de sonido, es otro requisito importante de la especificación técnica. Si bien ningún arma puede ser completamente silenciosa, el uso de estos supresores ayuda a proporcionar mayor sigilo a los soldados, al amortiguar el estampido de boca de los disparos.

Inicialmente fueron preseleccionadas cinco empresas en capacidad de ofrecer las soluciones requeridas por el programa. De los cinco candidatos, solo tres llegaron a la fase final: **SIG SAUER** con una munición híbrida de desarrollo propio que combina componentes de latón y acero; **General Dynamics** que se asoció con la empresa True Velocity para presentar un cartucho de polímero reciclable; y **Textron Systems** utilizando un cartucho del tipo Case Telescoped Ammunition (CT), que consiste en un cartucho de polímero que encierra completamente al proyectil y el propulsante.

En abril de 2022, el Ejército de Estados Unidos anunció oficialmente la adjudicación a la firma SIG SAUER para la fabricación y entrega de dos variantes de armas del NGSW (el fusil XM5 y el fusil automático XM250), junto con la familia de municiones 6.8 x 51mm. El valor de la orden de entrega inicial del contrato es de \$20,4 millones de dólares¹³.

General Dynamics RM277¹⁴: El proyecto de General Dynamics presenta un diseño bullpup¹⁵, de tamaño compacto, denominado RM77. Este fusil ofrece una modalidad de tiro automático controlable y preciso, a través de un diseño de control de retroceso patentado denominado "Short Recoil Impulse Averaging". En este sistema, todo el cañón, extensión del cañón, sistema de gas y conjunto de cerrojo puede retroceder dentro de la carcasa exterior del arma para reducir el retroceso. General Dynamics se ha asociado con el fabricante de municiones TrueVelocity¹⁶ para el desarrollo de la nueva munición requerida. Para la fabricación de los prototipos, General Dynamics se unió en colaboración con Beretta USA, que fue la que fabricó la pistola M9 del Ejército de los Estados Unidos, durante décadas hasta su reemplazo actual por la pistola modular SIG Sauer M17 y M18 en 2017¹⁷.

FIGURA 6: CUADRO COMPARATIVO DE LOS PROTIPO FINALISTAS DEL PROGRAMA NGSW (EEUU).

COMPARACIÓN ENTRE LOS 3 PROTIPO FINALISTAS DEL PROGRAMA		
Prototipo	Calibre	Munición
 General Dynamics	6,8 mm	 Munición con vaina de polímero
 Sig Sauer	6,8 mm	 Munición híbrida de acero y latón
 Textron Systems	6,8 mm	 Case Telescoped Ammunition (CT)

¹³ https://www.army.mil/article/255827/army_awards_next_generatio_squad_weapon_contract

¹⁴ <https://www.beretta.com/en-us/beretta-ngsw/>

¹⁵ En un arma tipo Bullpup, el cargador y los mecanismos están ubicados detrás del disparador y la empuñadura.

¹⁶ <https://www.tvammo.com/>

¹⁷ <https://www.fie.undefedu.ar/ceptm/?p=4581>

SIG Sauer¹⁸: El SIG Sauer XM5 está construido sobre la base de la plataforma de fusiles MCX, pesa alrededor de 3,76 kg, siendo algo más pesado que una carabina M4, que normalmente pesa alrededor 3,31 kg. Este fusil tiene un concepto operativo similar a la plataforma AR (M16 / M4,), una culata plegable, supresor e interfaces para accesorios. El diseño del fusil, permite efectuar hasta 12.000 disparos antes de que sea necesario cambiar el cañón, mientras que en el Ejército de Estados Unidos se requiere que se reemplacen los cañones del M4 después de 6.000 disparos¹⁹.

Textron / AAI NGSW-R²⁰: El sistema Textron NGSW, además de cumplir con los requisitos antes mencionados, presenta como gran innovación y aspecto destacado desde el punto de vista tecnológico, que utiliza el concepto de munición telescópica “Case Telescoped Ammunition” (CT), tema que desarrollamos más adelante en el presente trabajo.

b. Ametralladora liviana y mediana

Podemos situar a las primeras ametralladoras entre mediados y hacia finales del siglo XIX, con la aparición de la ametralladora rotativa Gatling (1862) y la ametralladora Maxim (1884). La Gatling utilizaba un sistema de cañones rotativos y era accionada por medio de una manivela, con lo cual, si bien no era automática, ofrecía una cadencia de tiro considerada muy alta para la época. Con la ametralladora Maxim, inventada y patentada por Hiram Stevens Maxim podemos decir que llegó la primera arma automática de la historia²¹ y una de las primeras armas operadas por retroceso.

Las ametralladoras sirven como arma de apoyo a las distintas fracciones, y pueden agruparse en tres categorías: Ametralladoras livianas, medianas o de propósito general, y pesadas. En el presente trabajo solo mencionaremos las dos primeras.

En las ametralladoras livianas y medianas, se observa una tendencia a unificar el concepto de ametralladora - fusil de asalto, tal como puede observarse en el programa Next Generation Squad Weapon antes mencionado, es decir que ambos sistemas tengan la mayor cantidad de partes en común. Además, la reducción de peso y el desafío de disparar en modo de tiro automático de manera precisa y sostenida hasta una distancia considerable, reduciendo el consumo excesivo de munición, siguen siendo unos de los objetivos buscados en el diseño de nuevas ametralladoras. Entre las características más destacadas se pueden mencionar las siguientes:

- > Plataformas modulares y arquitectura abierta
- > Incorporación de rieles Picatinny, para agregar aparatos de puntería y accesorios.
- > Sistemas de puntería “todo tiempo.”
- > Reducción de peso, a través de polímeros y aleaciones metálicas
- > Mejoras en los sistemas de alimentación
- > Amortiguación de retroceso
- > Ergonomía mejorada
- > Posibilidad de incorporar supresores

¹⁸ sigsauer.com

¹⁹ <https://taskandpurpose.com/military-tech/army-next-generation-squad-weapon-m4-m249/>

²⁰ <https://www.textronsystems.com/products/ct-weapons>

²¹ <https://www.britannica.com/biography/Hiram-Maxim>

FN EVOLYS. (Bélgica)

*"Dispara como una ametralladora, se opera como un fusil de asalto"*²²

La ametralladora EVOLYS de la firma belga FN Herstal se presenta a sí misma como una de las ametralladoras más livianas disponibles en el mercado. El usuario se beneficia por el menor peso, lo que permite dotar a las menores fracciones de un mayor volumen de fuego en las distancias cortas y medias. Además, dispone de un amortiguador hidráulico que reduce el retroceso, lo que facilita el disparo automático de manera sostenida, con una precisión aceptable. A menor retroceso, más controlada estará el arma, lo que da como resultado disparos más precisos.

Está equipada con una culata ajustable en longitud y altura, similar a la del fusil de asalto FN SCAR. Fue diseñada para los calibres 5.56x45mm y 7.62x51mm. Para su fabricación se utilizó la Impresión 3D (AM /3DP) en algunas de sus piezas, logrando reducir su peso hasta un 30 por ciento en comparación con la ametralladora FN Minimi de la misma empresa²³, siendo su peso de 5,5 kg para la versión de calibre 5,56 mm y 6,2 kg para la versión de calibre 7,62 mm.

Mecanismo de alimentación lateral

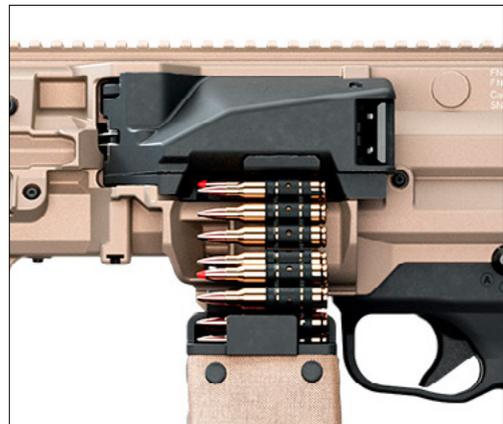
La EVOLYS emplea un novedoso sistema de recarga rápida, constituido por un mecanismo de alimentación lateral, recientemente patentado²⁴. Normalmente las ametralladoras son alimentadas por la parte superior del cajón de mecanismos, mediante bandas o cintas. La energía para asegurar el funcionamiento del sistema de alimentación proviene de los gases que permiten actuar a las palancas, trinquetes y deslizadores. En el caso de la FN Evolys, el mecanismo de alimentación está diseñado para alimentarse por la parte lateral, con la bandeja de alimentación inclinada a 45 grados. Una vez colocada la cinta en la bandeja y cerrando la tapa de alimentación, sus deslizadores colocan la primera munición de la cinta automáticamente. Pueden apreciarse detalles del funcionamiento en el siguiente video²⁵.

FIGURA 7: AMETRALLADORA LIVIANA EVOLYS (BELGICA).



Fuente: fnherstal.com

FIGURA 8: ALIMENTACIÓN LATERAL DE LA AMETRALLADORA EVOLYS.



Fuente: fnherstal.com

²² <https://fnherstal.com/en/defence/portable-weapons/fn-evolys-556/>

²³ <https://fnherstal.com/en/defence/portable-weapons/fn-evolys-556/>

²⁴ https://www.armyrecognition.com/weapons_defence_industry_military_technology_uk/fn_evols_technical_review_of_new_fn_herstal_ultralight_5.56/7.62mm_caliber_machine_gun.html

²⁵ <https://www.youtube.com/watch?v=3e5w5njwrgp>

RPL-20. (Rusia)

La ametralladora liviana RPL-20 de calibre 5.45x39 mm²⁶ está siendo desarrollada por la empresa rusa Kalashnikov Concern. Fue presentada a finales de agosto del 2020 en la exposición militar *Ármiya-2020*²⁷. Este prototipo está basado en ametralladora RPK-16 y podría formar parte del equipo del proyecto "Soldado avanzado Sotnik"²⁸.

Cuenta con culata ergonómica, controles ambidiestros, freno de boca mejorado, rieles para montar accesorios, etc.

FIGURA 9: AMETRALLADORA RPL-20



Fuente: kalashnikovgroup.ru

SIG Sauer MG 338. (EEUU)

La ametralladora mediana SIG Sauer MG338, en calibre .338 Norma Magnum (8.6x63mm) está siendo evaluada para reemplazar a la FN MAG - M 240 (7.62x51mm) en el Ejército de Estados Unidos, con un peso menor a 9,07 kg, tiene un retroceso similar al de un cartucho de 7,62 mm y es letal hasta una distancia de 1.700 m o más. Se ha verificado que incluso a 1.000 m, el .338 NM puede perforar chalecos antibalas de nivel III²⁹. Cuenta con supresor de sonido incorporado, facilidad para intercambiar cañones, controles ambidiestros, mecanismo de reducción de retroceso, etc.

Se puede plegar, para un transporte más compacto o para mejorar maniobrabilidad en espacios reducidos. Esta ametralladora mediana representa un punto intermedio entre la FN MAG (7.62x51mm) y la ametralladora M2 (.50 BMG). En comparación con el M2, el MG 338 pesa aproximadamente una cuarta parte y permite batir blancos a un alcance similar.

FIGURA 10: AMETRALLADORA SIG SAUER MG 338



Fuente: accurateshooter.com

²⁶ El 5,45 × 39 mm es un cartucho de origen soviético, empleado principalmente por armas de origen Ruso, Chino, y de algunos países de la antigua Unión Soviética.

²⁷ <https://tass.com/defense/1357065>

²⁸ https://www.armyrecognition.com/army-2021_news_russia_online_show_daily_media_partner/army-2021_kalashnikov_prepares_rpl-20_machinegun_for_trials.html

²⁹ <https://nationalinterest.org/blog/reboot/sig-sauer-mg-338-machine-gun-army-drools-over-182885>

Heckler & Koch MG5. (Alemania)

La ametralladora mediana Heckler & Koch MG5 es un arma modular, sucesora de la MG3³⁰. Cuenta con controles ambidiestros, rieles NATO-STANAG 4694 (compatibles con rieles Picatinny) para incorporar una variedad de accesorios, culata plegable y ajustable en longitud, amortiguador que reduce el retroceso y permite además mantener estabilizada la ametralladora en fuego sostenido.

c. Fusil de Tirador especial

El objetivo principal de un *fusil de tirador especial* es dar apoyo de fuego directo de gran precisión, a las operaciones de las pequeñas fracciones en combate. Para ello debe ser capaz de batir objetivos a distancias mayores a los 600 metros y con la menor cantidad de disparos posible. En función de las distancias de empleo, se requiere de un tipo de munición y su respectivo fusil.

Los *tiradores destacados* son integrantes del Grupo de Tiradores y su misión es apoyar a la fracción con fuegos de precisión. Generalmente equipados con un fusil de asalto, similar al que emplea el resto de la fracción, pero equipado con sistema óptico de mayores prestaciones y en algunos casos el cañón del arma es de mayor longitud. Mientras que los "Sniper", normalmente pertenecientes a las Fuerzas de Operaciones Especiales, a los que se les asigna otro tipo de misiones específicas, mayormente cuentan con fusiles de cerrojo, con capacidad para alcanzar objetivos en niveles superiores de alcance, batiendo blancos específicos a distancias de más de 1000 metros.

Barret MRAD MK22. (Estados Unidos)

El fusil a cerrojo Barrett MRAD (Barrett Multi-Role Adaptive Design) MK 22, es un fusil de última generación basado en el Barrett 98B. Se presentó como parte del programa "Precision Sniper Rifle" (PSR)³¹ y del Advanced Sniper Rifle (ASR) del Comando de Operaciones Especiales de Estados Unidos. Entre los requisitos de este último, figuraban la posibilidad de disparar una variedad de cartuchos como el 7,62 x 51 mm, .300 Norma Magnum y .338 Norma Magnum, a través de un cambio de cañón.

Recientemente la empresa Barrett Firearms Manufacturing firmó un contrato de US\$ 50 millones, para la entrega 2.800 fusiles MRAD MK22, destinados al Ejército de Estados Unidos³². Con ello se busca reemplazar al fusil M107, actualmente de dotación en las Fuerzas de Operaciones Especiales de ese país.

Requisitos del programa *Advanced Sniper Rifle* (ASR) (Estados Unidos)³³

- > Debe poder disparar cartuchos 7.62mm, .300 Norma Magnum y .338 Norma Magnum.
- > No debe exceder las 7.72 kg con un cargador vacío. Idealmente debería tener 5,90 kg o menos.
- > El fusil no debe exceder los 1320 mm completamente extendido.
- > No debe exceder los 1016 mm con culata colapsada, para facilitar el transporte.

FIGURA 11: FUSIL BARRET MRAD MK22 (EEUU)



³⁰ La Ametralladora MG3 es un arma desarrollada por la empresa alemana Rheinmetall y en servicio en muchos países desde 1968.

³¹ https://www.army.mil/article/244821/new_army_sniper_weapon_system_contract_awarded_to_barrett_firearms

³² https://www.armyrecognition.com/defense_news_april_2021_global_security_army_industry/new_sniper_rifle_mrads_mk22_338_contract_for_us_army_awarded_to_barrett_firearms.html

³³ <https://www.thetruthaboutguns.com/ussocom-seeking-3-caliber-advanced-sniper-rifle-asr/>

- > La precisión a 300 metros debe ser de 1 MOA³⁴ máximo para 7.62 mm y de 0.5 MOA máximo para .300NM. En .338 Norma Magnum, la precisión debe ser menor que 2.5 MOA. Y preferentemente debería ser de 1.5 MOA.
- > Debe incluir un “apagallamas”, que pueda incorporarse al fusil según sea necesario.

Teniendo en cuenta estos requisitos, el sistema del Barret MRAD MK22 posibilita cambiar fácilmente entre múltiples longitudes de cañón, solamente aflojando dos pernos con una llave Torx³⁵. Además, el diseño modular del fusil permite la extracción rápida del conjunto del disparador para facilitar la limpieza o el reemplazo por otro conjunto. En cuanto a la culata, consiste en un conjunto plegable liviano con longitud ajustable, carrillera de polímero ajustable para la altura y “recoil pad” (cantonera) ultra absorbente de Sorbothane³⁶. El fusil viene con una mira Nightforce ATACR³⁷ de 7-35 x 56 mm con retícula T3 para el US SOCOM y una Leupold MK5hd³⁸ 5-25 x 56mm para Ejército de los Estados Unidos) equipados con la retícula Mil-grid.

Remington MSR (Estados Unidos)

El fusil modular Remington MSR fue desarrollado por la reconocida firma Remington Arms para el Ejército de Estados Unidos. Fue el primer ganador del Programa “Precision Sniper Rifle” (PSR), Es intercambiable en tres calibres distintos: .338 Lapua Magnum, .300 Win Mag, y .7,62x51 mm. Entre las características más destacadas, se incluyen guardamanos modulares, posibilidad de incorporar múltiples accesorios gracias a sus distintos rieles, un disparador ajustable y una empuñadura tipo AR (M4, M16, etc). Como ya se mencionó anteriormente, una plataforma modular y centralizada, reduce la necesidad de llevar distintos tipos de armas para cada una de las diferentes municiones. Esto proporciona ventajas como reducción en los escalones logísticos de abastecimiento y mantenimiento, además de adaptar el arma a las diferentes misiones.

ACCURACY International AX MKIII /AX 50. (Reino Unido)

La reconocida firma británica Accuracy International Ltd anunció en febrero de 2020 el lanzamiento de dos nuevos modelos de fusil multicalibre: el AX MKIII y el AX 50 ELR. El AX MKIII es un fusil multicalibre, que se puede configurar en .338 Lap Mag, un .300 Win Mag o 308 Win u otros. El AX 50 se basa en el fusil AW50 y viene en calibre .50 BMG, este puede configurarse en los calibres .375 y .408 CheyTac en minutos, simplemente cambiando el cañón, el cerrojo y cargador.

Cuenta con culata ergonómica con altura ajustable, para permitir el uso de equipos de visión nocturna o miras telescópicas. Además, es plegable para reducir la longitud total del fusil

FIGURA 12: FUSIL ACCURACY INTERNATIONAL AX MKIII (REINO UNIDO).



Fuente: edrmagazine.eu

34 Un MOA (Minuto de ángulo) es el ángulo con el que vemos una pulgada a 100 yardas de distancia. Basándonos en el Sistema internacional, una agrupación de 1 MOA es la que tiene un diámetro de 3 cm a 100 metros.

35 Las llaves Torx son similares a los destornilladores, pero se utilizan para tornillos Torx que tienen forma de estrella con 6 puntas.

36 Sorbothane Inc. Es una empresa que desarrolla materiales y componentes que aíslan las vibraciones, atenúan los golpes y amortiguan los ruidos no deseados.

37 <https://www.thefirearmblog.com/blog/2019/12/18/ussocom-selects-nightforce-optics-for-precision-variable-power-scope/>

38 <https://www.leupold.com/blog/post/leupold-mark-5hd-selected-by-army-precision-sniper-rifle-program>

y así facilitar su transporte y almacenamiento. Se puede extraer fácilmente el conjunto mecanismo de disparo, para su limpieza o reemplazo, mediante dos tornillos de cabeza hueca. Además, incorpora un sistema de montaje KeySlot patentado para unir rieles modulares. El AI AX50 tiene un disparador de 2 etapas ajustable en peso de 1,5 y 2 kg.

Especificaciones³⁹:

AX 50

- > Calibre: .50 BMG / .408 CheyTac / .375 CheyTac
- > Peso: 12,06 kg con cargador vacío, sin visor, sin rieles, cañón de 27" con freno de boca.
- > Dimensiones Totales (L-H-A): 1383 mm x 220 mm x 120 mm.
- > Dimensiones (Con culata plegada. L-H-A): 1145 mm x 220 mm x 120 mm.

AX MKIII

- > Calibre: .338 Lapua (instalado de fábrica) / .300 Win mag / .308 Win / .300 Norma / .338 Norma.
- > Peso: 7,6 kg con configuración de riel estándar, cargador vacío, sin visor, cañón de 27", freno de boca táctico.
- > Dimensiones Totales (L-H-A): 1255 mm x 200 mm x 90 mm.
- > Dimensiones (Con culata plegada. L-H-A): 1030 mm x 185 mm x 95 mm.

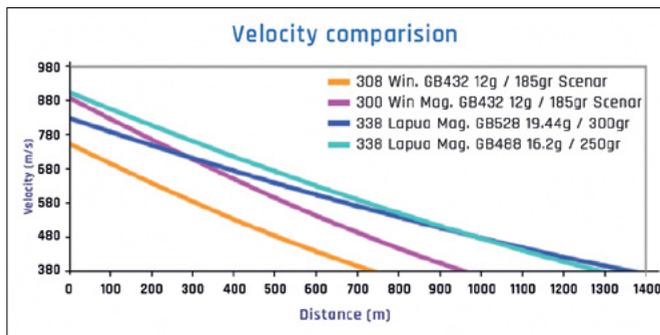
d. Munición para fusil de tirador especial

Cartucho .338 Lapua Magnum

El cartucho .338 Lapua Magnum (8.6 x 70mm) o .338 Lapua Mag, es un cartucho de fuego central, desarrollado a fines de 1980 en un trabajo conjunto entre las firmas SAKO y Nammo Lapua Oy, con el fabricante de fusiles Accuracy International. Nace con el objetivo de disponer cartucho intermedio entre el 7,62x51 mm y el .50 BMG, cumpliendo con un doble propósito: su empleo como calibre antipersonal y antimaterial. El alcance no fue la única consideración a la hora de desarrollar la munición, también se buscaba disponer de un proyectil más poderoso, que pudiera penetrar las cinco

capas de los chalecos antibalas más avanzados. El alcance efectivo para los proyectiles tradicionales es de 1500 m, llegando a los 1800 m para los proyectiles Very-low-drag bullet (proyectil de baja resistencia)⁴⁰. Los proyectiles estándar pesan 16,2 g (250 grain) y tienen una velocidad inicial de 905 m/s, lo que da como resultado una energía inicial de más de 6634 J. El proyectil de 19,44 g (300 grain), abandona la boca del cañón a una

GRAFICO 1: VELOCIDAD REMANENTE DE LOS DISTINTOS CALIBRES COMPARADOS CON EL 338 LAPUA MAG



Fuente: lapua.com

³⁹ <https://www.thefirearmblog.com/blog/2021/09/23/accuracy-international-latest-rifles-displayed-at-dsei-2021/>

⁴⁰ https://ammo.com/rifle/338-lapua-magnum-ammo?bullet_type=327

velocidad de 830 m/s, lo que resulta en una energía inicial superior a 6696 J. Los proyectiles de 19,44 g (300 grain) generalmente se consideran los más efectivos para batir blancos a largo alcance.⁴¹

Fue adoptado ampliamente por tiradores especiales en la Guerra de Afganistán y la Guerra de Irak. Un caso muy conocido que refleja el alcance de este cartucho intermedio, fue en noviembre de 2009 en Musa Quala (Afganistán), donde el soldado británico Craig Harrison logro neutralizar dos blancos (Combatientes talibanes) a una distancia de 2.475 metros utilizando un fusil Accuracy International .338 Lapua Mag⁴².

