

EL ROL DE LAS ARMAS LÁSER DE ALTA POTENCIA EN EL CAMPO DE BATALLA FUTURO

*The role of high-powered laser weapons
on the future battlefield*

Branko Versalovic Serrano*

Alumno Academia de Guerra

Resumen: la evolución tecnológica es una constante de la humanidad que ha alcanzado al ámbito militar, surgiendo diferentes sistemas de armas y recursos que sirven para el empleo en operaciones de guerra y distintas de la guerra. De tal forma, se aprecia como nuevo elemento militar a las armas láser de alta potencia (HELW¹), que luego de cuatro décadas de desarrollo, se encuentran próximas de ser empleadas operativamente. Este artículo busca exponer algunas características y capacidades de las denominadas HELW, presentando un campo de batalla futuro (CBF) genérico al 2040, que se utiliza para determinar el rol que probablemente tendrán dichas HELW en el futuro.

Palabras claves: Armas láser de alta potencia, campo de batalla futuro, capacidades, rol, tecnología.

Abstract: technological evolution is a constant of humanity that has reached the military level, emerging different weapons systems and resources that are able for use in war operations and other than war. In this way, it is seen as a new military element the high-energy laser weapons (HELW) that, after four decades of development, are close to being used operatively. This article seeks to expose some characteristics and capabilities of the so-called HELW, presenting a generic future battlefield (CBF) to the year 2040, which is used to determine the role that named HELW will probably have in the future.

Key words: High power laser weapons, future battlefield, capabilities, role, technology.

* Oficial de Ejército del arma de Caballería Blindada, con el grado de Mayor. Licenciado en Ciencias Militares y especialista de Estado Mayor; magíster en Ciencias Militares con mención en Planificación y Gestión Estratégica; diplomado en Formulación y Evaluación de Proyectos; Ciencias Sociales; Políticas Públicas; Gestión Pública y; en la Función Inteligencia en el Estado Contemporáneo.

¹ Por su sigla en inglés High Energy Laser Weapons.

INTRODUCCIÓN

En el contexto de un mundo moderno y altamente globalizado, se esgrimen características esenciales que cada vez son más influenciadas por el crecimiento tecnológico que el ser humano ha alcanzado en diversas áreas de desarrollo. Así, es posible observar que el mundo militar no se encuentra exento de dicha evolución tecnológica, apreciando que “desde el final de las Guerras Napoleónicas en 1815, los cambios tecnológicos y sociales han sido los principales factores en la constante evolución de la guerra en todos los niveles” (Vego, 2007, p. xix), lo que se ha proyectado hasta la actualidad, observando que dentro de los inventarios militares que se proyectan en aquellos países desarrollados del orbe se encuentran las HELW.

Este nuevo tipo de armas cuenta con una data de desarrollo de alrededor de cuarenta años y se encuentra en condiciones operativas en algunos casos como son los de EE.UU. e Israel, que dan cuenta de avances que se traducen en pruebas de campo y el despliegue de estos sistemas de armas.

La inserción de las HELW en operaciones militares supone repercusiones que van a surgir a raíz de las nuevas capacidades que ofrecen y que modifican la concepción clásica de las armas que emplean la pólvora para generar efectos mediante la energía química o cinética. Estos efectos aún no son tangibles y resta aún visualizar nuevas etapas de desarrollo y los resultados que se obtengan del empleo operativo, lo que generará una interacción entre las HELW y el CBF donde se conciba su empleo.

Bajo este contexto, el presente artículo se basa en el trabajo de investigación del mayor Branko Versalovic Serrano, del mismo título que se presenta y pretende explicar cuál será el papel que tendrán las HELW en el contexto de un CBF genérico estructurado al 2040.

EL ROL DE LAS HELW EN EL CBF

Surgimiento y evolución de las HELW

La palabra láser corresponde a un acrónimo del idioma inglés y que significa “amplificación de la luz mediante la emisión estimulada de radiación”, por tanto, entendemos que el láser es un “dispositivo que crea y amplifica un haz de luz coherente, estrecho e intenso” (Zohuri, 2016, p. 26). Esto quiere decir que un láser corresponde a la emisión de una radiación que genera una luz coherente, con una direccionalidad acotada hacia el sentido donde se proyecta.

Hacia fines del siglo XIX, el renombrado científico Nikola