Chey Tac .408 “Intervention”

El CheyTac .408 (10.36 x 77mm), diseñado en 1998, es un cartucho fabricado por la empresa estadounidense CheyTac Associates, reconocida por el desarrollo del fusil M-200⁴³. Este cartucho se considera una modificación del .505 Gibbs, un antiguo cartucho de origen británico y utilizado para la caza mayor en África. La diferencia principal entre ambos es que el CheyTac .408 tiene una vaina más “abotellada” y un proyectil de ojiva más aguzada. Gracias a esta última característica, es capaz de alcanzar una velocidad supersónica, y llega a ser uno de los cartuchos “sniper” más veloces y con más energía cinética.

El CheyTac puede obtener un alcance efectivo de hasta 2.000 m. Esta munición para Sniper, puede considerarse como un término medio entre el reconocido .338 Lapua Mag, y el letal .50BMG. Comparado con este último, el .408 también resulta más ligero y con un retroceso más controlable que el .50BMG. Estos proyectiles son fabricados en equipos de mecanizado CNC y cuentan con una ojiva con encamisado de Cobre – Níquel⁴⁴.

FIGURA 13: DE IZQUIERDA A DERECHA: 7,62X51. 300 WINCHESTER MAGNUM. 338 LAPUA MAGNUM. 375 CHEYTAC. 408 CHEYTAC. 416 BARRETT. 460 STEYR. 50 BMG.



Fuente: tiradoresprecision.com

TABLA 1: TABLAS DE COMPARACIÓN BALÍSTICA (VELOCIDAD Y ENERGÍA) CON OTROS CALIBRES

Proyectil	Peso (grains)	Velocidad inicial (m / s)	Energía en boca (J)
.338 Lapua Magnum	250	905	5634
.338 Lapua Magnum	300	828	5659
.408 CheyTac	305	1067	11247
.408 CheyTac	419	1067	11247
.408 CheyTac	305	914	11352
.416 Barrett	400	990	12718
.50 BMG	700	907	18942

41 Recuperado de: <https://web.archive.org/web/20110927103021/http://www.lapua.com/upload/downloads/brochures/2011/lapuaspecialpurpose2011eng.pdf>

42 Recuperado de: <https://web.archive.org/web/20100508140831/http://news.sky.com/skynews/Home/World-News/Afghanistan-Sniper-Corporal-Of-Horse-Craig-Harrison-Sets-Record-After-Killing-Taliban/Article/201005115624184>

43 El CheyTac M-200 Intervention es un fusil de precisión de cerrojo fabricado por la empresa estadounidense CheyTac. <https://cheytac.com/product/m200-intervention-2/>

44 <http://usarmorment.com/pdf/cheytac408.pdf>

Munición de armas portátiles: desarrollos más destacados

Case Telescoped Ammunition (CTA)

El cartucho con vaina metálica, compuesto generalmente por latón (70% cobre, 30% zinc), nace en la segunda mitad del siglo XIX, dando como inicio a la era de la retrocarga y fue desde entonces, que el cartucho con vaina metálica ha ejercido un dominio absoluto.

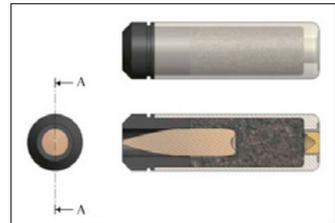
Actualmente, se desarrollan varios proyectos que tienen por objetivo el reemplazo del cartucho metálico, avanzando además desde hace algunos años, en el concepto de la denominada "Munición telescópica". La munición telescópica fue concebida por la USAF (Fuerza Aérea de Estados Unidos) a mediados de los 50's, para su empleo como armamento de aeronaves. Pero a pesar de los proyectos de investigación de la USAF, serían el Reino Unido y Francia los que pondrían en servicio este tipo de cartuchos novedosos en cañones de blindados⁴⁵, en especial con la munición telescópica de 40mm de la empresa CTA Internacional⁴⁶. Este concepto se está desarrollando actualmente en prototipos de fusiles de asalto y ametralladoras en el marco del programa Next Generation Squad Weapon, por parte de la firma estadounidense Textron.

¿Cómo funciona este novedoso concepto? En la "Cased Telescoped Ammunition" o munición telescópica, el proyectil se encuentra envuelto dentro de una caja cilíndrica de polímero y rodeado por la carga propelente, tal como puede observarse en la *figura 12*. A diferencia de la munición convencional, en la que el proyectil sobresale por la parte delantera de la vaina metálica, la munición telescópica tiene el proyectil completamente contenido dentro de la carcasa o vaina.

El polímero que constituye la vaina de este cartucho proporciona una reducción del peso en un 35% en comparación con las vainas de latón o acero convencional, lo que reduce además los costos de fabricación e incrementa el poder de fuego de los combatientes, al permitir que lleven más munición. Además, contribuye en la disipación de la temperatura del sistema luego de efectuarse el disparo. La menor longitud total del cartucho, permite además reducir la longitud del mecanismo de alimentación y recuperación del arma. Otra ventaja es que un cartucho más corto, permite disponer de cargadores de menor tamaño. Finalmente, toda la cadena de abastecimiento logístico, se ve beneficiada por la menor longitud de un cartucho, que mantiene todas las prestaciones de un cartucho convencional de latón o acero.

La extracción de la munición de cartucho metálico se realiza mediante una uña extractora que engancha el cartucho vacío de su ranura, tirando de ella y expulsando la vaina hacia el exterior del arma. La munición telescópica, simplifica este proceso al carecer de ranura extractora y por esto, es capaz de soportar presiones más altas que la munición con vaina metálica, además de tener menos fallas termomecánicas o funcionales cuando está sometida a las presiones típicas de la balística interior de las armas de fuego. Las propiedades mecánicas del latón en presiones superiores a 70.000 psi, pueden hacer que el latón del cartucho no se comporte elásticamente y al pasar al estado plástico, ocurran accidentes o la interrupción del arma. Por esta razón la munición metálica está limitada a presiones inferiores a 65.000 psi.⁴⁷

FIGURA 14: MUNICIÓN CT DE 5,56 MM DE TEXTRON SYSTEMS



Fuente: researchgate.net

⁴⁵ <https://www.thinkdefence.co.uk/cased-telescoped-armament-system/>

⁴⁶ cta-international.com

⁴⁷ Jenzen-Jones, N.R. & Nathaniel Fitch. (2019). Cased Telescoped Ammunition: A technical and historical overview. Armament Research Services (ARES). Pag 11

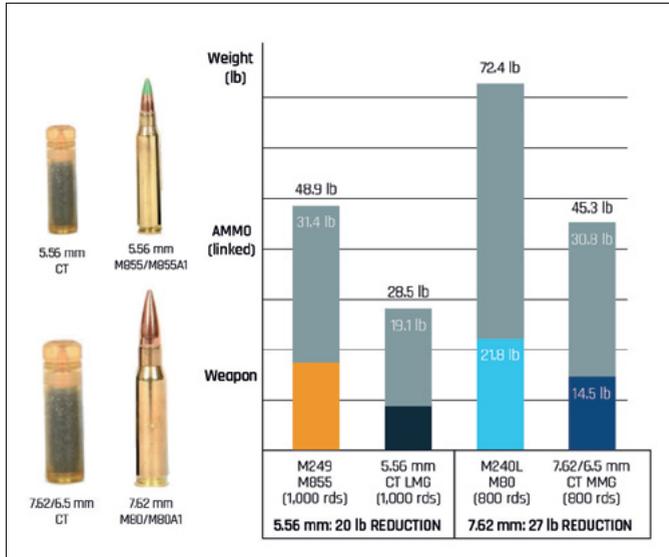
En el caso de la munición CT de Textron Systems, la empresa dispone de una amplia gama de calibres como 5,56 mm, 6,5 mm, 7,62 mm y 6,8 mm. En la *figura 15* se puede apreciar la reducción de peso de la munición telescópica con respecto a la munición de vaina metálica.

Vaina de polímero

La firma estadounidense True Velocity se encuentra desarrollando cartuchos de polímero que prometen ser 30% más livianos que los tradicionales, una transferencia de calor reducida para disminuir el desgaste del arma, una precisión mejorada, una velocidad de salida más constante y uniforme y una combustión de pólvora más eficiente y regular. Los métodos de producción y desarrollo están patentados⁴⁸.

Al igual que el “Cased Telescoped Ammunition”, el menor peso del cartucho de True Velocity proporciona ventajas logísticas, tales como reducir el costo de transporte de municiones y aumentar la efectividad operativa de los soldados. El diseño de cartucho de 6,8 mm de True Velocity, había sido seleccionado por el Ejército de Estados Unidos para el desarrollo del programa Next Generation Squad Weapon. Al tratarse de una munición de polímero compuesto, sus componentes son totalmente reciclables, pero no está diseñada para recargarse con equipo de recarga. La vaina incluso puede fabricarse en diferentes colores, para que coincida con el entorno operativo. Además, se pueden codificar con colores para que permita identificar diferentes tipos de proyectiles y cargas, lo que ayuda a distinguirla de otras municiones.

FIGURA 15: MUNICIÓN CT TELESCÓPICA COMPARADA CON MUNICIÓN DE VAINA METÁLICA.



Fuente: textronsystems.com

FIGURA 16: CARTUCHO DE TRUE VELOCITY EN POLIMERO



Entre los calibres con vaina de polímero de True Velocity se encuentran los siguientes:

- > .338 Norma
- > 6.5 CreedMoor
- > 6.8 TVCM
- > 7.62 x 51 mm (NATO)
- > .308 Win
- > 5.56 x 45 mm (NATO)

48 <https://www.tvammo.com/legal>

6.8×51mm Híbrido de SIG SAUER

El cartucho de 6.8×51mm se desarrolló para superar las deficiencias que presenta el calibre de 5.56x45mm. SIG SAUER cuenta con un cartucho híbrido denominado .277 FURY (6.8×51mm) en su versión comercial. Este cartucho puede soportar una presión de hasta 80.000 psi. En comparación, los cartuchos 5,56 mm que normalmente alcanzan un máximo de 55.000 psi, para el M855 y 60.000 psi para el M855A1⁴⁹.

La vaina de esta munición consta de tres elementos: cuerpo de latón y base de metal, conectados por una arandela de seguridad capaz de soportar las altas presiones⁵⁰. Esto ofrece un rendimiento superior al de las municiones convencionales, con una menor pérdida de velocidad remanente del proyectil y mayor energía en el blanco⁵¹. Además, estará presente en los sistemas de armas de próxima generación (NGSW), ya que fue ganador el contrato para el desarrollo y provisión de futuras municiones.

En el nuevo fusil SIG XM5, ganador del mencionado programa NGSW⁵², los cargadores serán de 20 cartuchos, para un soldado del US ARMY que lleva 7 cargadores, esto serían 140 cartuchos y un peso total de 4,48 kg. En comparación con los 7 cargadores de M4 de 30 cartuchos que llevan actualmente, con 210 cartuchos, en un total de 3,36 kg⁵³. Es decir, con el nuevo calibre llevarían más peso y menos municiones, pero con un alcance y letalidad superior.

.....
TABLA COMPARATIVA ENTRE EL 6.8 MM, 5.56 MM Y 7.62 MM

Proyectil	Modelo	Peso (grains)	Velocidad inicial (m/s)	Energía en boca (J)	Coefficiente balístico (G1)
5.56×45mm ⁵⁴	M855	62	914	1709	0.35
7.62×51mm ⁵⁵	M80	144	838	3275	0.45
6.8×51 mm ⁵⁶	ELITE BONDED POLYMER TIPPED 277 SIG FURY HYBRID	150	862.6	3616	0.50 ⁵⁷

En los siguientes gráficos y a modo de ejemplo, se muestra el cálculo de la velocidad remanente y energía terminal del proyectil 6.8x51mm, en comparación con los calibres de 7.62x51mm y 5.56×45mm, entre 0 y 1000 m de distancia.

Como puede observarse en los gráficos, las condiciones meteorológicas como el viento, la humedad y la temperatura ambiente, influirán en el proyectil a diferentes distancias. El calibre 5.56×45mm tiene una velocidad inicial en boca mucho más alta (914 m/s) que los otros calibres comparados, pero por tratarse de un proyectil de menor masa, su velocidad remanente cae a un ritmo mayor. La munición 6.8×51mm presenta una ventaja en distancias superiores a 300 m, ya que su velocidad y energía remanente decrecen a una tasa menor, y por lo tanto presenta un mejor desempeño a lo largo de su trayectoria.

49 <https://www.tactical-life.com/gear/ammo/277-sig-fury-hybrid-case-design/>

50 <https://www.thefirearmblog.com/blog/2020/11/18/saami-announces-acceptance-of-three-new-cartridges/>

51 <https://www.sigsauer.com/accubond-277-sig-fury-hybrid.html>

52 <https://www.fie.undef.edu.ar/ceptm/?p=9801>

53 <https://www.military.com/daily-news/2022/05/02/how-well-do-armys-new-guns-perform-thats-classified-soldiers-will-carry-more-weight-less->

54 <https://www.standfaioperations.com/products/special-weapons-and-ammunitions/small-arms-ammunition/5-56-mmx45-ss109-m855-ball-cartridge/>

55 <https://www.standfaioperations.com/products/special-weapons-and-ammunitions/small-arms-ammunition/7-62mmx51-m80-normal-cartridge/>

56 <https://www.sigsauer.com/accubond-277-sig-fury-hybrid.html>

57 Coeficiente balístico proporcionado por SIG SAUER en su sitio web oficial "sigsauer.com"

GRÁFICO 2: VELOCIDAD REMANENTE DE LOS DISTINTOS CALIBRES COMPARADOS CON EL 6.8X51 MM.

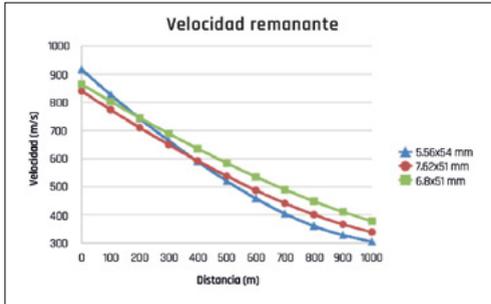
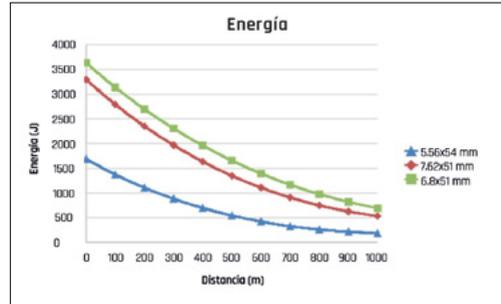


GRÁFICO 3: ENERGÍA DE LOS DISTINTOS CALIBRES COMPARADOS CON EL 6.8X51MM.



Fuente: Propia

e. Sistemas Ópticos y Optoelectrónicos de asistencia a la puntería

Con los crecientes avances en la electrónica e informática en todos los ámbitos de aplicación en los conflictos modernos, los ingenieros y desarrollistas se preguntan: de qué manera los sistemas de armas de trayectoria tendida pueden hacer uso de estas tecnologías y de esa forma lograr ventajas comparativas sobre el enemigo. El empleo de modernas tecnologías emergentes en los sistemas ópticos / optoelectrónicos, de realidad aumentada, telémetros láser, visores térmicos y de visión nocturna, computadoras balísticas, para aumentar la probabilidad de impactar y ahorrar tiempo, pueden resultar decisivas para el combatiente individual en el futuro campo de batalla. Es por ello que en este apartado se presentan algunos proyectos relevantes sobre dispositivos relacionados con la asistencia a la puntería del soldado individual.

Principales proyectos

FN Elity. (Bélgica)⁵⁸

Las computadoras balísticas tienen como objetivo facilitar el trabajo del operador, realizando automáticamente los cálculos que se requieren para acertar en el blanco. Es una solución eficiente para tiradores especiales, que les permite ahorrar tiempo y aumentar las probabilidades de impactar en el primer disparo.

En este caso, la computadora balística “Elity” de la firma belga FN Herstal trae incorporado un telémetro láser que puede medir la distancia a la que se encuentra un objetivo hasta los 1.750m con punteros láser, un iluminador infrarrojo con intensidad de luz variable, que puede ser usado “Todo tiempo” (Día / Noche), realizar correcciones de los disparos y calcular la trayectoria del proyectil. Además, trae incorporando sensores para calcular la temperatura, presión, humedad

FIGURA 18: COMPUTADORA BALÍSTICA ELITY (BELGICA).



Fuente: fnherstal.com

⁵⁸ <https://fnnovation.eu/products/aiming/fn-elity-ballistic-calculator/>

y ángulo de elevación. Esta computadora balística puede ir montada sobre el fusil de tirador especial, aumentando las probabilidades de impactar en el primer disparo.

Características:

- > Dimensiones: 123 mm x 76 mm x 44 mm
- > Peso: 400 g
- > Telémetro láser de 1.550 nm
- > Iluminador infrarrojo variable. De 3 mrad a 90 mrad
- > Potente solucionador balístico con perfilador aerobalístico de ApexO (AFS ®)
- > Sensores ambientales (temperatura, presión, humedad)
- > Sensores de estado y movimiento (inclinación, brújula digital)

SMASH-2000 . (Israel)⁵⁹

El SMASH-2000 es una computadora balística y visor óptico de origen israelí, diseñada para fusiles de asalto, que permite reconocer un objetivo y es capaz de predecir sus movimientos. Los algoritmos de seguimiento de objetivos se integran con un software de procesamiento de imágenes, lo que permite al operador neutralizar rápidamente un objetivo terrestre o aéreo, tales como vehículos aéreos no tripulados o drones. Cuenta con un modo llamado "Drone Kill" que bloquea, rastrea y permite asistir en el disparo para eliminar UAS/drones.

FIGURA 19: SMASH-2000 (ISRAEL).



Características⁶⁰:

- > Dimensiones: 198mm x 81 mm x 82 mm.
- > Peso: 1185 g.
- > Puede operarse en condición "Todo tiempo" (Día / Noche).
- > Selección de datos balísticos para diferentes fusiles y/o tipos de municiones.
- > Eliminación de blancos terrestres, blancos estáticos y dinámicos hasta 300 m (escenario diurno).
- > Mira réflex transparente (punto rojo) para efectuar fuego rápido.
- > Seguimiento de objetivos.
- > Batería recargable: 72 horas o hasta 3600 disparos asistidos.

L3Harris NGSW-FC - Squad Fire Control (SFC). (Estados Unidos)

En el marco del programa de armas Next Generation Squad Weapon del Ejército de Estados Unidos, el sistema Squad Fire Control (SFC) de la firma estadounidense L3Harris, promete mejorar la probabilidad de impacto y reducir el tiempo que lleva identificar y batir objetivos. El sistema cuenta con una óptica de visión directa, ampliada con una retícula digital, un telémetro láser, una computadora balística y sensores ambientales, capaces de medir la presión y la temperatura del ambiente.

⁵⁹ <https://www.smart-shooter.com/products/>

⁶⁰ <https://www.smart-shooter.com/wp-content/uploads/2021/02/SMASH-2000-V6.12.20.pdf>

Entre las características del L3Harris SFC incluyen:⁶¹

- > Pantalla superpuesta
- > Óptica de potencia variable de 1x a 6x
- > Láser alineado de fábrica
- > Laser seguro de clase 1⁶²
- > Sensores ambientales
- > Sensores de inclinación y peralte
- > Computadora balística

VORTEX Optics - Fire Control Unit - FCU. (Estados Unidos)⁶³

Recientemente, la empresa VORTEX Optics de Estados Unidos, ha ganado la adjudicación para proveer al Ejército de Estados Unidos, la unidad de Control de Fuego (Fire Control Unit – FCU) correspondiente al programa “Next Generation Squad Weapon” (NGSW)⁶⁴. Esto incluye un acuerdo para la producción y entrega de hasta 250.000 XM157 durante un periodo de 10 años. El monto del contrato es de U\$S 2.700 millones de dólares. Este sistema avanzado de control de tiro, denominado Vortex Optics XM157, integra una serie de tecnologías avanzadas, que incluyen una óptica de aumento variable, retícula grabada de respaldo, telémetro láser, calculadora balística, conjunto de sensores atmosféricos, brújula, Intra-Soldier Wireless, láser de puntería visible e infrarrojo y una superposición de pantalla digital.

L3 Harris ENVG B. (Estados Unidos)⁶⁵

Las gafas de visión nocturna ENVG B (Enhanced Night Vision Goggle-Binoculars) ofrecen una fidelidad óptica en cualquier clima y estado de luminosidad. Con capacidad de ver a través de niebla, con mejor calidad que en sus versiones anteriores, puede distinguir blancos en ambientes con polvo o humo. Además, se puede fusionar con un sensor térmico para un mayor rendimiento.

Características:

- > Se puede obtener inteligencia procesable en tiempo real a través de la fusión de tubos de fósforo blanco con imagen intensificada (I2) e imágenes térmicas.
- > Permite mantener la vista en el objetivo, sin tener que mirar hacia abajo para leer mapas o verificar las radios para obtener información.
- > Adquisición rápida de objetivos
- > Se puede observar alrededor de las esquinas sin riesgo de exposición. También permite identi-

FIGURA 20: SQUAD FIRE CONTROL (EEUU).



Fuente: l3harris.com

FIGURA 21: L3HARRIS ENVG B (EEUU).



Fuente: l3harris.com

61 <https://www.l3harris.com/all-capabilities/squad-fire-control-sfc>

62 Los láseres de clase 1 son seguros para los ojos en toda su utilización, es decir, bajo condiciones normales de operación no producen riesgo.

63 <https://vortexoptics.com/>

64 <https://www.thefirearmblog.com/blog/2022/01/07/vortex-win-us-army-next-generation-squad-weapons-fire-control-contract/>

65 <https://www.l3harris.com/all-capabilities/enhanced-night-vision-goggle-binocular-envg-b>

car y atacar objetivos con mayor precisión y velocidad. Esto se logra gracias a una Red Inalámbrica que interactúa con los programas Nett Warrior del Ejército de Estados Unidos.

- > Puede operarse tanto día o como de noche, incluso con poca o sin luz, en ambientes con niebla y humo
- > Pantalla a color de 1280 x 1024 (SXGA) para mapas y superposición de información
- > Es compatible con las baterías inteligentes de L3 Harris.

En la figura 20 se muestra el llamado modo "contorno", en donde se puede observar a través de bordes luminosos el contorno del helicóptero. Esto sirve para facilitar a los soldados la identificación de objetos y personas.

FIGURA 22: A LA IZQUIERDA; MODO CONTORNO DEL VISOR NOCTURNO ENVG B. DEL LADO DERECHO; UN VISOR NOCTURNO NORMAL.



ENVG III/ FWS-I. (Reino Unido)⁶⁶

El FWS-I (Weapon Sight - Individuals) desarrollado por la firma británica BAE Systems, es un visor térmico que puede ser montado sobre un fusil de asalto o una ametralladora. Los visores térmicos aprovechan la radiación de calor emitida por un cuerpo u objeto, con lo cual convierten esa emisión de energía calorífica, en imágenes visibles para el ojo humano. Este visor puede funcionar en combinación con las gafas de visión nocturna ENVG III. La imagen térmica se transmite de forma inalámbrica a la Enhanced Night Vision Goggle III y se muestra en su pantalla. Esto permite al operador navegar y atacar objetivos rápidamente, en todos los niveles y condiciones de luz.

FIGURA 23: VISOR TÉRMICO FWS-I EN COMBINACIÓN CON LAS GAFAS DE VISIÓN NOCTURNA ENVG III



Características:

- > Las imágenes térmicas son nítidas, tanto de día como de noche.
- > Tecnología "Rapid Target Acquisition" (RTA): localiza rápidamente objetivos desde cualquier ubicación.
- > Batería de larga duración.

⁶⁶ <https://www.baesystems.com/en-us/product/envg-iii-fwsi-night-vision-mobility-and-targeting-system>

Sistema de visión aumentada (IVAS). (Estados Unidos)⁶⁷

El IVAS (Integrated Visual Augmentation System) es una gafa de realidad aumentada integrada al casco del soldado. Este dispositivo cuenta con visión nocturna, sistema de puntería, es capaz de mostrar mapas, ubicación en tiempo real de tropa propia e identificación de objetivos enemigos. Las gafas estarán conectadas a un sistema de información cifrada, con la capacidad de brindar información clave en el campo de visión del soldado.

Características;

- > Permite disponer de capacidades de realidad aumentada, tales como ver alrededor de las esquinas o proyectar mapas de terreno en 3D, en el campo de visión del soldado,
- > Para aumentar la letalidad, mapea y captura imágenes en los 360 grados de cualquier entorno, de día o de noche, y conserva esa información para que los soldados la utilicen durante un entrenamiento.

FIGURA 24: MUESTRA DEL SISTEMA DE VISIÓN AUMENTADA (IVAS).



Fuente: armytimes.com

ARCAS: la inteligencia artificial como asistencia a la puntería. (Israel)⁶⁸

La firma israelí Elbit Systems se encuentra desarrollando un sistema denominado ARCAS (Application Combat Rifle Assault System) basado en inteligencia artificial que se incorpora en un fusil de asalto y proporciona información en tiempo real a través del mismo, lo que convierte al fusil de asalto en un arma inteligente.

El ARCAS interactúa con la mira electroóptica del fusil, mediante un visor ubicado en el casco del soldado y con una interfaz en el grip del fusil, que es instalado mediante rieles, en los que se incluye un sensor electroóptico. Esto proporciona a los soldados información de combate que puede ser utilizada en tiempo real.

Entre las características del ARCAS se encuentra:

- > Reconocimiento de objetivos
- > Corrección balística
- > Detección de movimiento por video

FIGURA 25: CAPTURAS DEL SISTEMA ARCAS.



Fuente: elbitsystems-de.com

⁶⁷ <https://www.peosoldier.army.mil/Program-Offices/Project-Manager-Integrated-Visual-Augmentation-System/>

⁶⁸ <https://elbitsystems.com/media/ARCAS.pdf>

- > Estimación de distancias
- > Detección de fuego enemigo

Especificaciones técnicas:

- > Peso (sin incluir batería): 850g
- > Sensor térmico: 17μ 640x480
- > En objetivos humanos:
 - > Detección: 580m
 - > Reconocimiento: 250m
 - > Identificación: 120m
- > Display: OLED 800x600

Patentes

En relación con el proceso de vigilancia tecnológica que realizamos aplicando la metodología y herramientas de búsqueda de información, como Observadores Tecnológicos, en el Centro de Estudios de Prospectiva Tecnológica CEPTM "Mosconi", las patentes ayudan a identificar tendencias tecnológicas y verificar el estado del arte de esas tecnologías. A continuación, presentamos algunas patentes relacionadas a los proyectos mencionados anteriormente en el presente informe.

a. Short recoil impulse averaging weapon system. (2013)

Sistema de reducción de retroceso, patentado por General Dynamics y utilizado en el programa Next Generation Squad Weapons.
Patent Number: US20130047833A1⁶⁹

b. Cased telescoped ammunition firearm with translating chamber. (2017)

Mecanismos del fusil de asalto de Textron Systems Corp, apto para disparar munición telescópica (CT).
Número de patente: US10584928B2⁷⁰

c. Recoil assembly for a machine gun. (2019)

Amortiguación de retroceso para fusil, patentado por Sig Sauer Inc. Incluye un conjunto cañón, un cerrojo, un conjunto de amortiguación.
Número de patente: US20190331450A1⁷¹

d. Quick release barrel attaching and detaching mechanism. (2012)

Mecanismo de conexión y desconexión, para la liberación rápida del cañón, patentado por General Dynamics
Número de patente: US9383156B2⁷²

e. Cartridge extraction for a cased telescoped ammunition firearm.(2018)

Extracción de cartuchos para un arma de munición telescópica o "cased telescoped ammunition",

⁶⁹ <https://patents.google.com/patent/US20130047833A1/en>

⁷⁰ <https://patents.google.com/patent/US10584928B2/en>

⁷¹ <https://patents.google.com/patent/US20190331450A1/en?q=20190331450>

⁷² <https://patents.google.com/patent/US9383156B2>

patentado por Textron Systems Corp.
Número de patente: US10619954B2⁷³

f. Machine Gun (FN EVOLYS),(2020)

Mecanismo de alimentación lateral de la ametralladora liviana FN EVOLYS
Número de patente : US20200200496⁷⁴

Conclusiones

Podemos afirmar que el **arma portátil individual** continúa teniendo una enorme vigencia, principalmente por las características particulares de los escenarios de guerra modernos, donde el combate cercano en ámbitos urbanos, es algo cada vez más habitual. Sin embargo, también se requiere de la capacidad de efectuar disparos de precisión a gran distancia, con alcances superiores a los 1.000 m, impensados hasta hace poco tiempo para un arma individual.

Por lo expresado, la principal observación relacionada con los desarrollos actuales en armas portátiles de trayectoria tendida, es que se debe tener la **capacidad de adaptarse rápidamente, a los diferentes requisitos operacionales** que demanda el combatiente individual de un ejército moderno, para poder cumplir con eficiencia la misión. Para ello, las dimensiones del arma, el uso de culatas plegables, los controles ambidiestros, la mitigación de retroceso y otras opciones que facilitan la maniobrabilidad del arma, junto con la versatilidad de las mismas, tal como la opción de cambiar de cañones con herramientas básicas, contribuirán a que el arma pueda ser utilizada de manera eficiente en diferentes situaciones (día, noche, en condiciones de visibilidad reducida) y para múltiples propósitos.

Para cumplir con los requisitos mencionados, la incorporación del concepto de *MODULARIDAD* permite que el arma pueda modificarse y sea lo suficientemente flexible, como para poder incorporar nuevas tecnologías en el futuro. Al tener una arquitectura abierta, permite además, disponer de múltiples armas a partir de un conjunto módulo base (el cajón de mecanismos). De esa manera, se puede convertir el arma en una ametralladora liviana, una carabina, un fusil de tirador especial o un fusil de asalto. De la revisión del “Estado del Arte” en el desarrollo de armas portátiles, encontramos los mismos patrones de “Modularidad” en muchos proyectos y desarrollos actuales en diversas partes del mundo.

Los sistemas de alimentación de las armas automáticas han sido mejorados, como en el caso de la ametralladora, con su sistema de alimentación lateral, donde los cartuchos se reposicionan de manera automática cuando se cierra la cubierta de alimentación, en caso de que la cinta no esté colocada correctamente en la bandeja de alimentación.

Por otra parte, la *adopción de la nueva munición 6,8x51mm* en las fuerzas armadas de Estados Unidos no solo proporciona mayor letalidad y alcance, sino que aporta considerables beneficios desde el punto de vista operacional y logístico, ya que el fusil de asalto y la ametralladora emplearán la misma munición. Con este cambio se han logrado, además, grandes avances en el desarrollo de nuevos materiales y tecnologías relacionadas con el proyectil y su vaina, que permiten reducir las dimensiones del cartucho sin un cambio significativo en sus características, como en el caso de la munición telescópica, o resistir presiones extremadamente altas como en el caso de la munición híbrida de SIG SAUER. Si bien la vaina de polímero de True Velocity y la munición telescópica de Textron Systems no han resultado ganadoras del programa NGSW del Ejército de Estados Unidos,

⁷³ <https://patents.google.com/patent/US10619954B2>

⁷⁴ <https://www.freepatentsonline.com/20200200496.pdf>

estos proyectos podrían tener un impulso en el mercado a medida que se incremente la adopción global del calibre 6.8 mm.

Finalmente, un mayor número de estas armas estarán equipadas con *dispositivos ópticos de visión nocturna, térmica o unidades de control de fuego*. Es fundamental para los ejércitos modernos, que el armamento del combatiente individual, esté equipado con dispositivos de asistencia a la puntería. De lo contrario, se estaría en inferioridad relativa y vulnerabilidad, frente a un adversario equipado con ellos. Uno de los inconvenientes más comunes, no es solo poder impactar en el blanco, sino también identificar la ubicación del objetivo.

Las *tecnologías relacionadas con la identificación automática de objetivos*, con la asistencia de *realidad aumentada e inteligencia artificial*, son aspectos a tener en cuenta en este sentido. Asimismo, la inteligencia en tiempo real tendrá un papel decisivo, ya que podemos afirmar que se observa un futuro campo de batalla futuro "completamente conectado".

Fuentes y Bibliografía

- > Villanueva, Juan Carlos. *"Tendencias y nuevas tecnologías en el desarrollo del armamento portatil"* (2017). TEC1000-2017 Centro de Prospectiva Militar Grl Mosconi. Facultad de Ingeniería del Ejército (FIE). <http://www.cefadigital.edu.ar/handle/1847939/1625>
- > Ehrhart, T. *"Increasing Small Arms Lethality In Afghanistan: Taking Back The Infantry Half-Kilometer"* (2009). ARMY COMMAND AND GENERAL STAFF COLL FORT LEAVENWORTH KS SCHOOL OF ADVANCED MILITARY STUDIES. <https://apps.dtic.mil/sti/citations/ADA512331>
- > Jenzen-Jones, N.R. & Nathaniel Fitch. *"Cased Telescoped Ammunition: A technical and historical overview"* (2019). Armament Research Services (ARES). <https://armamentresearch.com/wp-content/uploads/2020/01/ARES-Research-Report-No.-7-Cased-Telescoped-Ammunition.pdf>
- > Rottman, Gordon L. *"The AK-47: Kalashnikov-series assault rifles"* (2011). Osprey Publishing.
- > Santos, D. F. D. D. *"Um estudo sobre a adoção do calibre 338 lapua magnum nos batalhões de infantaria do Exército Brasileiro"* (2020). ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS. <https://bdex.eb.mil.br/jspui/bitstream/123456789/8661/1/AC%20CAP%20FAR%C3%83O.pdf>
- > Dimitrov, M. *"Analysis on the Next Generation Assault Rifles and Ammunition Designed for the US Army"*. (2021). Vasil Levski National Military University, Faculty of Artillery Air-Defense and Communication and Information System. <https://bibliotekanauki.pl/articles/1837980>

(*) **Matías Ramón Benitez** es Mecánico Armero e Instructor de Tiro. Alumno de la Carrera de Ingeniería Mecánica Orientación Armamentos (FIE- UNDEF), Diplomatura en Gestión de la Ciberdefensa (Escuela Superior de Guerra Conjunta - ESGCFFAA). Desde 2021 se desempeña como Observador Tecnológico de la especialidad de Armamento en el CEPTM "Mosconi".

2.3

El paradigma de la simulación y los videojuegos en la guerra moderna

Por Teniente Primero José Joaquín Samyn Ducó y Axel Emanuel Sacca

Introducción

Es indudable que la informática es uno de los principales pilares del paradigma tecnológico moderno, haciéndose presente de forma manifiesta o implícita en casi todos los elementos que manipulamos en el día a día, desde nuestros celulares y computadoras hasta nuestro auto, cafetera, luces y cualquier otro elemento al alcance de nuestra imaginación al que le quepa un microchip y una batería.

Diversas fuentes señalan el año 1946 como el inicio de la era informática. En ese año, el ejército de los Estados Unidos publicó el Calculador e Integrador Numérico Electrónico (Electronic Numerical Integrator and Computer, ENIAC) en un acto celebrado en la Moore School of Electrical Engineering de Filadelfia. El ENIAC, que contaba con 18.000 tubos de vacío, se presentó como un instrumento capaz de calcular la trayectoria de un proyectil lanzado desde un cañón antes de que el proyectil realizara el recorrido.¹

Seguidamente al surgimiento de la informática, en los años posteriores, aparecen los primeros videojuegos, los cuales eran muy simples y tenían un propósito principalmente experimental como demostradores tecnológicos. En las décadas siguientes los videojuegos continuaron desarrollándose, hasta alcanzar gran popularidad en los años 70, cuando consolas como la Atari 2600 (septiembre 1977)² de tamaño reducido y un valor accesible, ganaron su lugar como un electrodoméstico de “línea marrón” que no podía faltar en el hogar norteamericano promedio, en un contexto post-guerra de Vietnam (1955 - 1975)³.

Actualmente los videojuegos se volvieron tan masivamente populares, que se hacen presentes entre personas de todas las edades, géneros y nacionalidades. Y la industria de los video-

1 <https://www.bbvaopenmind.com/articulos/historia-de-la-informatica/>

2 <https://spectrum.ieee.org/atari-2600>

3 <https://www.britannica.com/event/Vietnam-War>

juegos genera mayores ingresos a nivel mundial que la industria del cine y de los deportes en conjunto.⁴

Los géneros de videojuegos abarcan desde Puzzles como Candy Crush, Plataformers como Super Mario, First-Person Shooters como Call Of Duty, juegos de carreras como Dirt, entre muchos otros.

Gracias al avance tecnológico y al aumento en la potencia de procesamiento gráfico de las computadoras y consolas modernas, los gráficos y físicas de los juegos actuales son cada vez más realistas, y difíciles de diferenciar a primera vista, un simple videojuego de un simulador propiamente dicho. La principal diferencia radica, más que en el aspecto gráfico, en el propósito por el que fue creado. Los videojuegos Call Of Duty y Battlefield son increíblemente realistas en sus gráficos, al punto que una imagen de estos juegos podría confundirse con una foto real. Aun así, no pueden considerarse simuladores, ya que sus parámetros, las reglas por las que se rige su mundo, son muy distintas a las de la realidad. La cantidad de metros que puede caer el jugador sin sufrir daños, la cantidad de disparos que puede soportar, que su barra de vida se vaya regenerando (y no existan factores como la pérdida de sangre o las infecciones), etc., son variables que se manifiestan de forma muy distinta que en la realidad. El objetivo principal de estos juegos es el "entretenimiento", y al jugador casual no le resultaría divertido tener que lidiar con todas las complicaciones que debe soportar un ser humano en una situación de guerra real.

Un simulador "puro" prioriza el realismo por encima del entretenimiento. Aun así, hay muchos jugadores "hardcore" que disfrutan el desafío de los simuladores, y su diversión radica en lograr determinados objetivos en un entorno tan parecido a la vida real. Un buen ejemplo es Microsoft Flight Simulator, un simulador de vuelo usado por pilotos y entusiastas en todo el mundo.

También existen puntos medios entre los videojuegos y los simuladores. Los "juegos de simulación" han ido ganando terreno de forma consistente en los últimos 20 años. Hasta los jugadores más casuales han demostrado que disfrutan una moderada cuota de realismo, aunque amortiguada (quizás en los factores más inconvenientes) en favor del entretenimiento. Este es el caso con muchos juegos de mundo abierto como DayZ o Rust, que incorporan factores como heridas, necesidad de ingerir alimentos y líquidos, infecciones, fracturas, entre otros.

Muchos videojuegos buscan generar entretenimiento basado en la simulación de hechos reales, representando por ejemplo enfrentamientos bélicos que han sucedido a lo largo de la historia, el manejo de una empresa con todas sus dificultades y complicaciones económicas, el manejo de un camión transportando mercadería durante largas horas. Por esta razón, es difícil separar por completo la simulación de los videojuegos, ya que estos últimos también "simulan" con el objetivo de entretener de una u otra forma al usuario que lo juega, haciéndolo vivir situaciones particulares, enfrentar desafíos que tenga que resolver para pasar de nivel u obtener una ventaja, y en caso de que falle en una decisión, esto le ocasionará consecuencias, que al final del día contribuyen a aumentar su sentido general de logro y recompensa por su desempeño.

El objetivo de la simulación es preparar al usuario para desempeñarse potencialmente mejor en una situación análoga a la real. La doctrina de cualquier ejército, no importa de qué época, cuenta con un apartado referido al entrenamiento mediante la simulación de una situación en particular ("En la guerra practica la simulación y triunfarás" - Sun Tzu⁵). En la actualidad, estos métodos se han mejorado gracias al avance tecnológico, que permite la representación no sólo visual sino también física, donde a través de sensores, gafas de realidad virtual y otros componentes, llevan la simula-

4 <https://www.gamepressure.com/newsroom/gaming-market-grows-beyond-cinema-sports-and-music/>

5 http://www.adizesca.com/site/assets/en-el_arte_de_la_guerra_sun_tzu-ld.pdf

ción a un nivel muy elevado de realismo. En nuestro caso, nos concentraremos en los videojuegos y simuladores que puedan ayudar de alguna forma al entrenamiento militar.

Desarrollo

La simulación es una herramienta fundamental en la doctrina de cualquier ejército, ya que permite poner a prueba la toma de decisiones y el adiestramiento físico del personal sin incurrir en costos innecesarios, y logra representar situaciones que podrían presentarse en un enfrentamiento bélico, pero que en la vida real resultarían imposibles o muy costosas de recrear.

Por ejemplo, para que el jefe de una sección de tanques pudiera practicar la aproximación de una aeronave enemiga desde una posición determinada, sería muy costoso crear ese escenario sólo para él. Se requeriría la adquisición de una aeronave, combustible y un piloto, con todas las medidas de seguridad necesarias. Además, si el instructor quisiera representar que el tanque abatiera la aeronave enemiga, no podría hacer que esta caiga y explote, tal como ocurriría en la vida real.

A pesar de que el enfrentamiento entre un tanque y un helicóptero es una de las principales amenazas en tiempos de guerra, resulta imposible recrear esta situación en la realidad. No obstante, mediante la simulación, es posible representar múltiples escenarios similares sin necesidad de contar con una aeronave física. El educador puede plantear el escenario en un simulador, donde el helicóptero puede aparecer desde diferentes direcciones y en diversas condiciones climáticas. Además, puede requerir que los Jefes de tanques utilicen visores nocturnos para identificar al helicóptero, de esta forma, el instructor puede entrenar a varios jefes sin necesidad de utilizar una aeronave, generando una amplia variedad de situaciones y optimizando el alcance de la instrucción en términos de costos.

En la actualidad, los grandes ejércitos utilizan simuladores como herramientas fundamentales para el entrenamiento militar. Uno de los más empleados es el VBS, desarrollado por la empresa Bohemia Interactive, que en su cuarta versión es capaz de recrear diferentes enfrentamientos bélicos en cualquier lugar del mundo de manera virtual. A través de Internet, o conectando múltiples computadoras en LAN, tiene la capacidad de asignar a cada usuario un rol específico, como Tirador, Ametrallador, Conductor, Apuntador de Arma Antitanque, Jefe de Sección, entre otros, con su armamento correspondiente, dándoles la posibilidad de usarlo y sufriendo las consecuencias de sus acciones. Si un usuario dispara a un compañero, este sufrirá las heridas correspondientes que, en caso de ser leves, podrán ser atendidas por el personal que tenga el rol de enfermero, y en caso de ser graves llegan a provocar la muerte de su personaje.

Es esencial destacar que en la actualidad nadie aprende a pilotear un avión sin haberse entrenado previamente en un simulador, incluso aquellos que pretenden manejar una avioneta pequeña. Durante estas prácticas, los usuarios se enfrentan a situaciones diversas, desde despegues y aterrizajes hasta emergencias en las que deben resolver desperfectos en la aeronave. Este enfoque disminuye el riesgo de vida durante las primeras instancias del aprendizaje y simula situaciones extremas que permiten al futuro piloto adquirir un repertorio de herramientas para lidiar con eventualidades en situaciones reales.

Teniendo esto en cuenta, es fundamental que las Fuerzas Armadas apliquen el mismo criterio y paradigma en el entrenamiento, ya que, durante un conflicto bélico, las situaciones que implican riesgos de vida son constantes y la cantidad de problemáticas altamente dinámicas que pueden darse durante el combate no pueden ser replicadas con exactitud en la realidad sin una gran inversión de tiempo y presupuesto. Es por eso que, por ejemplo, Estados Unidos ha invertido al menos \$USD

57.000.000⁶ en el desarrollo de un simulador para usos militares. Esta inversión, proveniente de un país con un gran historial y capacidad bélica, demuestra la utilidad y la importancia de estas herramientas para la capacitación del personal en el paradigma militar moderno.

El siguiente cuadro presenta una representación visual de la relación entre juego y simulación, junto con las variables de ficción vs. realidad.

Se puede ver que existen elementos que maximizan cada una de estas variables, por ejemplo, en el máximo nivel de simulación con el máximo nivel de ficción, se ubican algunos videojuegos. Presentando también un máximo nivel de ficción, pero con menor grado de simulación, están algunos juegos de mesa. Otros juegos como el Paintball, presentan un nivel mínimo de simulación, con un nivel bajo de ficción. Y por ejemplo, Ejercicios Militares y de Combate Simulado, presentan muy altos niveles tanto de realismo como de simulación. Las Artes Marciales son un muy buen ejemplo de un nivel máximo de realismo, con un componente prácticamente nulo de simulación.

Teniendo en cuenta esta relación, es posible identificar algunos videojuegos que podrían utilizarse para el entrenamiento militar. Sin embargo, "A mayor realismo, menor jugabilidad, a mayor simulación, menor jugabilidad", es un paradigma muy lógico que se presenta al intentar optimizar estas variables. Por este motivo, no suelen venderse videojuegos demasiado realistas ni con un grado demasiado alto de simulación, ya que la jugabilidad sería nula, es decir, no serían considerados juegos por la mayoría de los usuarios casuales.

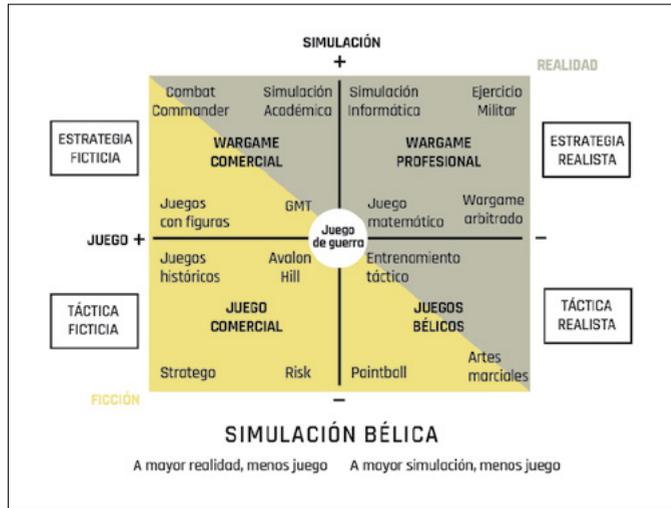
A continuación, se presentan algunas opciones de videojuegos que podrían ser considerados para el entrenamiento militar. Es importante tener en cuenta que existen diferentes tipos de videojuegos y se han excluido de esta lista aquellos que presentan a un solo jugador como el único soldado enfrentándose a una horda de enemigos, ya que no representan situaciones realistas de combate.

De Estrategia

Para este apartado seleccionamos algunos juegos en donde no se maneja a un personaje individual, sino que se asume un liderazgo de alto nivel en el teatro de operaciones, de forma que se incorporan factores logísticos y estratégicos, y se puede analizar el conjunto de la operación. Estos son Company of Heroes 2, Call to Arms, Radio Commander y Radio General.

Company Of Heroes 2: es un juego de estrategia en tiempo real desarrollado por Relic Entertainment,

FIGURA 1. RELACIÓN ENTRE JUEGO Y SIMULACIÓN.



⁶ <https://www.vidaextra.com/fps/us-army-dismounted-soldier-training-system-el-simulador-que-ha-encargado-el-ejercito-de-los-usa-para-entrenar-soldados>

que tiene lugar en la Segunda Guerra Mundial. El objetivo del juego es capturar zonas estratégicas que proveen al jugador de elementos logísticos como combustible y munición, lo que le permite crear y mejorar sus unidades militares y eventualmente ganar la campaña.

La gran variedad de unidades disponibles, incluyendo infantería, ingenieros, francotiradores, tanques y morteros, permite a los jugadores crear diferentes estrategias de combate, como flanquear al enemigo, emboscar sus unidades o simplemente arrasar sus posiciones.

Además, el juego incorpora elementos de simulación que aportan realismo al campo de batalla, como las condiciones climáticas extremas, que pueden afectar la movilidad y el desempeño de las unidades, y la necesidad de reparar y mantener los vehículos dañados. Estos elementos también tienen un impacto en la logística, ya que los jugadores deben planificar y administrar sus recursos de manera efectiva para mantener a sus tropas abastecidas y listas para el combate.

Un ejemplo de estrategia en el juego es la colocación de ametralladoras en afustes con orientaciones determinadas. Esta tarea lleva tiempo y los jugadores deben pensar cuidadosamente en su ubicación y hacia dónde deben apuntarlas para obtener el mejor resultado. Por ejemplo, al atacar una ametralladora, los jugadores pueden tratar de envolverla con infantería o neutralizarla con un francotirador para evitar atravesar su línea de tiro.

Además, este juego cuenta con la opción de editar misiones y terrenos, lo que permite a los jugadores crear un sinfín de escenarios personalizados. Los jugadores pueden recrear batallas históricas, probar diferentes estrategias y tácticas, y simular situaciones que ponen a prueba su habilidad y conocimiento del campo de batalla.

Call to Arms: es un juego de estrategia militar en tiempo real y ambientado en la época moderna, desarrollado por Digitalmindsoft. A diferencia del Company of Heroes 2, el objetivo del juego no es la expansión y conquista, mediante la creación de tropas y captura de territorios, sino que se centra en el cumplimiento de misiones y objetivos específicos asignados al jugador. Cada campaña comienza con un número limitado de tropas y vehículos, lo que implica una administración más cuidadosa y a menor escala de las tropas y recursos, a diferencia de Company of Heroes 2.

El juego cuenta con una gran variedad de unidades, que incluyen infantería, vehículos blindados, artillería, entre otros, y ofrece la posibilidad de seleccionar y controlar a un soldado específico para realizar tareas específicas en situaciones de combate, lo que proporciona una experiencia más inmersiva y realista. En este sentido, el jugador puede asumir el papel de francotirador, médico, ingeniero, entre otros, y utilizar las habilidades de cada uno de ellos para completar objetivos.

En cuanto a la logística, el juego ofrece dos opciones para obtener recursos: capturarlos a lo largo del mapa o incrementarlos de manera automática a lo largo del tiempo. Estos recursos se utilizan para reabastecer y reparar las unidades del jugador en el campo de batalla. Además, se pueden adquirir diferentes tropas y vehículos dependiendo de la campaña y la disponibilidad de recursos.

FIGURA 2: COMPANY OF HEROES 2



Fuente: videojuego

Es importante destacar que el reclutamiento de nuevas tropas en la vida real no es tan fácil ni inmediato como en los videojuegos, y Call to Arms refleja esta realidad al crear escenarios donde el jugador comienza con un número limitado de tropas y vehículos. Esto hace que el jugador deba pensar cuidadosamente sus movimientos y tácticas para evitar sufrir graves daños en la partida. El juego también incorpora elementos de simulación, como el clima y las condiciones del terreno, que pueden afectar la movilidad y el desempeño de las unidades en el campo de batalla.

Radio General y Radio Commander: son juegos de estrategia en tiempo real que ponen al jugador en el papel de un oficial militar de alto rango que debe tomar decisiones cruciales en situaciones de combate. Ambos juegos presentan una interfaz de usuario similar, donde el jugador tiene un mapa que se va actualizando a medida que llegan los diferentes informes por radio.

En Radio General, ambientado en la Segunda Guerra Mundial, el jugador comanda una brigada completa, coordinando las acciones de infantería, artillería, tanques y otros elementos de combate en el campo de batalla. Por otro lado, en Radio Commander, ambientado en la Guerra de Vietnam, el jugador representa el papel de un Jefe de Compañía que dirige a sus tropas en el combate y también tiene acceso a apoyos de fuego para ayudar a lograr los objetivos de la misión.

Ambos juegos tienen muchas variaciones de situaciones, como emboscadas, tropas paracaidistas, apoyo de fuego, etc. Todos estos eventos llegan al jugador a través de informes radiales, y ante estas diversas situaciones, el jugador debe resolver cómo solucionar dichos problemas con las herramientas que cuenta.

El tiempo es un factor crucial en ambos juegos, ya que el jugador debe tomar decisiones rápidas y efectivas para asegurar el éxito en la misión. A menudo, el jugador debe considerar la distancia entre sus tropas y las necesidades del frente de batalla, lo que hace que la gestión del tiempo sea un factor crítico.

Además de las campañas predefinidas, ambos juegos cuentan con edición de propias misiones, lo que permite a los jugadores crear sus propias cartografías para plantear diversas situaciones de combate. Esta característica permite una gran variedad de posibilidades y la creación de misiones personalizadas con una alta dosis de realismo.

Como Jefe de Pelotón

En esta modalidad, el jugador asume el rol de un jefe de pelotón y está a cargo de dos, tres o cuatro tiradores, cada uno con su rol y armamento correspondiente. El juego permite posicionar a los soldados en diferentes sectores o posiciones del terreno para generar cobertura, fuego de supresión, lanzar granadas, etc., lo cual puede ayudar a los militares a mejorar sus habilidades tácticas y de liderazgo. Hay varios juegos de este estilo en la actualidad, pero mencionaremos sólo algunos:

Full Spectrum Warrior: Ambientado en la Primera Guerra de Irak, este juego fue desarrollado para el ejército de Estados Unidos y fue uno de sus primeros simuladores. Cuenta con diferentes mapas y situaciones en las que debes mover a tus soldados por las calles de varias ciudades, cumpliendo las misiones asignadas. Además, este juego presenta un realismo en cuanto a la comunicación entre los soldados y la toma de decisiones bajo presión, lo que puede ser útil para el entrenamiento militar.

American's Army: También creado por el ejército de Estados Unidos en 2002, este juego tenía como objetivo mostrar la vida militar a los civiles estadounidenses e incentivar su ingreso a las Fuerzas Armadas. American's Army es un juego multijugador que se puede descargar e instalar de forma gratuita, con gráficos mejorados y la posibilidad de armar hasta tres equipos de cuatro integrantes cada

uno, con diferentes roles. Sin embargo, solo se puede jugar contra otros jugadores, lo que implica que se necesitan más computadoras y personal. A pesar de que enfrentarse a un enemigo real del otro lado de la computadora, puede ser una ventaja al permitir el desarrollo de estrategias únicas, no poder jugar contra la inteligencia artificial (IA) también puede ser un inconveniente. Aun así, este juego ofrece la oportunidad de experimentar situaciones de combate en tiempo real y cooperar con otros jugadores en misiones tácticas, lo que puede ayudar a mejorar habilidades de trabajo en equipo y comunicación en entornos de alta presión.

Ghost Recon Advanced Warfighter: Aunque la serie Ghost Recon es extensa, este juego en particular fue un hito en su tiempo. Al igual que Full Spectrum Warrior, el jugador controla un pelotón durante la guerra de Irak y debe desplazarse por una ciudad. Este juego destaca por su sistema de órdenes intuitivo y la posibilidad de utilizar drones de reconocimiento, lo que ayuda a los jugadores a desarrollar sus habilidades de toma de decisiones y conciencia situacional. A pesar de su similitud con el juego mencionado anteriormente, es importante destacar la evolución de la serie, como Tom Clancy's Ghost Recon Wildlands. Este título permite jugar en modo cooperativo con hasta cuatro jugadores y enfrentarse a misiones contra el narcotráfico en Bolivia. La ventaja de Wildlands es que el mapa es completamente abierto, lo que permite planificar con anticipación y analizar el terreno para realizar operaciones. Este enfoque de mundo abierto fomenta la creatividad en la planificación de misiones y la adaptabilidad a situaciones cambiantes, habilidades valiosas en el entrenamiento militar.⁷

FIGURA 3: GHOST RECON ADVANCED WARFIGHTER



Fuente: videojuego

Desert Storm II: Como sucede con Ghost Recon, hay varias versiones de este juego. Nos enfocamos en Desert Storm II, que está ambientado en la guerra de Irak. El jugador lidera un pelotón de cuatro hombres: un jefe de pelotón, un tirador, un ametrallador y un especialista en explosivos. Cada personaje tiene su propio armamento e inventario, que incluye diferentes tipos de explosivos, granadas, etc. Aunque el jugador puede seleccionar un personaje y dar órdenes a los otros tres, Desert Storm II también permite alternar entre personajes o jugar en modo cooperativo. Si se conectan cuatro computadoras en red, cada jugador puede asumir uno de los diferentes roles y comunicarse entre sí durante las misiones. El juego mencionado anteriormente, Tom Clancy's Ghost Recon, presenta un mundo abierto, por lo que es superior en ese aspecto. Desert Storm II cuenta con un mapa limitado, menos vehículos y una calidad gráfica inferior debido a su época. No obstante, sigue siendo un juego útil para el entrenamiento en tácticas de pelotón.

Saga SWAT: Indudablemente, la saga SWAT es un excelente recurso para practicar el Combate Ur-

⁷ <https://www.microsoft.com/en-gr/p/tom-clancys-ghost-recon-advanced-warfighter-2/bqhvltsgmng!PSilentAuth=1&wa=wsignin1.0#>

bano Restringido (CQB), ya que abarca aspectos como el ingreso a cuartos, despeje de viviendas, subida de escaleras, entre otros. El juego incluye una amplia variedad de elementos, como cámaras, granadas flash y diferentes explosivos para abrir brechas. Se puede jugar en modo solitario, donde el jugador lidera un pelotón SWAT y va dando órdenes a su equipo para despejar viviendas y neutralizar atacantes, o en modo cooperativo. El modo cooperativo permite una simulación más realista para el entrenamiento, ya que el jefe de equipo debe impartir órdenes verbales a su gente en tiempo real. Este juego es particularmente relevante para entrenar en situaciones de toma de rehenes y para tomar decisiones rápidas y precisas en entornos de alta tensión.

FIGURA 4: SAGA SWAT



Fuente: videojuego

Otras modalidades

La realidad es que la función del militar no se limita solo a los disparos, y en muchos casos, este debe mantener la paz en una zona, interactuar con civiles y relacionarse con la población local, evitando los enfrentamientos. Por ello, uno de los simuladores que implementó EEUU fue el Tactical Iraqi⁸, un videojuego en el cual se representan diversas interacciones con los iraquíes. En este simulador, el soldado estadounidense debía responder de diversas formas, incluso mediante gestos, los cuales podían generar tranquilidad o provocar violencia por parte de los locales. Tactical Iraqi no es un juego en sí, sino un simulador que enseñaba a las tropas estadounidenses a evitar gestos que, aunque no fueran ofensivos para ellos, sí lo eran para los iraquíes. Muchos oficiales del ejército de EEUU admitieron que el simulador les fue útil al enfrentar situaciones similares en su despliegue real⁹.

En la actualidad, otra guerra de importancia es la informática, donde la vigilancia y seguridad de la información son cruciales. Por eso, se han creado simuladores y videojuegos que representan situaciones en las que se sufren ataques cibernéticos, generando vulnerabilidades en datos o información confidencial. A continuación, se presenta una lista de algunos videojuegos o simuladores sobre seguridad informática que buscan enseñar u orientar en este campo: The Carnegie Cadets: MySecureCyberspace, CyberCIEGE, Control-Alt-Hack, Cyber Awareness Challenge, Cyber Protect y OnGuardOnline.gov. Todos estos títulos tienen como objetivo enseñar cómo reforzar la seguridad, además de proporcionar información básica sobre diferentes tipos de virus, spam, y otras amenazas cibernéticas.

Arma 3

Por último, es imposible no mencionar dentro de la lista de juegos orientados a la simulación militar a Arma 3, desarrollado por la empresa australiana Bohemia Interactive, especializada en la creación de simuladores de guerra para ejércitos en colaboración con ex-militares, como el caso del VBS que ya hemos mencionado con anterioridad. No obstante, como solo venden el VBS a ejércitos o fuerzas armadas, decidieron lanzar al mercado una versión en videojuego, denominada inicial-

⁸ https://elpais.com/tecnologia/2006/02/20/actualidad/1140427679_740215.html

⁹ https://resources.sei.cmu.edu/asset_files/Presentation/2015_017_001_442344.pdf

mente Operation FlashPoint y posteriormente Arma, Arma 2 y Arma 3. Su último lanzamiento, Arma 3, fue en 2013 y hasta la fecha no existe otro videojuego que represente mejor cualquier conflicto bélico que se desee simular. Los creadores otorgaron la libertad a los jugadores de modificar o agregar elementos al juego, y proporcionar herramientas para incorporar armamento, uniformes, vehículos, mapas, misiones o modos de juego. Estos agregados se denominan Mods, y actualmente existen más de 100.000 Mods que pueden incorporarse al juego original para aumentar o disminuir el realismo según lo que se desee.

FIGURA 5- ARMA 3



Fuente: videojuego

A continuación, se detallan algunos ejemplos de Mods:

- 1) **Fuerzas Armadas Argentinas:** cuenta con los uniformes y armamentos del Ejército Argentino, como el uniforme UCA o Multicam, y armas como el FAL, FAP, MAG, entre otros.
- 2) **ACE y CBA3:** buscan incorporar realismo balístico, como proyectiles afectados por la presión atmosférica, clima y distancia de disparo; un sistema médico más detallado, herramientas de mapa para trabajar con cartografía, y mucho más.
- 3) **CLV ARMORED:** este Mod permite emplear varios vehículos de la familia TAM, como el propio TAM, su versión mejorada TAM 2C, o los VCTP, entre otros.
- 4) **Malvinas Map 1.0:** representa las Islas Malvinas y otros lugares donde ocurrieron conflictos bélicos importantes, como Fallujah o la Isla de Crimea, ofreciendo mapas con diferentes tipos de terrenos: desiertos, bosques, selvas, montañas o ciudades enormes.
- 5) **ACRE2:** es un Mod que permite la utilización de diferentes tipos de radios, las cuales funcionarán a una determinada distancia, y proporcionarán un mayor realismo. Si un jugador no se encuentra dentro del rango de alcance de la radio, no podrá comunicarse, y deberá usar una radio de mayor alcance o acercarse a una altura o a la fracción con la que quiere comunicarse para establecer un enlace.
- 6) **Vcom AI V3.4.0:** es un Mod que incrementa el grado de dificultad de la inteligencia artificial, haciendo que los enemigos sean más inteligentes. Por ejemplo, al entrar en combate, buscarán la forma de flanquear y atacar por un costado, lo que obliga al jugador a estar atento no solo al enemigo frente a él, sino también a vigilar constantemente los flancos.

Como se puede ver, mencionamos solo seis de los 100.000 Mods disponibles, pero es suficiente para ilustrar el nivel de realismo que se puede alcanzar si se incorporan los Mods apropiados. Ya habiendo mostrado que el juego no es solo lo que se compra, sino también todos los agregados que se pueden incorporar al mismo, pasemos al modo de juego.

El juego está diseñado inicialmente para ser jugado en primera persona, donde uno puede asumir diferentes roles como fusilero, AT, tirador destacado, francotirador, médico, buzo táctico, conductor de tanque, helicóptero, avión o incluso ser el jefe de un pelotón, dando las órdenes de las diferentes formaciones, modos de combate y dirección de avance, si hay que embarcar en algún vehículo o ir a pie. Todo ello enmarcado en un terreno amplio con su correspondiente cartografía, donde uno puede usar herramientas para orientarse en el terreno, como brújulas, GPS o simplemente utilizando una regleta y midiendo distancias a puntos característicos del terreno. Además, el jugador contará con diferentes uniformes, chalecos o mochilas que le permitirán cargar más o menos objetos, y, obviamente, cuanto más peso cargue, más rápido se cansará y menos rapidez tendrá. También se pueden plantear o recrear misiones diurnas, nocturnas o en horarios vespertinos, con lluvia, sin lluvia, con niebla o despejados. La variedad de misiones que uno puede recrear en este juego es enorme. Aunque tiene misiones individuales, su principal jugabilidad es el modo multijugador o cooperativo contra la computadora, donde varios usuarios, cada uno con una computadora, pueden representar diferentes roles y así lograr realizar diferentes misiones.

Una enorme ventaja con respecto a otros juegos es su modalidad llamada modo Zeus, que sería el director del ejercicio o del juego. Esto permite que, mientras un grupo de jugadores realiza su misión dentro del personaje, el Zeus pueda incorporar dificultades como agregar tropas enemigas o aliadas, bombardear una zona con fuego de artillería, cambiar el clima o el horario, permitiendo modificar lo que se llaman Factores METTT: Misión, Enemigos, Tiempo Disponible, Terreno, Tropas Disponibles. De esta manera, el Zeus (o director del juego) va generando diferentes situaciones para que los otros jugadores las resuelvan, logrando así una dinámica de juego y de problemáticas que pueden servir para que un jefe de elemento busque soluciones con sus tropas disponibles.¹⁰

Además, el modo Zeus permite enfrentarse solo a la inteligencia artificial (IA), de modo que el educador puede recrear, por ejemplo, una compañía entera, representarla en una determinada zona y plantearle una situación a un educando que se



FIGURA 7



10 https://cdn.cloudflare.com/steam/apps/275700/ss_6572acc7dd6938257203d668519f573109c712f1.jpg?t=1581071560

capacita para ser Jefe de Compañía. Al momento en que el educando imparte las órdenes, el educador puede mover las fracciones para representar la orden que impartió y ver y analizar las consecuencias de su orden. De esta manera, estaría siendo un juego similar a los de estrategia que hemos mencionado anteriormente, donde el jugador iba desplazando las tropas de acuerdo con la situación y sus capacidades y limitaciones para resolver los diferentes problemas.

Como se pudo observar, esta modalidad permite realizar un juego más estratégico, o bien tomar el rol de un jefe de pelotón con sus diferentes subordinados y especialidades. Al mismo tiempo, permite tener un ente que puede modificar los factores METTT, logrando así que ninguna situación sea igual y que constantemente se puedan generar complicaciones al educando. Es por eso que hemos dedicado un apartado entero a hablar de Arma 3, ya que es, sin lugar a dudas, el juego que más puede contribuir al entrenamiento militar en la actualidad.

Realidad o Fake News:

Estos videojuegos que han logrado un alto nivel de realismo, están actualmente siendo utilizados para la recreación de lo que se conoce como “Fake News”, en donde, mediante videos grabados durante diferentes partidas de videojuegos, se materializan situaciones bélicas que posteriormente son publicadas en distintas redes sociales bajo títulos que pretenden ser contenido real de la Guerra entre Rusia y Ucrania, con la finalidad principal de obtener visitas y un beneficio financiero por la colocación de anuncios. Estas situaciones lamentablemente son varias e incluso se han visto videos en prensas oficiales tanto de España¹¹ como de Argentina¹², que mostraban escenas de guerra aérea con poca visibilidad para simular situaciones reales. También es interesante destacar cómo cambian los relatos para el mismo video según el medio, con algunos afirmando que la aeronave observada es rusa y otros que es ucraniana, lo que demuestra la falta de rigor que aplican algunos portales a la verificación de la información, por el solo hecho de querer ser primicia.

Este fenómeno ya ha ganado trascendencia a nivel mundial, y existen numerosos artículos que reportan estos hechos, donde incluso señalan el “Arma 3” como la principal herramienta para generar contenido, por su alto nivel de realismo, como se menciona en el siguiente extracto:

“Un párrafo aparte merecen algunos videos que muestran escenas de combates muy detalladas y que, en realidad, son sacadas de videojuegos. Algunas de ellas se viralizaron con rapidez adjudicando acciones victoriosas (generalmente a los ucranianos) sin darse cuenta (o a pesar de ello) que no eran reales. Un videojuego, en particular, llamado Arma 3, ha sido usado para ese tipo de mensajes falsos debido al realismo de sus imágenes.”¹³

Estas prácticas ya habían sucedido en conflictos previos como los de Pakistán, Palestina y Siria, lo que sumado a los casos actuales como el conflicto entre Rusia y Ucrania, alcanzó tal nivel de repercusión que Bohemia Interactive, tuvo que emitir un comunicado¹⁴ especial en el cual solicitó a toda la comunidad que ha adquirido sus videojuegos que se abstuviera de crear estos videos con fines desinformativos, además de explicar al resto de la población cómo se están empleando sus herramientas para crear noticias falsas, y mencionando algunos factores a tener en cuenta para poder reconocer que los videos no son reales:

> **Muy Baja Resolución:** factor muy notorio dado que hoy en día casi todos los celulares filman en

11 <https://www.youtube.com/watch?v=tFuNfxN9I-0>

12 <https://www.youtube.com/watch?v=Bp5-UKkRYIA>

13 La muerte en directo– La guerra entre Rusia y Ucrania en las redes sociales - CR (R) Lic. Enrique J. Tonazzi Dieterich

14 <https://www.bohemia.net/blog/arma-3-footage-being-used-as-fake-news>

alta definición. Se explica que en algunos casos se difuminan los videos haciendo parecer que se filmó con un lente mojado o empañado.

- > **Suelen ser videos nocturnos o con baja iluminación:** como ya mencionamos anteriormente, esto genera que los objetos cercanos no se vean con tanto detalle, y que sea más difícil detectar que es un videojuego.
- > **Suelen tener música de fondo o carecer de audio:** el sonido del juego también podría servir para identificar que los participantes y escenas no son reales.
- > **Mayormente no muestran a personas en movimiento:** se muestran imágenes más estáticas, donde la animación de los personajes no delate que es un juego para un ojo entrenado.
- > **Estabilidad en la filmación:** la supuesta filmación es demasiado estable y no existen movimientos que se producen con videos filmados con cámaras no profesionales.

Se debe resaltar que si el nivel de realismo que se obtiene mediante estos videojuegos es tal que las imágenes de los mismos logran filtrarse hasta en medios oficiales como si fueran imágenes reales de conflictos bélicos, resulta claramente viable utilizar estas mismas herramientas para representar situaciones que se pueden simular en tiempo real o mediante el uso de videos, con fines educativos, logrando entrenar al personal militar de forma inmersiva, generando una experiencia bélica muy verosímil.

Conclusiones

En el artículo "Los sistemas de simulación: otra forma de entrenar para el combate" publicado en TEC1000 en 2016, se aborda la temática de los sistemas de simulación como una herramienta efectiva para el entrenamiento militar. Estos sistemas permiten a los soldados aprender técnicas y tácticas esenciales, practicar roles específicos y tomar decisiones críticas en entornos controlados. Sin embargo, no debemos descartar también mencionar que los videojuegos pueden tener un impacto relativamente considerable en la formación del combatiente.

Los videojuegos, aunque no son herramientas de entrenamiento militar diseñadas específicamente, pueden ofrecer beneficios en términos de desarrollo de habilidades y conocimientos para el combate. Algunos videojuegos de temática militar presentan mecánicas realistas y permiten a los jugadores adquirir conocimientos sobre el movimiento táctico, el uso de coberturas, la administración de recursos y la coordinación de armas y vehículos.

Además, los videojuegos pueden proporcionar experiencias virtuales que fomentan el liderazgo, ya que permiten a los jugadores asumir roles de mando y tomar decisiones tácticas y estratégicas. También promueven el trabajo en equipo y la comunicación efectiva, ya que muchos videojuegos requieren la coordinación y colaboración con otros jugadores para alcanzar objetivos comunes.

Es importante destacar que si bien los videojuegos pueden ofrecer beneficios en la formación del combatiente, su valor es complementario y no sustituye el entrenamiento y la capacitación en el terreno real. La experiencia y la práctica en situaciones reales siguen siendo fundamentales para el desarrollo y la preparación del personal militar.

En conclusión, tanto los sistemas de simulación como los videojuegos pueden desempeñar un papel en la formación del combatiente. Los sistemas de simulación ofrecen un entorno controlado y especializado para el entrenamiento militar, mientras que los videojuegos pueden brindar experiencias virtuales que contribuyen al desarrollo de habilidades y conocimientos apreciables. Ambas herramientas, utilizadas de manera complementaria, pueden mejorar la preparación y el desempeño del personal militar en situaciones de combate.

Glosario

- > **Jugador casual:** Se le llama de esta forma a un jugador que busca principalmente el entretenimiento casual, sin dedicar grandes cantidades de tiempo o energía para aprender dinámicas complejas. Suelen preferir juegos simples y accesibles, sin importar tanto su nivel de dificultad.
- > **Jugador "hardcore":** Son jugadores comprometidos y apasionados, dispuestos a dedicar grandes cantidades de tiempo y energía para lograr aprender dinámicas complejas y llegar al máximo nivel de rendimiento. Suelen ser muy competitivos y buscan retos constantes.
- > **Mods:** Son modificaciones realizadas por la comunidad de jugadores o desarrolladores independientes, con el objetivo de cambiar dinámicas y parámetros ya presentes en el juego, o inclusive agregar contenido completamente nuevo. Algunos ejemplos de mods pueden ser la adición de personajes, mapas, armas o incluso nuevas mecánicas de juego.
- > **Factores METTT:** Esta es una forma rápida de mencionar cinco elementos a tener en cuenta en cualquier situación a plantear. Los factores son los siguientes:
 1. **Misión a ser ejecutada:** se refiere al objetivo o tarea específica que se debe cumplir.
 2. **Enemigo presente o posiblemente presente durante el desarrollo de la misión:** se trata de identificar las posibles amenazas en el entorno y cómo pueden afectar la misión.
 3. **Tiempo necesario para cumplir los diferentes objetivos:** se refiere al tiempo disponible y cómo se puede utilizar de manera eficiente para cumplir con los objetivos.
 4. **Terreno:** incluye el análisis de los lugares con cubierta y encubrimiento, lugares más o menos favorables, por tener o no obstáculos, o por permitir una gran movilidad, entre otros.
 5. **Tropas Disponibles:** hace mención a las propias tropas con las cuales se debe dar cumplimiento a la misión y cómo pueden ser utilizadas para lograr el objetivo.
- > **IA:** se denomina de esta forma a la Inteligencia Artificial que hay detrás de un videojuego; su forma de pensar, de moverse, de disparar o interactuar de todos aquellos elementos que maneja la computadora de acuerdo a lo que hace o deja de hacer el jugador. La IA es una parte importante del desarrollo de los videojuegos, ya que permite crear oponentes desafiantes y variados, y mejorar la experiencia de juego. Sin embargo, también presenta desafíos y limitaciones, como la dificultad de crear una IA realmente inteligente o la necesidad de evitar que se vuelva predecible o repetitiva.

* **José Joaquín SAMYN DUCÓ:** es Oficial en actividad del Ejército Argentino con el grado de Teniente Primero de Infantería, y actualmente está destinado en la Facultad de Ingeniería del Ejército como cursante de 5to año en la carrera Ingeniería Electrónica. Desde el año 2021 se desempeña como Observador Tecnológico en el CEPTM "Gr1 Mosconi".

* **Axel Emanuel SACCA:** es estudiante avanzado de Ingeniería Electrónica en la Facultad de Ingeniería del Ejército (FIE - UNDEF). Es Personal Civil del Ejército Argentino. Tiene experiencia como analista de Ciberseguridad, Prompt Engineer, mecánico electrónico, y lideró proyectos de mantenimiento y modernización de Aeronaves No Tripuladas, además de ser operador de las mismas. También se desempeñó en el ámbito de Proyectos Militares, en el Departamento de Presupuesto del Estado Mayor General del Ejército (EMGE). Desde el año 2021 se desempeña como Observador Tecnológico en el CEPTM "Gr1 Mosconi".

2.4

Estación Móvil de Comunicaciones Digitales: alternativa comunicacional en Antártida

Por TT SCD Karner, Claudio Daniel y Esp. Lic. Abelaira, Anabel

Abstract

El siguiente artículo busca dialogar con las posibilidades que habilita la comunicación móvil en un terreno inhóspito como la Antártida y el área para la innovación que pueden cubrir las Fuerzas Armadas. Soluciones comunicacionales posibilitadas por el equipamiento, conocimientos técnicos, capacitación del capital humano involucrado y el debido espacio a estudios prospectivos para arbitrar nuevos hitos.

PALABRAS CLAVE: Antártida, prospectiva, radios, digimodos, VHF, UHF.

"Soy muy amante de que todas las ciencias se sepan por principios y nadie pueda tener conocimiento de aquellas sin estar instruidos en éstos".

General Manuel Belgrano.

Introducción

Uno de los más importantes avances de la historia de la humanidad sin lugar a dudas fue la invención de la radio: la propagación de ondas electromagnéticas por el éter.

Si bien la patente fue adjudicada a Guillermo Marconi en 1979, hubo muchos científicos que realizaron pruebas en el campo de la modulación por desplazamiento de amplitud como Nikola Tesla y Julio Cervera, los cuales estaban realizando sus ensayos durante el mismo periodo de tiempo.

Sin embargo, la primera comunicación de RF fue realizada a través del canal de Bristol que separa Inglaterra y Gales. Esta comunicación fue realizada por Guillermo Marconi.

Lo cierto es que este último no creó una radio que transmite voz; en cambio desarrolló el primer telégrafo sin cable.

La primera transmisión de fonía (transmisión de voz) fue realizada por Julio Cervera Baviera entre Alicante e Ibiza (España) en 1902 (García Delgado, 2013).

Este singular dispositivo nos permite comunicarnos y ser un elemento de divulgación masiva.

El avance de la tecnología cambió sin lugar a duda la forma de comunicarnos.

Lo que logró Marconi hoy se considera la primera comunicación cuasi digital utilizando CW (Código Morse según sus siglas en inglés, Continuous Wave), el cual utiliza un tono por un período de tiempo corto y un tono con un periodo de tiempo largo como sistema de codificación. Los sistemas actuales utilizan modos de transmisiones como ASK (amplitude shift keying, en español; modulación por desplazamiento de amplitud), FSK (frequency-shift keying, en español; modulación por desplazamiento de frecuencia), PSK (phase-shift keying, en español; modulación por desplazamiento de fase), QPSK (quadrature phase shift keying, en español; modulación en cuadratura por desplazamiento de fase) o QAM (quadrature amplitude modulation, en español; modulación de amplitud en cuadratura), los cuales tiene una mayor eficiencia pero sin lugar a duda CW sigue siendo de los más fáciles de implementar.

Sin embargo, el hito a escala en el campo de las telecomunicaciones llegaría años después. El 4 de octubre de 1957 Sputnik 1 es lanzado desde el Cosmódromo de Baikonur en Tyuratam, dando inicio a la carrera espacial, este evento sin lugar a duda fue el puntapié para revolucionar el mundo de las telecomunicaciones.

Sputnik 1 era una esfera de aluminio de 58 cm de diámetro que llevaba cuatro largas antenas las cuales transmitían una radiobaliza en 20,007 y 40,002 MHz. Estas señales de RF realizaban broadcast de telemetría separando los datos en grupos alternativos de 0,3 s de duración que incluían diferentes datos del interior y de la superficie de la esfera como, por ejemplo, temperatura.

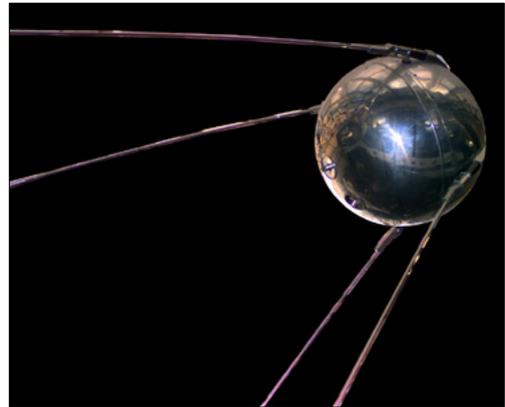
Posteriormente, en los años 90 desde la estandarización de las computadoras personales y el abaratamiento de los equipos de comunicaciones que operan en las bandas de frecuencias de VHF y UHF se permitió el desarrollo de los modos digitales. Luego, durante la primera década del siglo XXI los radioaficionados comenzaron a realizar comunicaciones en fonía y datos sobre satélites usando equipos de baja potencia, QRP (proveniente su sigla del código Q y Reduce Power o potencia reducida), lo que habilita alcanzar mayores distancias con equipos de menor dimensión y consumo de energía.

Estos equipos QRP son ideales para portar en una mochila por su bajo peso y prestaciones. En modos digitales, al tener mayor alcance que en fonía nos permite comunicarnos con zonas más distantes de lo que nos comunicamos con fonía, lo cual es ideal en caso de tener que solicitar ayuda.

Nuestro terreno a estudiar posee ciertas particularidades que constituyen desafíos y límites.

El Comando Conjunto Antártico administra 13 bases en la zona Argentina del continente Antártico. Las bases están a grandes distancias entre sí y cuando el personal sale de patrulla o realiza salidas científicas se encuentran en espacios alejados con lo que sería imposible una comunicación en VHF / UHF normal entre la base y el grupo de investigación o patrulla. El uso de un equipo de HF

FIGURA 1: SATÉLITE SPUTNIK 1



generalmente requiere una gran antena o una fuente de alimentación de alta corriente para poder establecer una comunicación en voz, lo que se traduce en equipo que debe llevar el personal, para solucionar esta dificultad complejizamos sobre la utilización de los equipos QRP.

Como analiza Vitale Gutierrez (2022) la prospectiva se desarrolla en esa interseccionalidad entre los estudios de futuros, las políticas públicas y la planificación estratégica. Un punto intersticial entre el mundo del conocimiento –a través de la investigación de futuros–, la planificación –como el pensamiento que precede a la acción– y el mundo de la acción pública.

Esta planificación puede comprenderse como instancia entre el presente y el futuro, entre el conocimiento y la acción.

Aplicaciones y posibilidades

Sin lugar a dudas, las bandas de VHF y UHF por su longitud de onda son ideales para realizar comunicaciones satelitales en órbitas LEO (por sus siglas en inglés; *Low Earth Orbit*, es decir, órbita terrestre baja -hasta 600 km-).

Al utilizar estas bandas con equipos QRP ya no es necesario tener una fuente de corriente de más de 20A que es lo que requiere un equipo de HF de 100W.

Dado que un equipo QRP es de 20W o menos, el consumo de corriente promedio es de 2A.

Como referencia, con 20W de potencia en modos digitales se pueden hacer comunicaciones terrestres en distancias mayores a los 100 km en la banda UHF.

Una de las actividades más frecuentes para los radioaficionados son las salidas de campo donde se realizan actividades de comunicaciones en grupo llevando a cabo pruebas con distintas antenas y equipos entre ellos, los de baja potencia.

Mucho se ha hablado de equipos QRP. Decenas de equipos comerciales se han robustecido para aplicaciones de búsqueda y rescate o aplicaciones militares que no requieran *Frequency Hopping* (salto de frecuencia) ni encriptado donde no es necesario que las comunicaciones permanezcan en secreto.

Equipos como el YAESU 817 o el ICOM IC 705 se puede robustecer fácilmente logrando tener una estación terrena portable para satélites LEO o para ser utilizado con DIGIMODOS -modos digitales-. Todo dentro de una mochila M1.

Con una antena cuadrifilar de UHF o con una antena omnidireccional bi-banda y una tablet o notebook con GPS podemos realizar comunicaciones en modos digitales como FT4, el cual puede ser usado sobre satélites.

FIGURA 2: YAESU FT 817



FIGURA 3: YAESU FT 817 ROBUSTO



FIGURA 4: ICOM IC 705



FIGURA 5: ICOM IC 705 ROBUSTO



No obstante, podríamos preguntarnos por qué se quisiera hacer comunicaciones digitales vía satélite. La respuesta es sencilla y contundente: con poca potencia y un equipo relativamente económico se logra obtener una gran cobertura.

Para figurarnos un ejemplo, en una pasada de 10 minutos de duración que tenga una elevación de más de 45° podremos tener una comunicación entre 3 y 4 minutos entre la Antártida y Buenos Aires.

Durante la pandemia, entre 2020 y 2021, el Ejército Argentino realizó pruebas con diferentes equipos de comunicaciones en el Batallón de Mantenimiento de Comunicaciones 601 en su sede de Boulogne, provincia de Buenos Aires.

Las pruebas incluyeron las bandas de VHF y UHF haciendo recepción de telemetría de distintos satélites. Con el fin de adquirir conocimientos y ampliar las capacidades de comunicaciones del Ejército nace este concepto.

Asimismo, durante la Campaña Antártica de Verano (CAV) 2021-2022, la Dirección General de Investigación y Desarrollo (DIGID) y el Comando Conjunto Antártico (COCOANTAR) realizaron ensayos en distintas bases argentinas comprobando el alcance de los equipos Harris Falcon III en las bandas de VHF militar con 5W de potencia de salida y una antena omnidireccional, logrando mantener una comunicación estable a línea de vista de aproximadamente 5 kilómetros, lo cual no permite alejarse mucho de la base.

Como se plasmó en los datos relevados en Karner y Abelaira (2022) debemos destacar que el ruido eléctrico en Antártida es prácticamente inexistente.

Por este motivo, y al no contar con un satélite en bandas militares aún, emerge como alternativa la utilización de equipos comerciales como el Yaesu 817 o el ICOM 705 para aplicaciones en situaciones de emergencia donde es necesario establecer un canal de comunicación que de otra forma sería imposible, siempre sosteniendo esta premisa en escenarios donde no hay cobertura celular y donde el consumo energético es crítico. Por ello, hablamos de medioambientes como Antártida o zonas aisladas, donde huela la cobertura celular.

Para este tipo de aplicaciones se podrían utilizar las comunicaciones digitales a través de satélites.

Para evitar el peso excesivo del equipo que se porte, que llamaremos Estación Móvil de Comunicaciones Digitales (fig. 6), se podría utilizar una antena cuadrifilar de UHF, la cual posee un largo de 750 milímetros y un peso aproximado de 300 gramos. A su vez, el peso de un 817 con batería es de 1,17 kilos y de 1.50 kilos el peso entre la tablet y accesorios como un hub USB y el LinkModem. Utilizando la siguiente configuración:

La antena cuadrifilar vs. la antena varilla

La antena cuadrifilar monobanda para UHF es ideal por su tamaño y soporte mecánico para instalarlo en el equipo personal, además contiene un lóbulo de irradiación tendiente a isotrópico, lo cual nos permite eliminar el sistema de apuntamiento y una ganancia de 4,5 dBi solo siendo superada por la antena tipo lindenblad (siempre hablando de lóbulo omnidireccional y de polarización circular), la cual funciona tanto para aplicaciones satelitales como terrestres.

Al ser el lóbulo de irradiación del tipo isotrópico está diseñado para comunicaciones satelitales pero no así para comunicaciones terrestres teniendo en este último un pobre desempeño. Como se ve en la imagen (Fig. 8) la antena cuadrifilar tiene respuesta con mínima elevación tendiendo a los 90° en zonas urbanas típicamente de 70 a 75°.

Mientras que la antena varilla con polarización lineal tiene una cobertura desde horizonte con elevación menor a 55° y mayor a 5°, lo cual permite ser utilizada para satélites con restricciones e ideal para comunicaciones terrestres, sin contar que la misma antena funciona para ambas bandas (VHF y UHF).

Si bien la antena cuadrifilar no tiene la ganancia de una antena varilla por la conformación del lóbulo, su uso está casi restringido a las aplicaciones espaciales.

Ambas antenas pueden ser transportadas en el correaje, haciendo que el operador solo deba operar la tablet.

FIGURA 7: GANANCIA 4.5 DBI

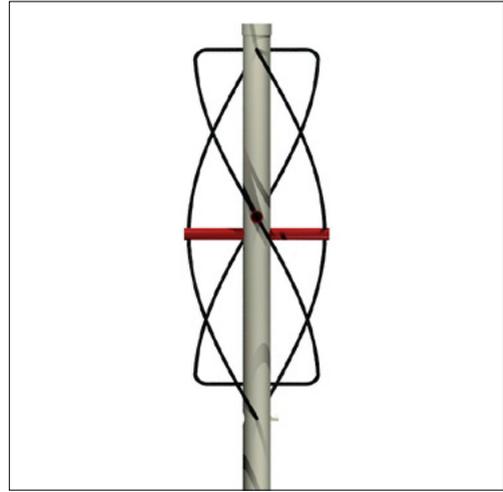


FIGURA 8: POLARIZACIÓN CIRCULAR NO REQUIERE APUNTAMIENTO. LÓBULO ISOTRÓPICO.

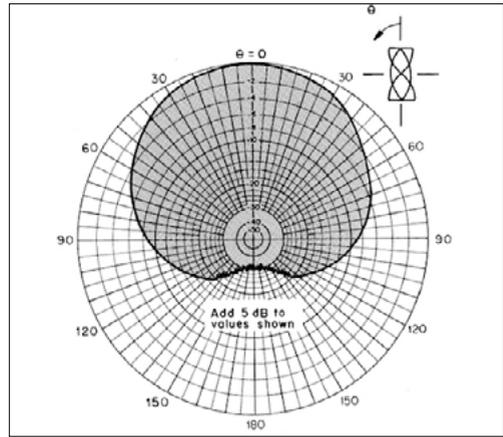


FIGURA 9: SWR UHF CUADRIFILAR

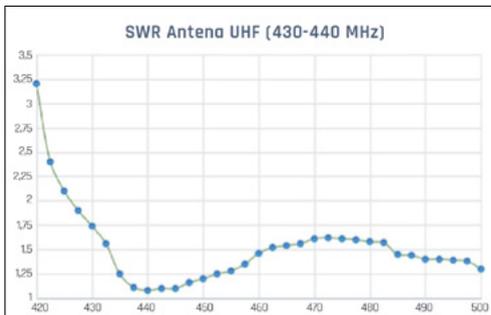


FIGURA 10: COBERTURA EN ELEVACIÓN CUADRIFILAR

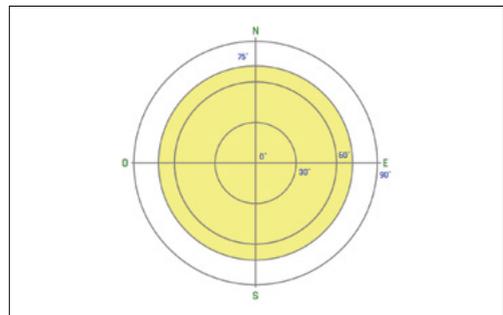


FIGURA 11: GAIN:4.5DB(144MHZ),
8.3DB(430MHZ)



FIGURA 12: POLARIZACIÓN LINEAL

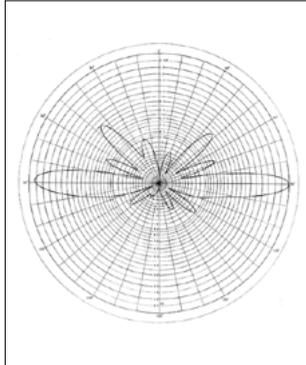


FIGURA 15: COBERTURA EN ELEVACIÓN
- VARILLA

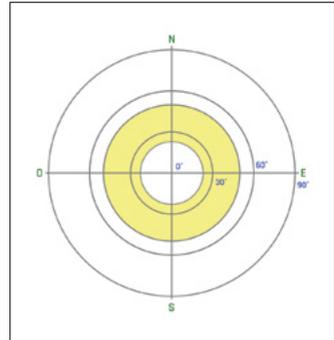


FIGURA 13: SWR VHF- VARILLA

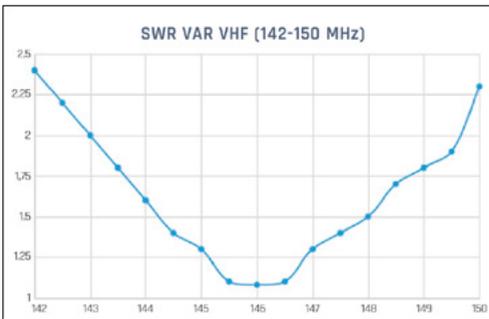
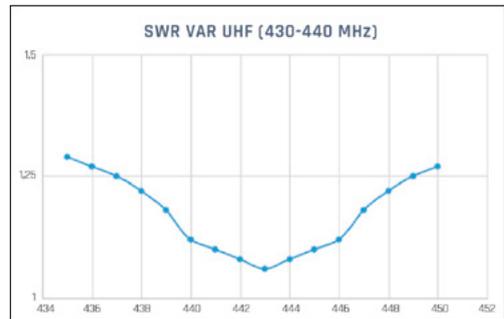


FIGURA 14: SWR UHF - VARILLA



En ambos casos ya sea una comunicación terrestre o satelital debemos tener en cuenta el Link Budget (cálculo de enlace). Para esto como mínimo, debemos conocer la potencia de ambos transmisores, la sensibilidad de receptores, la distancia entre los 2 puntos a comunicar y la frecuencia de operación.

$$Att \text{ Espacio Libre [dB]} = 32.4 + 20. \log (\text{Frecuencia en Mhz}) + 20. \log (\text{Distancia en km})$$

Para tener comunicación se debe cumplir:

$$P \text{ Tx [dB]} + \text{Ganancia Antena TX} - Att \text{ Espacio Libre [dB]} + \text{Ganancia Antena RX} > \text{Sensibilidad Rx.}$$

El software y las antenas

Dado que aún las Fuerzas Armadas argentinas no disponen ni de una constelación ni de un satélite propio lo recomendable en este momento es operar en modos de bandas amateur donde hay varios satélites operativos.

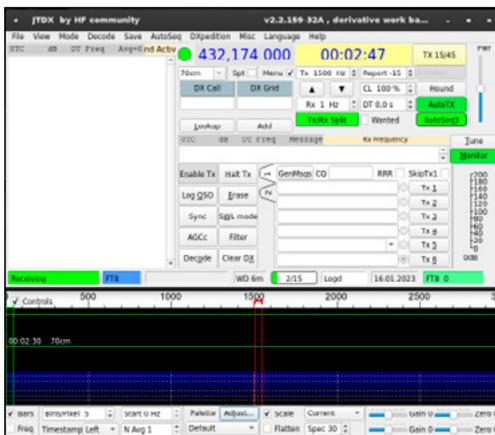
Para esto, podremos utilizar el modo FT4 sobre satélites amateur en la banda de UHF. El software apto para establecer la comunicación en modo digital sería el JTDX mientras que el GPredict (Fig. 16) se encargaría de informar cuando habría una pasada, el tiempo de duración de la misma y la pisa-

da del satélite que define la cobertura geográfica del mismo, así como realizar las correcciones del doppler.

Cabe aclarar, que se debe tener en cuenta el sincronismo de la hora para que se pueda realizar la decodificación de los datos en la mayoría de los modos digitales como FT4 y FT8 (Fig. 17), ya que usa la hora UTC para poder decodificar los mensajes y si esta no se encuentra sincronizada con un servidor NTP no se podrán decodificar.

En caso de querer utilizar otros modos digitales en aplicaciones terrestres podríamos utilizar el FLDigi (Fig. 18) el cual contiene una gran cantidad de protocolos como; CW, RTTY, PSK y AX25. Siendo estos, ideales para compartir información entre la estación móvil y una estación fija a grandes distancias.

FIGURA 17: CAPTURA JTDX



utilizar para una conexión netamente satelital donde tendremos una comunicación prácticamente desde horizonte a horizonte pasando por elevación a 0°. A su vez, la varilla se utilizará para una comunicación satelital restringida a ciertos ángulos de elevación menores a 60° y mayores a 10°, esta última dependerá de la potencia de transmisión del satélite pero asimismo esta antena nos posibilita utilizar una comunicación terrestre.

Conclusiones

El trayecto de los ensayos y las pruebas realizadas en campo, tanto en el terreno antártico como en continente, nos demuestran que las Fuerzas pueden -y deben- seguir desplegando sus recursos técnicos, humanos y tecnológicos en pos de posicionarlas en la vanguardia de las soluciones comunicacionales para los posibles retos que pueden darse en un espacio tan inhóspito y desafiante, como, por ejemplo, tareas de ayuda y rescate.

FIGURA 16: CAPTURA MENÚ GPREDICT

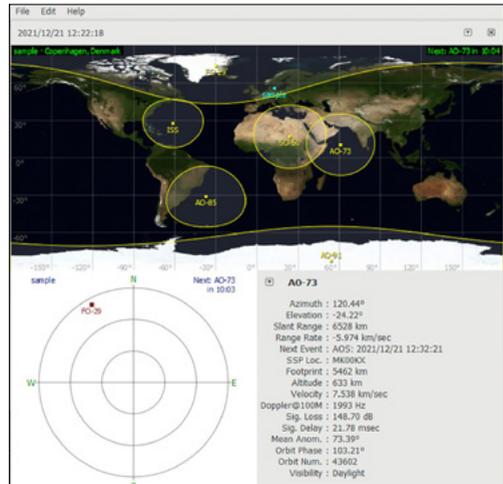
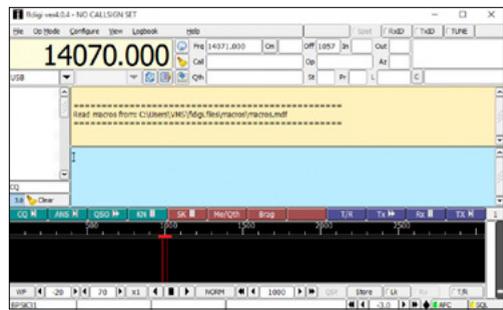


FIGURA 18: CAPTURA FLDIGI



Es importante saber qué tipo de comunicación se va a implementar ya que esta definirá la mejor antena posible. La cuadrifilar se puede

Continuar con un proceso de I+D que incluya dotar de Estaciones Móviles de Comunicaciones Digitales en Antártida y hasta la ambiciosa elucubración de un CubeSat propio, deberían estar en agenda.

El desarrollo de un CubeSat o una constelación permitirán a las Fuerzas Armadas adquirir nuevos conocimientos en cuanto a las operaciones satelitales como lo hace Estados Unidos con su Fuerza Espacial y la articulación de activos y misiones (Shea, 2019).

En este sentido, las tareas de montaje que se encuentra realizando CONAE (Comisión Nacional de Actividades Espaciales) en la base Belgrano II para el nuevo centro espacial que estará operativo en 2025, son muestra de la importancia de procurar esfuerzos en el área espacial¹.

Como se rastrea de Faucheux & Hue (Vitale Gutierrez, 2022) *“los enfoques de los futuros posibles y preferibles no pretenden hacer predicciones o pronósticos acerca del futuro, sino que procuran explorar y visibilizar visiones y escenarios para ayudar a tomar mejores decisiones en el tiempo presente. En la mayoría de los enfoques hay una aspiración a la participación e interacción social mediante la inteligencia y construcción colectiva con expertos y actores sociales.”*

La línea de trabajo comenzada desde el Ejército, evidenciada en la CAV 2021-2022 y los ensayos en campo durante la pandemia, con el despliegue de Estación Móvil de Comunicaciones Digitales, son muestras no sólo del tesón de la Fuerza por superar las adversidades cuando las condiciones no son óptimas sino también del espíritu de Cuerpo.

Como asevera Jiménez-Buedo y Ramos Vielba (2009) cuando analizan la ciencia posnormal, coexisten distintos modos de producción científica, adoptando un punto de vista que entiende la forma de funcionamiento de la I+D (investigación y desarrollo) como un sistema complejo, y que está alejada de supuestos reduccionistas y mecanicistas. En esos contextos contemporáneos de gran complejidad la ciencia se ve limitada para proporcionar respuestas definitivas, lo cual constituye la situación que da lugar a la diversificación de formas de producir conocimiento.

Los conocimientos que se puedan desarrollar y desplegar desde la Fuerza necesitarán de un basamento. El análisis prospectivo en el campo de las estaciones terrenas, permitirán una gestión de proyecto con base en la resolución comunicacional, mejorando las directrices de planificación orientadas a un escenario deseado.

Agradecimientos

Al Comando Conjunto Antártico y al GB Edgar Calandin.

Al GB Marcelo Ruben Perfetti por su apoyo.

Al CR (R) Gabriel Félix María Arriaga por las tareas compartidas en la CAV 2021 -2022.

Al My Alejandro Paz por las tareas y datos relevados en la CAV 2021- 2022.

Bibliografía

- > García Delgado, V. (2013). Desarrollo de la radio en el marco de las rivalidades político-militares de principios del siglo XX.
- > Jiménez-Buedo, M., & Ramos Vielba, I. (2009). ¿Más allá de la ciencia académica?: modo 2, ciencia posnormal y ciencia posacadémica. *Arbor*, 185 (738), 721–737. <https://doi.org/10.3989/arbor.2009.738n1048>
- > Karner C. D & Abelaira A. (2022). Ground Station in Antarctica: Uses, challenges and prospects. IEEE Argencom -7696.
- > Shea, S. (2019). *The Aerospace Divorce: What should be the dividing line between the Air Forces space*

¹ La CONAE está probando dos antenas en Córdoba, que se destinarán a la Antártida. Enero 2023. Recuperado de: La CONAE está probando dos antenas en Córdoba, que se destinarán a la Antártida | Argentina.gob.ar

- assets and the Space Force*. AIR UNIV MAXWELL AFB AL MAXWELL AFB United States.
- > Vitale Gutierrez J. A (2022) "Poder y participación en la construcción social de futuros". En *Complejidad y Ciencias sociales: diálogos controversiales*. Rodríguez Zoya, L. G.(comp) - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Comunidad Editora Latinoamericana, 2022

3. CETPM “GrI. Mosconi” Año 2022

3.1 Integrantes

Consejo Directivo

- > Decano FIE: CR OIM Alberto Nadale
- > Vicedecano FIE: CR OIM Andrés Orabona
- > Director CEPTM: CR (R) OIM José Guglielmone
- > Secretario Académico FIE: TC OIM Gustavo Silistria
- > Secretario de Investigación FIE: TC OIM José Barletta

Director CEPTM “Mosconi”

- > CR (R) OIM José Alberto Guglielmone

Consejo Consultivo

- > CR (R) OIM VGM Juan Carlos Pérez Arrieu
- > GB (R) OIM VGM Alberto Corvalán
- > Dr. Carlos Iglesias Mónica
- > CR OIM Miguel Ángel Juárez
- > Ing. Aristides Domínguez

Coordinador del CEPTM “Mosconi”

- > TC OIM José Barletta

Analistas

- > CR (R) OIM José Alberto Guglielmone: simulación; sistemas artillería de defensa aérea.
- > CR (R) OIM VGM Juan Carlos Villanueva: armamento; sistemas de armas de infantería
- > CR (R) OIM Rafael Olivieri: informática; sistemas de comunicaciones.
- > CR (R) OIM Alejandro Gazpio: geociencias; emergencias y catástrofes; sistemas de armas de ingenieros.
- > CR (R) OIM Juan Carlos Pérez Arrieu: prospectiva tecnológica.
- > CR (R) OIM Osvaldo Enrique Azpitarte: armas nucleares y radiológicas.
- > CR (R) OIM Carlos Trentadue: armas químicas y biológicas.
- > MY OIM Marcelo Acuña: automotores.

Nodo Territorial de Defensa y Seguridad y Observatorios

- > Coordinador: CY (R) OIM Héctor Daniel Anfuso

Observatorio Tecnológico Militar Mosconi (OTM) de la FIE

> Responsable: CR (R) OIM VGM Juan Carlos Villanueva

Observatorio Emergencias y Catástrofes (OEC) FIE

> Responsable: CR (R) OIM Alejandro Gazpio

Observatorio Tecnológico Aeroespacial (OTA) de la ESGA FAA

> Enlace: BM (R) Alejandro Moresi

Observatorio Argentino del Ciberespacio (OAC) de la ESGC FFAA

> Enlace: TC (R) OIM Carlos Federico Amaya

Apoyo

> TP SCD Fernando Vera Batista

> Lic. Ignacio de la Torre

> Lic. María I Silvestre

Observadores Tecnológicos

> TP Joaquín Samyn Ducó

> TP Christian Ausili

> Sr Axel Sacca

> Sr Matías Benítez

Colaboradores del CEPTM

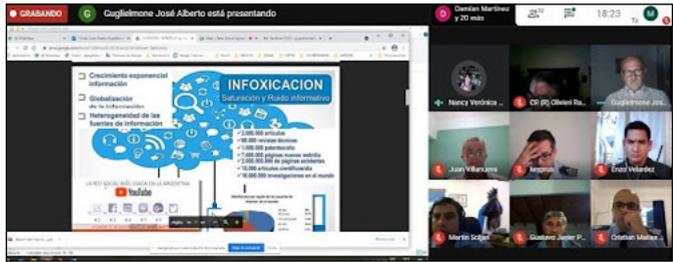
> Dra. Mg. Nancy V. Perez

> Dr. Ing Miguel Guagliano

> Bioing. Romina Gudiño

3.2 Capacitaciones

- > Durante los meses de abril y mayo se realizó el Taller Virtual Introductorio a la VTeIE, destinado a alumnos de años avanzados de la FIE, ESG, ESGC, ESGN, ESGA e IIFFAA. Dicha capacitación teórico-práctica, brindada por la Esp. Nancy Perez en conjunto con los analistas del CEPTM,



tuvo como objetivo introducir en el uso de las herramientas de VTeIE y empleo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) para gestionar y monitorear la información estratégica para la toma de decisiones, que son de utilidad para los alumnos en la elaboración de los trabajos finales integradores.

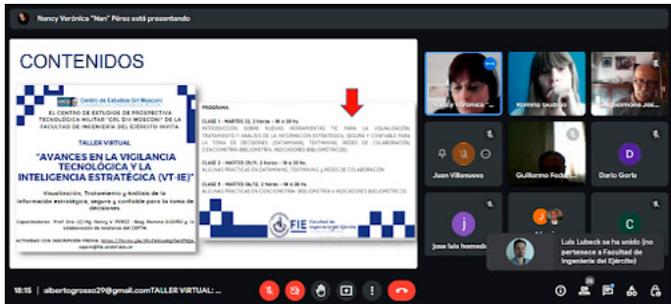
- > El día 13 de mayo, el CR (R) José Alberto Guglielmone y CY (R) Hector Anfuso, analistas del CEPTM, concurrieron a las Jornadas de Gestión Tecnológica y de la innovación en la región, desarrollada por la UNER en conjunto con la asociación latino-iberoamericana de gestión tecnológica de la innovación ALTEC, en la ciudad de Paraná, Entre Ríos. La



jornada de carácter nacional e internacional que se realizó de cara al próximo XX Congreso ALTEC 2023, tiene como objetivo afianzar la federalización del conocimiento sobre la gestión de la ciencia, la tecnología y la innovación. Se realizó una importante vinculación con los expositores, asistentes e integrantes de diferentes nodos territoriales. Asimismo, se designó al CEPTM para liderar en el área de desarrollo territorial y logística dentro de las áreas temáticas para el próximo XX congreso.

> Durante los meses de junio y julio analistas del CEPTM participaron de las charlas sobre VTeIE ofrecido por la Universidad Santo Tomás de Colombia, en las que participó como expositora Prof. Dra. (C) Mg. Nancy V. Perez.

> El CEPTM desarrolló en el mes de noviembre un taller sobre Vigilancia Tecnológica “Avances en la vigilancia Tecnológica y la Inteligencia estratégica (VT-IE)” destinado a alumnos con conocimientos avanzados en la temática. El taller brindado por la Prof. Dra. (C) Mg. Nancy V. Perez, la Bioing. Romina Gudiño contó con la colaboración de los analistas del CEPTM.



3.3 Publicaciones Año 2022

- > La edición “TEC 1000” año 2021 se publicó en el mes de septiembre y se terminó de imprimir en diciembre de 2021. En esta edición se presentan los distintos estudios de Vigilancia Tecnológica en el Área de Defensa y Seguridad; elaborados por los Analistas del CEPTM “MOSCONI” y Observadores Tecnológicos. Asimismo, se incluyen artículos de expertos y especialistas del ámbito civil relacionados con diversas temáticas orientadas a la Defensa.

Se puede acceder a su versión digital mediante el siguiente enlace:

<https://www.fie.undef.edu.ar/ceptm/wp-content/uploads/2022/10/TEC1000-2021-Digital.pdf>



Esta ha sido registrada con los siguientes códigos:

ISBN 978-987-48651-5-1

IISSN 2591-4162

- > La página web del CEPTM "MOSCONI" se encuentra disponible en el siguiente enlace:
<https://www.fie.undef.edu.ar/ceptm/>

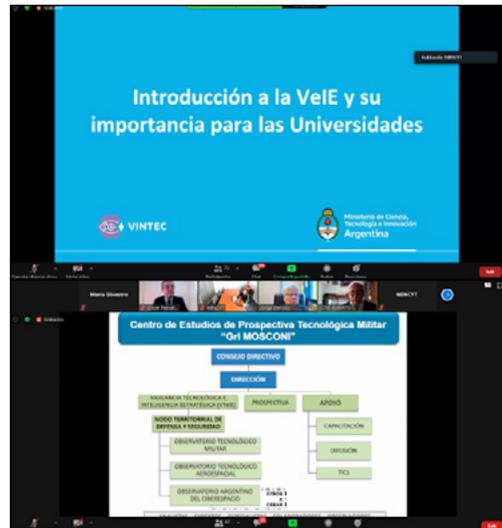


- > Miembro activo de la comunidad CEFA Digital. El CEPTM "MOSCONI" contribuye con material de producción propia al portal electrónico del Repositorio Institucional del Centro Educativo de las Fuerzas Armadas.



3.4 Principales actividades y eventos del CEPTM “MOSCONI” año 2022

- > El CEPTM “MOSCONI” como Nodo Territorial de Defensa y Seguridad del Programa Nacional de Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Estratégica (VINTEC) de la Dirección Nacional de Estudios (DNE), Subsecretaría de Estudios y Prospectiva - MINCyT, participó en el mes de marzo de una Charla informativa en el marco de un ciclo de reuniones relacionadas con la Convocatoria de Proyectos Estratégicos para la Transición Energética organizada por la Agencia de I+D+i. Se propone construir un sistema de vigilancia que articule los nodos territoriales existentes, los fortalezca, y genere nuevas externalidades e interacciones con la comunidad.
- > El día 13 de mayo, analistas del CEPTM participaron de una reunión organizada por el Programa Nacional VINTEC para ver el Estado de Situación en el que se encuentran los Nodos Territoriales de VT-IE trabajando con respecto a las actividades y/o proyectos de vigilancia e inteligencia. En la reunión también estuvieron presentes el Subsecretario de Estudios y Prospectiva Mg. Eduardo Mallo y la Directora Nacional Dra. Vanesa Lowenstein.
- > Durante el mes de junio, los miembros del CEPTM “MOSCONI” realizaron una exposición de la misión, organización, capacidades y actividades desarrolladas con el objetivo de introducir a los representantes y miembros del Consejo Federal de Decanos de Ingeniería República Argentina (CONFEDI) en la disciplina de la Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Estratégica (VTeIE). La charla orientó sobre la utilidad de la VTeIE para las universidades, y cómo pueden las unidades académicas iniciar la implementación de procesos sistemáticos de VTeIE con el fin de utilizar la herramienta en sus actividades cotidianas y como forma de brindar servicios al sector socioproductivo en el territorio. Se expusieron también ejemplos de casos de implementación de VTeIE.
- > En septiembre se lanzó la Convocatoria abierta a docentes, investigadores, alumnos, personal militar y civil, y a todo otro interesado en temas tecnológicos relacionados con el ámbito de la Defensa para la presentación de trabajos y artículos de interés académico relacionados con la temática de la



Tecnología Militar en uso, en desarrollo, emergente o eventualmente de carácter disruptivo, y la Prospectiva Tecnológica Militar, para su inclusión en la Edición 2022 de la publicación anual TEC1000. Los artículos seleccionados a raíz de esta convocatoria forman parte de esta publicación.

> <https://mailchi.mp/b20e1970c76c/convocatoria-tec1000-ed2021-12363456>

> El CEPTM "MOSCONI" incorpora anualmente alumnos avanzados de la FIE como observadores tecnológicos. Durante el año 2022 continuaron su participación tres estudiantes como miembros activos del Centro: TP Joaquín Samyn Ducó, Sr. Axel Sacca y Sr. Matías Benítez y se incorporó el TP Christian Ausili en el área temática: Ing Electrónica.

> Los Analistas del CEPTM participaron del Encuentro Anual de la Red Nacional de Nodos Territoriales de VTeIE – desarrollado en el mes de noviembre por el Programa Nacional VINTEC y del cual participaron integrantes de la Red de Nodos de todo el país, la actividad tuvo por objetivo generar un espacio de intercambio y acercamiento y exponer los principales objetivos y el plan de trabajo para el próximo año de cada uno de los Nodos Territoriales.



> Analistas del CEPTM participaron en el mes de diciembre de la II JORNADA SOBRE GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN Y LA TECNOLOGÍA EN LA REGIÓN - "Dilemas y desafíos para construir un futuro sostenible para la Vigilancia Tecnológica y la Inteligencia Estratégica", organizada por la Asociación Latino-Iberoamericana de Gestión Tecnológica y de la Innovación (ALTEC) y la Universidad de Entre Ríos, en la Ciudad de Paraná, Provincia de Entre Ríos, en vistas al próximo Congreso ALTEC 2023.

3.5 NEWSLETTERS del Observatorio Tecnológico Mosconi (OTM)

Como es habitual en el CEPTM, se envía todos los meses un newsletter en el cual se difunden las principales noticias seleccionadas por los analistas del Centro Grl Mosconi.

Año 2022

> ENERO

<https://www.fie.undef.edu.ar/ceptm/wp-content/uploads/2022/08/01-enero2022.pdf>



Este documento de Vigilancia Tecnológica es elaborado por el Centro de Estudios de Prospectiva Tecnológica Militar Grl. Mosconi (CEPTM) y difundido en forma periódica como un aporte al mantenimiento del conocimiento específico profesional militar en las distintas especialidades de ingeniería.

Enero 2022



HECHOS PORTADORES DE FUTURO
UGV VEHICULOS AUTONOMOS TODO TERRENO

El programa Robotic Autonomy in Complex Environments with Resiliency (RACER) de DARPA se centra en el avance de la autonomía todoterreno de los vehículos de combate y busca demostrar la capacidad de estas plataformas para viajar a velocidades que mantengan el ritmo de los vehículos de combate tripulados en terrenos complejos típicos de los que se ven en situaciones reales. Los robots RFV incluyen un rango de 360 grados y detección de imágenes.

[Leer >>>](#)



ARMAMIENTOS
EL MISIL HIPERSÓNICO RUSO TSIRKON CADA VEZ MÁS CERCA DEL DESPLIEGUE OPERACIONAL.

Un nuevo lanzamiento desde un buque del misil hipersónico 3M22 Tsirkon, fue realizado por Rusia a principios de Nov 2021. Es el 7mo lanzamiento concretado desde Ene 2020 hasta la fecha, siempre desde la moderna fragata clase Gorshkov. En el ensayo se testó la performance de este Misil de Crucero S-S Anti – Buque, batiendo con éxito un blanco a 400km. Según las autoridades rusas, el misil capaz de alcanzar velocidades de hasta MACH 9, cumplió con los parámetros de diseño establecidos, por lo que estaría en la etapa final de aceptación, para entrar en servicio en la Armada Rusa. Se estima que ello ocurrirá a principios de 2022, ya que aún restan al menos 5 ensayos operativos.

[Leer >>>](#)



QUÍMICA
COMBUSTIBLE SINTÉTICO PARA AERONAVES

[Leer >>>](#)



[Leer >>>](#)

> FEBRERO

<https://www.fie.undef.edu.ar/ceptm/wp-content/uploads/2022/08/02-febrero2022.pdf>

sido probados con los virus de la covid-19, de la gripe, del herpes simple y con adenovirus. También son eficaces contra bacterias y hongos. Estos materiales podrían ser utilizados como eficaces desinfectantes antivirales y en el futuro podrían servir para desarrollar medicamentos antivirales con baja o nula toxicidad.

[Leer >>>](#)



EMERGENCIAS Y CATÁSTROFES
DECLARAN LA EMERGENCIA IGNEA POR UN AÑO EN ARGENTINA

En virtud a la gran cantidad de incendios que se verifican en el territorio, entre ellos: los focos activos que se presentaron en el Parque Nacional Ciervo de los Pantanos, en la localidad de Campana. Asimismo en Santa Fe donde los incendios permanecían activos en el departamento de Vera y su capital. En San Luis: los departamentos de Belgrano, Junín y Chacabuco tienen focos activos y opera en la zona un avión hidrante del SNMF. También en Salta: los incendios se dan en la localidad de Anta y en Río Negro: los incendios se encuentran en Bariloche. Finalmente en Mendoza: en la localidad de General Alvear y Formosa: Parque Nacional Río Pilcomayo, el Gobierno Nacional ha declarado la Emergencia IGNEA.

[Leer >>>](#)



AUTOMOTORES
OSHKOSH OFRECE LA VERSIÓN HÍBRIDA DEL JOINT LIGHT TACTICAL VEHICLE (JLTV)

La empresa Automotriz OSHKOSH Defensa anunció que ofrecerá una versión híbrida del Vehículo Táctico Liviano a ruedas (JLTV). Denominado "eJLTV", integra tecnología de propulsión "Eléctrica-Híbrida", lo que contribuiría a minimizar el problema de la recarga de baterías en los vehículos de combate en operaciones. Esa limitación, es una de las razones que retrasan la incorporación de los vehículos eléctricos en las organizaciones militares. Tanto el US Army como US Marines, operan cerca de 15.000 JLTV con motores diesel y, si bien aún no han solicitado vehículos eléctricos a OshKosh, la oferta es motivo de análisis y evaluación. El "eJLTV" permitirá ahorro de combustible y hasta 30 minutos de "marcha silenciosa", una ventaja nada despreciable para determinadas misiones operativas.

[Leer >>>](#)



GEOCIENCIAS
EL DILEMA DEL PRISIONERO Y LAS ARMAS ANTISATELITE (ASAT)

«El dilema del prisionero» – Se aplica a

[Leer >>>](#)



INFORMÁTICA
RED DE COMPROMISO ACADÉMICO PARA APOYAR LOS DESAFÍOS DE CIBERSEGURIDAD

El Cyber Command de EE. UU. está ampliando sus asociaciones con universidades y colegas a través de una nueva red de compromiso académico, aprovechando una

[Leer >>>](#)

> MARZO

<https://www.fie.undef.edu.ar/ceptm/wp-content/uploads/2022/08/03-marzo2022.pdf>





Este documento de Vigilancia Tecnológica es elaborado por el Centro de Estudios de Perspectiva Tecnológica Militar Gr. Mosconi (CEPTM) y difundido en forma periódica como un aporte al mantenimiento del conocimiento específico profesional militar en las distintas especialidades de ingeniería.

Marzo 2022



HECHOS PORTADORES DE FUTURO
C3ISR, EMPRESAS SATELITALES PRIVADAS EN EL CAMPO DE BATALLA.

La empresa estadounidense Maxar Technologies ha documentado con detalle los movimientos del ejército ruso desde noviembre gracias a imágenes por satélite que ha donado a medios de comunicación. Las imágenes de Maxar se usaron en más de 200 proyectos periodísticos de este tipo en 2021, la gran mayoría impulsados por medios estadounidenses. Las investigaciones que se han apoyado en sus imágenes satelitales resultan especialmente útiles para documentar operaciones militares, como las que le han reventado el factor sorpresa a Vladimir Putin en la invasión de Ucrania.

[Leer + >>](#)



ARMAMENTOS
EL ROL DE LA ARTILLERÍA EN LA INVASIÓN DE RUSIA A UCRAÑA.

El presente artículo de RUSI (Royal United Services Institute) realiza un detallado análisis de las características del empleo de los medios de Apoyo de Fuego de Artillería en la invasión de Rusia a Ucrania. El Ejército de Rusia se ha caracterizado, a través de su historia en diversos conflictos militares, por el empleo de poderosos y variados sistemas de artillería, asegurando fuegos indirectos masivos en el marco táctico y operacional, con la finalidad de doblegar la resistencia enemiga y facilitar la velocidad de maniobra de los elementos de combate propios.

[Leer + >>](#)



QUÍMICA
ESCASEZ DE MATERIALES ESTRATÉGICOS CAUSADA POR LA INVASIÓN DE RUSIA A UCRAÑA

Como informa Morgan Meaker, en este artículo de Wired, la invasión rusa a Ucrania podría tener consecuencias muy graves en la producción de chips para computadoras, agravando la situación que este mercado ha tenido desde hace un tiempo. Ucrania alberga más de la mitad del suministro mundial de gas neón, que se utiliza para alimentar los láseres que graban patrones en chips de computadora que se utilizan para teléfonos, computadoras portátiles y automóviles. En la ciudad de Odesa, que ha estado bajo ataque desde la semana pasada, se encuentra la sede de una empresa llamada Cryoion que suministra neón a empresas de fabricación de chips en Europa, Japón, Corea, China, Taiwán y EEUU. Cryoion detuvo la producción el

[Leer + >>](#)



ELECTRÓNICA
DRONES, TANQUES AUTOMATIZADOS Y CIBERGUERRA EN LA INVASIÓN DE RUSIA A UCRAÑA.

El Jueves 23Feb22 Rusia invadió militarmente a Ucrania, dando inicio a un conflicto militar de alta escala, como no sucedía desde hace varios años en esa región. La tecnología jugará un rol vital en los enfrentamientos ya que las fuerzas militares rusas emplearán nuevas tácticas y equipamientos que pueden modificar la lógica del conflicto. Estas tecnologías, tales como armas guiadas de extrema precisión, vehículos de combate autónomos, drones letales, sofisticados sistemas de guerra electrónica y ciberataques, cambiarán radicalmente la forma en que se combatirán las guerras presentes y futuras.

[Leer + >>](#)

> ABRIL

<https://www.fie.undef.edu.ar/ceptm/wp-content/uploads/2022/08/04-abril2022.pdf>





Este documento de Vigilancia Tecnológica es elaborado por el Centro de Estudios de Perspectiva Tecnológica Militar Gr. Mosconi (CEPTM) y difundido en forma periódica como un aporte al mantenimiento del conocimiento específico profesional militar en las distintas especialidades de ingeniería.

Abril 2022



HECHOS PORTADORES DE FUTURO
EL USO INDEBIDO DE LA IA PODRÍA CREAR NUEVAS ARMAS BIOQUÍMICAS

La idea nunca antes nos había golpeado. Éramos vagamente conscientes de las preocupaciones de seguridad en torno al trabajo con patógenos o productos químicos tóxicos, pero eso no se relacionaba con nosotros; operamos principalmente en un entorno virtual. ... El Instituto Federal Suizo de Protección NBQ (nuclear, biológica y química) (Laboratorio Spiez) convoca el ciclo de conferencias "convergencia" establecido por el gobierno suizo para identificar desarrollos en química, biología y tecnologías que puedan tener implicaciones para las Convenciones sobre Armas Químicas y Biológica. Una empresa de investigación de fármacos recibió una invitación para contribuir con una presentación sobre cómo las tecnologías de IA para el descubrimiento de fármacos podrían potencialmente ser mal utilizadas. El resultado es preocupante.

[Leer + >>](#)



ARMAMENTOS
ARMAS EXPLOSIVAS PARA BATIR GRANDES ÁREAS: SUS DEVASTADORES EFECTOS EN ZONAS POBLADAS.

El uso de armas explosivas de "gran área de impacto" en zonas pobladas es una de las principales causas de daño civil en los conflictos armados actuales. Este informe del Comité Internacional de la Cruz Roja (CICR), analiza los principales problemas que plantea el uso de estas armas, con el objetivo de inducir un cambio en las políticas y prácticas de las partes en los conflictos armados, para proteger mejor la población civil contra los peligros que plantea dicho uso. El informe ofrece una amplia evaluación basada en pruebas de las devastadoras consecuencias que su uso causan: una descripción técnica de las armas; un análisis de las implicaciones de su uso bajo el derecho internacional humanitario (DIH), etc. Concluye con recomendaciones de buenas prácticas para las autoridades políticas y las fuerzas armadas, para fortalecer la protección para los civiles contra el uso de armas explosivas pesadas en zonas pobladas.

[Leer + >>](#)



QUÍMICA
ALEACIONES FUSIBLES EN CARCASAS DE TUBOS MOTOR DE COHETES DE PROPULSANTE SÓLIDO

Los motores de cohetes de propulsante sólido tienen las ventajas de un gran empuje, alta confiabilidad, facilidad de ignición y bajo costo de mantenimiento. La seguridad de los motores de cohetes de propulsante sólido, especialmente la seguridad térmica, ha atraído mucha atención. En la actualidad, numerosos estudios han demostrado que la aplicación de dispositivos de mitigación, tales como diafragmas, puede mejorar significativamente la seguridad de los motores cohete frente a estallidos térmicos accidentales como incendios o temperaturas elevadas anómalas. Las aleaciones fusibles se pueden utilizar

[Leer + >>](#)



ELECTRÓNICA
SWITCHBLADE, PROVISIÓN DE "LOITERING MUNITIONS" A UCRAÑA

EUA estaría proveyendo las revolucionarias "loitering munitions" Switchblade a Ucrania, en apoyo a ese país para enfrentar la invasión de Rusia. Estos pequeños "drones kamikaze" o "munitions merodeadoras", combinan la eficiencia para el ataque de los misiles, con la capacidad de observación y vigilancia de los drones. Ya demostraron su

[Leer + >>](#)

> MAYO

<https://www.fie.undef.edu.ar/ceptm/wp-content/uploads/2022/08/05-mayo2022.pdf>





Este documento de Vigilancia Tecnológica es elaborado por el Centro de Estudios de Prospectiva Tecnológica Militar Grl. Mosconi (CEPTM) y difundido en forma periódica como un aporte al mantenimiento del conocimiento específico profesional militar en las distintas especialidades de ingeniería.

Mayo 2022



HECHOS PORTADORES DE FUTURO
EL METAVERSO Y SU POTENCIAL PARA EL ENTRENAMIENTO MILITAR.
Un metaverso es una serie de mundos virtuales interconectados e inmersivos que brindan a sus usuarios una sensación de presencia a través de la agencia y la influencia. Es similar a la realidad virtual o aumentada en que proporciona un espectro donde lo físico y lo digital pueden encontrarse. En entornos militares, estas plataformas se utilizan principalmente con fines de entrenamiento.

Leer + >>



ARMAMENTOS
NEXT GENERATION SQUAD WEAPON (NGSW): SIG SAUER FUE SELECCIONADA POR EL US ARMY
En el marco del Programa Next Generation Squad Weapon (NGSW), cuyo objetivo es unificar en un solo arma el fusil de asalto y la ametralladora liviana de la menor tracción (Grupo / Squad), además del cambio de calibre (6,8mm) y mejoras sustanciales en los sistemas de puntería y control del tiro, SIG SAUER ganó un contrato de 10 años con un pedido de entrega inicial por valor de US\$ 20,4 millones. El diseño del sistema tiene configuraciones y ergonomía similares a plataformas de fusiles existentes como el Sig Sauer MCMX. Con este contrato, la compañía proporcionará ahora el fusil individual, la ametralladora liviana y la pistola (M 17), esta última ya en servicio al adjudicarse a la empresa el contrato de provisión en 2017. Eso convierte a la empresa en el proveedor de la gran mayoría de las armas livianas para las fuerzas de combate cercano y probablemente las fuerzas de operaciones especiales.

Leer + >>



QUÍMICA
IMPACTO DE LA QUÍMICA EN LOS AUTOS ELÉCTRICOS
Se podría pensar que todo lo que necesita un automóvil eléctrico (VE) es una batería en lugar de un motor, y en general ese es el enfoque que se le da a la búsqueda de cero emisiones. Pero, además de eso, existe la necesidad de aplicación intensiva de química de materiales para el desarrollo de soluciones específicas de este tipo de vehículos. Casi todos los materiales necesarios para fabricar un VE son diferentes a sus equivalentes de motor de combustión interna, y las empresas químicas están abocadas a desarrollar nuevas soluciones. Desde entrar y proteger la batería y el motor, hasta algo tan aparentemente mundano como preservar el reglamentario color «naranja» específico del cableado de alto voltaje. Este artículo de la publicación Chemistry World analiza que más hay detrás del capó de los vehículos eléctricos con batería.

Leer + >>



INFORMÁTICA
LA "CONFIANZA CERO" PUEDE ASEGURAR LAS COMUNICACIONES SATELITALES CONTRA CIBERATAQUES
A pesar de lo impresionantes que parezcan los ataques cibernéticos en los satélites, la mayor amenaza para éstos es el ataque cibernético. Un ataque de este tipo que dañe los satélites comerciales puede tener un impacto inmediato en la capacidad militar. El

> JUNIO

<https://www.fie.undef.edu.ar/ceptm/wp-content/uploads/2022/08/06-junio2022.pdf>





Este documento de Vigilancia Tecnológica es elaborado por el Centro de Estudios de Prospectiva Tecnológica Militar Grl. Mosconi (CEPTM) y difundido en forma periódica como un aporte al mantenimiento del conocimiento específico profesional militar en las distintas especialidades de ingeniería.

Junio 2022



HECHOS PORTADORES DE FUTURO
MISILES HIPERSÓNICOS - UNA AMENAZA DISRUPTIVA
Los misiles hipersónicos de próxima generación que están desarrollando Rusia, China y EEUU representan una amenaza importante para la seguridad nacional y mundial. La velocidad hipersónica que desarrollan estas armas y la posibilidad de modificar su trayectoria de manera impredecible, genera un enorme desafío para los más modernos sistemas de Defensa Aérea, tal vez el aspecto más preocupante es el hecho que estas armas puedan en el futuro llevar cargas nucleares.

Leer + >>



ARMAMENTOS
LOTERING MUNITIONS: UNA MUESTRA PREVIA DE LAS ARMAS AUTÓNOMAS EN LAS GUERRAS DEL FUTURO.
Las Lotering Munitions (LM), también conocidas como "municiones merodeadoras" o "Drones Kamikaze" suelen considerarse como un "primo extraño" entre los drones y los misiles. Si bien existen desde los años 80's, actualmente se han transformado en una alternativa tanto para el apoyo aéreo cercano, como para cumplir las funciones de un proyectil de mortero y de un lanzagranadas. Las LM representan hoy un "puente" entre las armas guiadas de precisión, que aún conservan un alto control del operador humano, y las armas autónomas del futuro, que cada vez tendrán menos participación del operador. Los últimos conflictos como Siria, Nagorno-Karabakh y la invasión de Rusia a Ucrania, nos muestran que las LM tendrán una participación relevante en las guerras del futuro.

Leer + >>



QUÍMICA
EL CONCEPTO DE BIOSEGURIDAD EN EL SIGLO XXI
Después de los ataques en EEUU en 2001, tanto los del 11Set01 y como los realizados con Antax, la mayoría de los países desarrollados adoptaron una estrategia para contrarrestar el bioterrorismo, que empleaba armas, barreras y guardias para prevenirlo, al mismo tiempo que realizaba un seguimiento de los posibles sospechosos que podrían transformarse en amenazas. Pero hoy, tras la aparición del coronavirus y sus variantes, la idea de la sociedad sobre lo que constituye la seguridad biológica está cambiando. Mirando hacia un futuro, en el que la edición de genes puede ser realizada por metodologías del «hago-yo-mismo», la bioingeniería es común y los cambios ambientales dan forma a nuevas "bio-realidades", el modelo de bioseguridad precedente no parece el más adecuado.

Leer + >>



EMERGENCIAS Y CATASTROFES
LA GUERRA DE UCRAINA ES UNA CRISIS QUE NOS AFECTA A TODOS
La crisis de Ucrania corre el riesgo de llevar a 1700 millones de personas, más de una quinta parte de la humanidad, a la pobreza, la indigencia y el hambre. Ucrania y la Federación de Rusia proporcionan el 30% del trigo y la cebada del mundo, una quinta parte del maíz y más de la mitad del aceite de girasol. La producción de grano de ambos países supone una fuente de alimento esencial para algunas de las personas más pobres y vulnerables del mundo, ya que proporciona más de un

275

> JULIO

<https://www.fie.undef.edu.ar/ceptm/wp-content/uploads/2022/08/07-2022-OTM.pdf>



Este documento de Vigilancia Tecnológica es elaborado por el Centro de Estudios de Prospectiva Tecnológica Militar Grl. Mosconi (CEPTM) y difundido en forma periódica como un aporte al mantenimiento del conocimiento específico profesional militar en las distintas especialidades de ingeniería.

Julio 2022



HECHOS PORTADORES DE FUTURO LA IMPORTANCIA DE LA BASE INDUSTRIAL PARA LA DEFENSA.

"La guerra en Ucrania demuestra que la guerra entre adversarios iguales o cercanos, exige la existencia de una capacidad de producción tecnológicamente avanzada, a gran escala y de la era industrial. El ataque ruso en la invasión a Ucrania consume municiones a un ritmo que supera con creces las previsiones y la producción de municiones de Estados Unidos..." un aviso para mejorar el enfoque de la producción crítica en defensa.

[Leer + >>](#)


INFRAESTRUCTURA BRASIL AVANZA EN EL DESARROLLO DE SU SUBMARINO CON PROPULSIÓN NUCLEAR.

El Secretario general de la Agencia Internacional de Energía Atómica (IAEA), ha informado que Brasil inició consultas con esa organización, relacionadas con las medidas y los procedimientos de seguridad y control específicos, que se deben respetar y garantizar, durante el procesamiento y manejo de material nuclear. El mismo será empleado en el programa de desarrollo de su primer Submarino con Propulsión Nuclear, el "Alvaro Alberto", en honor al pionero del desarrollo de la energía nuclear en ese país. Brasil ha justificado la necesidad de disponer de ese tipo de submarinos, en que debe aportar a la Fuerza Naval de recursos y capacidades adecuadas, para el control del muy extenso litoral marítimo y su soberanía. Asimismo, ese país debe garantizar y la IAEA verificar, que el sistema no tendrá la capacidad de emplear armas nucleares.

[Leer + >>](#)


ARMAMENTOS

LOITERING MUNITION INTEGRADAS EN VEHÍCULOS DE COMBATE.

La empresa Israelí Uvision ha establecido un acuerdo con Rheinmetall, para integrar su sistema de Loitering Munition (LM) "HERO", con la nueva generación de vehículos de combate tripulados y autónomos de la empresa Alemana. Esta nueva solución, que incorpora LM a las plataformas de combate terrestres, proveerá a las fuerzas de primera línea de una nueva capacidad para, en forma independiente y con sus propios medios, localizar, adquirir y eliminar amenazas tales como otros vehículos blindados, a largas distancias en ambientes con denegación de GPS y guerra electrónica. En síntesis, capacidad ISR y poder de fuego individual a largas distancias, algo que hasta ahora sólo era posible con el apoyo de otras unidades.

[Leer + >>](#)


EMERGENCIAS Y CATASTROFES PERRO ROBOT EMPLEADO PARA RETIRAR MATERIAL EXPLOSIVO (UXO) EN UCRANIA.

Foreign Policy informó que el Ejército de EE. UU. acordó enviar uno de sus dos perros robot a Ucrania, donde llevará a cabo operaciones de desminado y remoción de UXO (Unexploded ordnance) en la capital, Kyiv. El perro robot ayudará a HALO Trust, una organización estadounidense sin fines de lucro, a retirar las municiones sin detonar, incluidas las municiones en racimo, y transportarlas a otro sector para hacerlas detonar en lotes de forma segura, lejos de los civiles.

[Leer + >>](#)

> AGOSTO

<https://www.fie.undef.edu.ar/ceptm/wp-content/uploads/2022/08/08-2022-OTM.pdf>



Este documento de Vigilancia Tecnológica es elaborado por el Centro de Estudios de Prospectiva Tecnológica Militar Grl. Mosconi (CEPTM) y difundido en forma periódica como un aporte al mantenimiento del conocimiento específico profesional militar en las distintas especialidades de ingeniería.

Agosto 2022



HECHOS PORTADORES DE FUTURO 6G PRÓXIMA GENERACIÓN DE REDES MÓVILES.

Pero, ¿Qué es realmente el 6G? ¿Qué ventajas aportará sobre ese 5G que está empezando a desplegarse ahora? ¿Cuándo se conectarán nuestros móviles a la sexta generación de redes?

[Leer + >>](#)


ARMAMENTOS

LOITERING MUNITIONS (LM): UN NUEVO MERCADO QUE CRECE MUY RÁPIDAMENTE.

Los recientes conflictos como el de Nagorno Karabaj y la invasión de Rusia a Ucrania, han demostrado la efectividad y letalidad de los sistemas autónomos letales denominados "Loitering Munitions" (LM). Uno de los aspectos más revolucionarios de las LM, es que otorgan a las pequeñas fracciones, la capacidad de disponer de un sistema portátil sofisticado, para adquirir y batir un blanco de oportunidad con extrema precisión. Los fabricantes de LM han expresado que, para poder responder a la creciente demanda global, trabajan principalmente en incrementar las capacidades y eficiencia de los sistemas, pero otorgándoles mayor supervivencia frente a las contremedidas del enemigo. Un aspecto interesante, es que el mirrado demanda no solo los productos hoy disponibles, sino aquellos que muestran mayor avance tecnológico y capacidades, en relación con su letalidad, alcance, carga útil y supervivencia, pero conservando siempre la simplicidad de uso.

[Leer + >>](#)


INFRAESTRUCTURA ESTRUCTURA LOGÍSTICA INTERNACIONAL COORDINA LA ASISTENCIA MILITAR A UCRANIA.

Con la invasión de Rusia a Ucrania llegaron a su fin tres meses, muchos países están proveyendo millones de US\$ en asistencia militar, para contribuir con las autoridades de Kiev, en el esfuerzo nacional para defender su soberanía. Desde marzo, miembros de las FFAA de EEUU, NATO y otros países, conformaron una Estructura "Ad-Hoc" de Gestión Logística, destinada a garantizar que todos los elementos de esa asistencia multinacional, lleguen a destino en tiempo y forma. Esa organización, denominada "EUCCOM Control Center-Ukraine/International Donor Coordination Centre" (EUCCUIDCC), gestiona, coordina y supervisa los envíos y además, asegura que los usuarios ucranianos estén adecuadamente entrenados para emplear el equipamiento que reciben.

[Leer + >>](#)


QUÍMICA



EMERGENCIAS Y CATASTROFES EL CAMBIO CLIMÁTICO PROVOCA DESASTRES EN AMÉRICA LATINA.

El tiempo extremo y los impactos del cambio climático, como las sequías y precipitaciones extremas, las olas de calor terrestres y marinas y el derretimiento de los glaciares, repercuten desde la Amazonia hasta los Andes y desde las aguas del Pacífico y el Atlántico hasta los fondos nevados de la Patagonia. Mientras la histórica ola de calor que azotó Europa está causando

> SEPTIEMBRE

<https://www.fie.undef.edu.ar/ceptm/wp-content/uploads/2022/09/09-2022-OTM-1.pdf>





Este documento de Vigilancia Tecnológica es elaborado por el Centro de Estudios de Prospectiva Tecnológica Militar Grt. Mosconi (CEPTM) y difundido en forma periódica como un aporte al mantenimiento del conocimiento específico profesional militar en las distintas especialidades de ingeniería

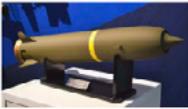
Septiembre 2022



HECHOS PORTADORES DE FUTURO
UGV PARA LA ARTILLERÍA.

Disponer de un vehículo autónomo terrestre (UGV) lanzador múltiple de cohetes de artillería (MLRS) es un objetivo del US Army, en el marco de su programa de Fuerzas Precisas de Largo Alcance. Uno de sus proyectos es el "Autonomous Multi Domain Launcher", desarrollado sobre la base del sistema en servicio HIMARS.

Leer + >>



ARMAMENTOS
ENSAYOS DEL PROYECTIL DE ARTILLERÍA HAMJET 155MM.

El US Army lleva adelante diversos programas para el desarrollo de futuros proyectiles de artillería de calibre 155mm, que sean capaces de hasta triplicar el alcance de los actualmente disponibles, disparados desde los sistemas de armas en servicio. Las Compañías Boeing (EUA) y Nammo (Noruega) ensayaron exitosamente el proyectil de artillería con propulsión "Ramjet 155mm". Además de la propulsión adicional, este proyectil dispone de guiado de precisión, así como superficies de sustentación y control, por lo que algunos expertos opinan que bien pueda considerarse como un "híbrido" entre un proyectil de artillería guiado y un misil. En esta primera etapa se verificó la estabilidad del proyectil y el funcionamiento de su sistema de propulsión. Con la estabilidad y la propulsión verificadas, la próxima etapa serán los ensayos del alcance y el guiado de precisión. Se estima que su alcance sería de 70 km.

Leer + >>



INFRAESTRUCTURA
ATAQUE A LA PLANTA NUCLEAR DE ZAPORIZHZHIA EN UCRAINIA.

La Planta Nuclear de Zaporizhzhia (Ucrania), considerada la instalación nuclear más grande de Europa y bajo control de Rusia desde que comenzó la invasión a Ucrania, ha sido atacada e impactada por proyectiles de artillería y cohetes. Tanto Rusia como Ucrania, han intercambiado acusaciones mutuas sobre la responsabilidad del suceso criminal. Si bien la planta continúa operativa, el Secretario General de ONU ha reclamado que Rusia permita el acceso de inspectores internacionales a la planta, para verificar el estado de la misma y sus condiciones de seguridad. Solicitó además, que Rusia abandone la planta y que se constituya una zona "fuerza militar" que quede fuera de las acciones de guerra, ya que de lo contrario, se podría desatar una catástrofe de magnitud incalculable, que afectaría gran parte de Europa.

Leer + >>



EMERGENCIAS Y CATÁSTROFES
UNA GUERRA NUCLEAR PROVOCARÍA HAMBRUNAS A NIVEL GLOBAL Y SU EFECTO DURARÍA MUCHOS AÑOS.

Una guerra nuclear, incluso una de carácter regional, podría alterar tanto el clima global, que miles de millones de personas morirían de hambre, según el modelo más aproximado desarrollado hasta la fecha por expertos, para tratar de establecer los efectos del llamado "Invierno Nuclear". El estudio se reinició al producirse la invasión Rusa a Ucrania, que puso al mundo nuevamente en alerta frente a una

> OCTUBRE

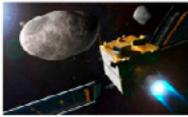
<https://www.fie.undef.edu.ar/ceptm/wp-content/uploads/2022/10/10-2022-OTM.pdf>





Este documento de Vigilancia Tecnológica es elaborado por el Centro de Estudios de Prospectiva Tecnológica Militar Grt. Mosconi (CEPTM) y difundido en forma periódica como un aporte al mantenimiento del conocimiento específico profesional militar en las distintas especialidades de ingeniería

octubre 2022



HECHOS PORTADORES DE FUTURO
MISIÓN DART DE DEFENSA PLANETARIA IMPACTA EN ASTEROIDE

NASA / Johns Hopkins APL - "El éxito de DART preparará una nueva página significativa en la caja de herramientas que debemos tener para proteger a la Tierra del impacto devastador de un asteroide" dijo Lindley Johnson, de la Oficina de Defensa Planetaria de la NASA. La nave impactó el 26 de setiembre de 2022 a 8,1 kilómetros por segundo contra el asteroide Dimorphos, creando una nube de escombros y polvo con una longitud que mide más de 10.000 kilómetros.

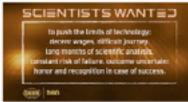
Leer + >>



ARMAMENTOS
CSIS, INFORME ACERCA DE LA VULNERABILIDAD DE LOS SISTEMAS DEF AE & MIS PARA NEUTRALIZAR MISILS DE CRUCERO

Un estudio realizado por el CSIS (Center for Strategic and International Studies) concluye que "... FUSA no estaría preparado adecuadamente para enfrentar el tipo de misiles de crucero, que Rusia está empleando manifiestamente en sus ataques durante la invasión a Ucrania". Expresa además "...que los comandantes militares y líderes políticos, han ignorado la necesidad de protección dentro del territorio de ese país, para neutralizar este tipo de misiles de vuelo bajo y gran capacidad de maniobra. En lugar de ello, se han invertido millones de USD en grandes sistemas interceptores de ICDM y lanzadores móviles, para agregar a las tropas en otros escenarios de conflicto". Los autores del informe, recomiendan como primer paso para abordar esta creciente amenaza, vincular los radares terrestres, las aeronaves de vigilancia, los UAS de vuelo a gran altura, así como los interceptores de misiles.

Leer + >>



INFRAESTRUCTURA
DARPA BUSCA CIENTÍFICOS E INGENIEROS PARA LAS FTAA DE FFIUII

Un nuevo esfuerzo de DARPA (Defense Advanced Research Project Agency) de EUA, tiene como objetivo reclutar a científicos e ingenieros destacados, para que comiencen sus carreras profesionales con un puesto por dos años en esa agencia. El Programa de becas de innovación de DARPA, seleccionará becarios para desarrollar y administrar una cartera de investigación exploratoria de alto impacto, con la finalidad de ayudar en la identificación de tecnologías, que resulten innovadoras para el Departamento de Defensa. Los becarios trabajarán con los administradores de DARPA, así como con la universidad, la industria y los artistas.

Leer + >>



EMERGENCIAS Y CATÁSTROFES
GASODUCTOS NORD STREAM SUPLEN FUGAS EN EL BáltICO; DINAMARCA DENUNCIA SABOTAJE.

Los dos gasoductos Nord Stream que conectan Rusia y Alemania a través del Báltico sufrieron gigantescas fugas este martes, precedidas de explosiones, atribuidas por Dinamarca a «actos deliberados» a las cuales la Unión Europea prometió una «respuesta firme». Las tres grandes fugas

277

> **NOVIEMBRE**

<https://www.fie.undef.edu.ar/ceptm/wp-content/uploads/2022/11/11-2022-OTM.pdf>



FIE Facultad de Ingeniería del Ejército
Universidad de la Defensa Nacional





Este documento de Vigilancia Tecnológica es elaborado por el Centro de Estudios de Prospectiva Tecnológica Militar Grl. Mosconi (CEPTM) y difundido en forma periódica como un aporte al mantenimiento del conocimiento específico profesional militar en las distintas especialidades de ingeniería.

noviembre 2022



HECHOS PORTADORES DE FUTURO
DISEÑO DE ROBOTS HUMANOIDES.

"Con IA en su núcleo y un cuerpo humanoide de tamaño completo como recipiente, es una exploración de las posibilidades del futuro ecosistema tecnológico de Xiaomi y un nuevo avance para la empresa", dijo Lei Jun, director ejecutivo de Xiaomi Group. CyberOne admite hasta 21 grados de libertad en movimiento y logra una velocidad de respuesta en tiempo real que le permite simular completamente los movimientos humanos".

Leer + >>



ARMAMENTOS
¿LANZADORES DE MISILES ANTITANQUE PARA EMPLEO EN DEFENSA AEREA CERCANA?

Las lecciones aprendidas de la invasión de Rusia a Ucrania, han reforzado la idea que, disponer de sofisticadas armas portátiles relativamente económicas, como los lanzadores portátiles de misiles Javelin (Atan) y Stinger (SHORAD), permiten al combatiente individual, destruir grandes sistemas de armas como blindados o aeronaves. Incluso se ha observado el empleo de sistemas MANPADS (Man Portable Aerial Defense System) para neutralizar misiles de crucero de baja velocidad, por parte de pequeñas fracciones de Ucrania. Esto ha motivado que la empresa Raytheon, fabricante de los citados Javelin y Stinger, avance en el desarrollo de una CIU (Command Launch Unit) "universal", que permita unificar así el sistema de lanzamiento y comando de los citados misiles, para su empleo tanto en misiones Atan como de Def Ae cercana.

Leer + >>



World Energy Outlook 2022

QUÍMICA
PANORAMA MUNDIAL DE LA ENERGÍA 2022.

La Agencia Internacional de Energía acaba de publicar la edición de este año del **World Energy Outlook (WEO)**, que muestra que la crisis energética global desencadenada por la invasión rusa de Ucrania, está provocando cambios profundos y duraderos que podrían ser usados para acelerar la transición hacia un sistema energético mundial más sustentable y seguro.

Leer + >>



INFRAESTRUCTURA
EUA Y EL REINO UNIDO, CAPACIDADES DE IMPRESIÓN 3D PARA EL CAMPO DE BATAJAL.

El Proyecto "Convergence 22", es un experimento multinacional que incluye a todos los servicios del ámbito de Defensa de los EEUU y que se lleva adelante, con el objetivo de mejorar la interoperabilidad y preparación de las FFAA futuras, tanto de los EEUU como del Reino Unido de Gran Bretaña. Esas instituciones están evaluando de que manera se puede fortalecer el apoyo entre las fuerzas, a través de actividades colaborativas específicamente en el ámbito de la revolucionaria tecnología de fabricación aditiva. Esto puede generar enormes beneficios para la gestión logística de mantenimiento y abastecimiento de las fuerzas militares, en especial en el desarrollo de actividades operacionales.

Leer + >>

> **DICIEMBRE**

<https://www.fie.undef.edu.ar/ceptm/wp-content/uploads/2022/12/OTM-Dic22.pdf>



FIE Facultad de Ingeniería del Ejército
Universidad de la Defensa Nacional





Este documento de Vigilancia Tecnológica es elaborado por el Centro de Estudios de Prospectiva Tecnológica Militar Grl. Mosconi (CEPTM) y difundido en forma periódica como un aporte al mantenimiento del conocimiento específico profesional militar en las distintas especialidades de ingeniería.

diciembre 2022



HECHOS PORTADORES DE FUTURO
DRONES Y EL ARMA DE ARTILLERÍA.

El jefe del cuerpo de artillería de Israel - que dirige los drones junto con la fuerza aérea-, afirmó que los drones armados no sólo proporcionan a Israel una potencia de fuego adicional, sino que también permiten, en una única plataforma, adquirir y destruir blancos para el arma de artillería.

Leer + >>



ARMAMENTOS
GROUND LAUNCHED SMALL DIAMETER BOMB (GLSDB), SISTEMA DE BAJO COSTO PARA PROVEER A UCRAANIA DE FUEGOS PRECISOS DE LARGO ALCANCE.

Rusia lleva adelante ataques masivos con misiles y UCAS sobre las principales ciudades de Ucrania, con el objetivo de destruir la infraestructura crítica y, de esa manera, doblegar la voluntad de lucha del país invadido. Ucrania no tiene manera de responder a esos ataques, con el equipamiento de aviones limitado que el mismo país de la NATO, le han provisto como parte de la asistencia militar. Una posible solución a esa limitación en alcance y precisión, ha sido propuesta por la empresa Doering. Consiste en utilizar los importantes stocks disponibles de bombas GBU 30 (SDB - Small Diameter Bomb), ensamblando con los motores cohete M28 que emplean los MLRS, de los cuales existen importantes stocks de reserva. De esa manera en un lapso de tiempo relativamente corto, se podría proveer a Ucrania con sistemas denominados GLSDB (Ground Launched Small Diameter Bomb), que lanzados desde los sistemas M142 HIMARS (High Mobility Rocket Artillery System) permitirían batir blancos de manera muy precisa hasta 150 km de distancia y a muy bajo costo por unidad.

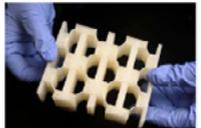
Leer + >>



INFRAESTRUCTURA
CONSECUENCIAS DE LOS ATAQUES MASIVOS DE RUSIA A LA INFRAESTRUCTURA CRÍTICA DE SERVICIOS BÁSICOS DE UCRAANIA.

A medida que el invierno se aproxima, disponer del suministro de energía eléctrica (EE) de forma constante se ha convertido en una gran preocupación para la población de las principales ciudades de Ucrania. Desde el 2022, Rusia ha realizado ataques masivos con misiles y drones letales, a la infraestructura crítica del país. Funcionarios ucranianos han informado que estos ataques han dañado cerca del 40% del sistema eléctrico y el 30% de las instalaciones generadoras de Energía. Varios países de la UE y EUA asisten a Ucrania para restablecer las capacidades en el área, aportando además soluciones de emergencia para aumentar la resiliencia de los sistemas de generación y distribución de EE. Ello permitirá hacer frente a un conflicto que se prevé de muy larga duración y a un invierno riguroso, que puede provocar severos problemas humanitarios a la población.

Leer + >>



QUÍMICA
NUEVOS MATERIALES PARA FABRICAR CHALECOS DE PROTECCIÓN BALÍSTICA REUTILIZABLES.

Leer + >>

4. NODO TERRITORIAL DE DEFENSA Y SEGURIDAD

4.1

Observatorio Tecnológico Aeroespacial (OTA)

Información para especialistas y académicos acerca del Estado del Arte Aeroespacial

El Observatorio Tecnológico del Aeroespacio (OTA), ha entrado en su tercer año de vida como parte del sistema de vigilancia tecnológica de defensa y seguridad de la que forma parte con el Centro Mosconi y el Observatorio Argentino del Ciberespacio. El OTA surge como una iniciativa de la Escuela Superior de Guerra Aérea (ESGA) en orden a mejorar las capacidades de los alumnos cursantes en las investigaciones de sus Trabajos Finales Integradores, brindando un servicio de vigilancia tecnológica a la comunidad aeroespacial.



A través del OTA y con el soporte y adiestramiento que brinda el Centro Mosconi, se apunta a la capacitación de futuros investigadores a partir de los alumnos de la especialización en “Conducción de Fuerzas y Operaciones Aeroespaciales, integrándolos al sistema de Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Estratégica de Nivel Nacional implementado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología, mediante el cual se intenta mantener el conocimiento del estado del arte y que es “LO NUEVO EN EL AEROESPACIO”, buscando un aprendizaje continuo acerca de este ambiente.

La etapa de proyecto de investigación en el presente año se ha dado por superada y actualmente se ha convertido en un servicio de vigilancia tecnológica de la Secretaría de Investigación de la ESGA, que como principal medio de comunicación emplea un Boletín mensual que se difunde a más 800 usuarios inscriptos.

A través de uno de los analistas Senior del Observatorio, se hacen entregas asincrónicas del OTA en una versión más informal, las mismas pueden tener frecuencias de entre 3 y 15 días y se ejecutan a través de la Red LinkedIn, los boletines se encuentran disponibles en un drive virtual del observatorio y sus contenidos son bajados de manera periódica a un aula virtual disponible en la Plataforma Educativa Virtual de la ESGA.

Durante el año 2022, se realizaron 11 boletines OTA oficiales, los cuales pueden ser accedidos en el URL: [pub https://www.esga.mil.ar/Observatorio/boletines.html](https://www.esga.mil.ar/Observatorio/boletines.html). Se publicaron 98 Boletines informales a través de la Red LinkedIn, los boletines informales, se diferencian de los oficiales, porque no siguen el proceso de control de edición y filtros que establece el instituto, pero permiten una llegada en oportunidad a la comunidad mucho más amplia y actualizada.

Dentro de las tareas de extensión y difusión, las mismas han comprendido las siguientes actividades:

1. Artículo Revista Pucará Defensa “Aeroespacio: Soberanía y Delincuencia” (Jul2022) <https://www.pucara.org/post/aeroespacio-soberan%C3%ADa-y-delincuencia>
2. La evolución de las tecnologías hacia los cazas de 6º generación (Jul 2023) <https://www.pucara.org/post/la-evoluci%C3%B3n-de-las-tecnolog%C3%ADas-hacia-los-cazas-de-6%C2%BA-generaci%C3%B3n>
3. CONFLICTO UCRANIA-RUSIA
4. “500 días una perspectiva del Poder Aéreo, una perspectiva del Poder Aéreo, focalizada en los niveles de la guerra (Jul 2023) <https://www.pucara.org/post/guerra-en-ucrania-500-d%C3%ADas-una-perspectiva-del-poder-a%C3%A9reo-focalizada-en-los-niveles-de-la-guerra>
5. Webinar con el Centro de Estudios Estratégicos Aeroespaciales de la Fuerza Aérea de Chile (Abril 2023)
6. Conferencia sobre Estrategia Aeroespacial a la Escuela Superior de Guerra Aérea del Perú

Se continúa trabajando en la interacción con los alumnos de la ESGA a través del aula virtual OTA en la Plataforma Educativa Virtual (PEV) de la ESGA (figura 1).

ILUSTRACIÓN 2 FIGURA DEL AULA VIRTUAL DEL OBSERVATORIO OTA EN LA PEV DE LA ESGA



A través de esta aula virtual, se implementaron:

1. **Foros** de intercambio; para discusión de información
2. **Base** de datos para almacenar noticias que permiten a los analistas determinar si resultan prioritarias para su publicación y establecer cuáles han sido publicadas.
3. **Wiki**: donde se pueden publicar, comentar y discutir diferentes aspectos de la problemática aeroespacial que se plantean en las distintas páginas congruentes con las áreas de trabajo del observatorio

4. **Pre-boletines:** es un área que en formatos de libros se presenta de manera previa los boletines que se proponen para el próximo mes

Esta aula virtual se comenzará a implementar en 2021, una vez que nuestros nuevos alumnos hayan sido capacitados como observadores tecnológicos, la intención es que la misma, se constituya en una herramienta útil para los trabajos finales integradores, así como una herramienta de trabajo para nuestro observatorio

Acciones Próximas:

1. En el Mes de septiembre se participará en el Seminario de Poder Aeroespacial y tecnologías de la Cuarta Revolución Industrial a Realizarse en la Escuela de Aviación Militar en Córdoba.
2. En octubre se expondrá acerca de “La teoría del poder aéreo y espacial en Argentina” en la Universidad de la Fuerza Aérea, Brasil en el marco del “Curso de Teoría del Poder Aeroespacial para estudiantes de doctorado”.

4.2

Observatorio Argentino del Ciberespacio (OAC) del Instituto de Ciberdefensa de las Fuerzas Armadas

Director: BM (R) Alejandro Moresi

Co-director: TC (R) OIM Carlos F. Amaya

Editora: Bibliotecaria Alejandra Castillo

El Boletín del Observatorio Argentino del Ciberespacio (BOAC), continuó publicándose en 2022 por quinto año consecutivo, materializando la tarea con los números 42 (marzo) al 48 (octubre)

- > <https://www.esgcffaa.edu.ar/esp/oac-boletines.php>
- > https://www.fie.undef.edu.ar/ceptm/?page_id=5825
- > <http://www.cefadigital.edu.ar/handle/1847939/2033>
- > <https://www.fuerzas-armadas.mil.ar/Instituto-Ciberdefensa-Fuerzas-Armadas/boletinesNoticias2022.html>
- > <https://cosechador.siu.edu.ar/bdu/Record/I58-R1641847939-1321/Details>

Asimismo, continúa integrado plenamente al nodo de Defensa y Seguridad del MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN- SUBSECRETARÍA DE ESTUDIOS Y PROSPECTIVA- DIRECCIÓN NACIONAL DE ESTUDIOS (DNE), nodo que es administrado por el Centro de Estudios de Prospectiva Tecnológica Militar “General Mosconi” de la Facultad de Ingeniería del Ejército.

Hemos seguido tratando temas que, en especial, sirvan de apoyo a nuestros educandos pretendiendo, a la vez, despertar ideas que aporten para sus tesis de Maestría, sin dejar de lado que nuestro objetivo se reafirma en la intención de llevar a la comunidad ciberespacial distintas perspectivas de este nuevo ámbito operacional, aportando novedades, reportes e informes que permitan a la comunidad educativa y a la sociedad en general conocer más acerca de este.

Continuamos considerando las áreas de Estrategia, Ciberdefensa, Ciberguerra, Ciberconfianza, Ciberforencia y Ciberdelito, sin dejar de incluir en todos los números estadísticas y anuncios sobre amenazas ocurridas en el ciberespacio.

Desde el número 44, correspondiente al mes de marzo, hemos incluido siempre temas de Inteligencia Artificial.

A partir del número 45 (mes de junio) el Boletín es publicado desde el nuevo Instituto de Ciberdefensa de las FFAA dependiente de la Facultad Militar Conjunta.

Agregamos a continuación estadísticas de aperturas solo sobre un universo promedio de 1000 suscriptores, sin considerar las consultas desde buscadores de internet o por links específicos.

Ciberconfianza, Ciberforensia, Ciberdelito y Novedades.

Marzo 2022 (Número 42)

Tema central tratado:
"La inteligencia en las operaciones de la información"

País	Cantidad de consultas	Porcentaje
USA	295	58,9%
Argentina	136	27,1%
Brasil	57	11,4%
México	5	1,0%
China	3	0,6%
Rumania	2	0,4%
Colombia	1	0,2%
Panamá	1	0,2%
Perú	1	0,2%

Abril 2022 (Número 43)

Tema central tratado:
"La guerra de ucrania dispara los ciberataques"

País	Cantidad de consultas	Porcentaje
Estados Unidos	345	63,1%
Argentina	114	20,8%
Brasil	53	9,7%
España	25	4,6%
Bélgica	2	0,4%
China	2	0,4%
México	1	0,2%
Nicaragua	1	0,2%
Panamá	1	0,2%

Mayo 2022 (Número 44)

Tema central tratado:
"Orientaciones para el diseño, planeamiento, implantación y desarrollo de una ciberdefensa militar"

País	Cantidad de consultas	Porcentaje
Estados Unidos	247	59,5%
Argentina	110	26,5%
Brasil	42	10,1%
Perú	5	1,2%
Austria	2	0,5%
China	2	0,5%
Bélgica	1	0,2%
Colombia	1	0,2%
España	1	0,2%
Croacia	1	0,2%

Junio 2022 (Número 45)

Tema central tratado:
"Gestión de riesgos de la cadena de suministro de ciberseguridad"

País	Cantidad de consultas	Porcentaje
Estados Unidos	337	65,7%
Argentina	117	22,8%
Brasil	45	8,8%
México	5	1,0%
Reino Unido	2	0,4%
Perú	2	0,4%
Colombia	1	0,2%
Francia	1	0,2%
Nicaragua	1	0,2%
Panamá	1	0,2%

Julio 2022 (Nro 46)

Tema central tratado:
"Conociendo al Comando Conjunto de Ciberdefensa"
 Entrevista con el Gral. Anibal Intini

País	Cantidad de consultas	Porcentaje
Estados Unidos	254	59,8%
Argentina	111	26,1%
Brasil	48	11,3%
Perú	3	0,7%
Colombia	2	0,5%
México	2	0,5%
Suecia	2	0,5%
Uruguay	2	0,5%
Nicaragua	1	0,2%

Agosto/Septiembre 2022 (Número 47)

Tema central tratado:
"La guerra invisible"

País	Cantidad de consultas	Porcentaje
Estados Unidos	269	63,6%
Argentina	94	22,2%
Brasil	42	9,9%
Suecia	4	0,9%
China	3	0,7%
Uruguay	3	0,7%
México	2	0,5%
Nicaragua	2	0,5%
Suiza	1	0,2%
España	1	0,2%

Octubre 2022 (Número 48)

Tema central tratado:
"El aumento del uso del ciberespacio como vector de ataque en conflictos"

País	Cantidad de consultas	Porcentaje
Estados Unidos	230	63,2%
Argentina	82	22,5%
Brasil	35	9,6%
Suecia	10	2,7%
China	2	0,5%
Reino Unido	2	0,5%
México	2	0,5%
Israel	1	0,3%

TEC1000 es una publicación anual que aborda la Vigilancia Tecnológica y el Análisis Prospectivos para afrontar con éxito las amenazas y desafíos tecnológicos futuros.

Nuestras publicaciones



TEC1000 . 2016



TEC1000 . 2017



TEC1000 . 2018



TEC1000 . 2019-2020



TEC1000 . 2021

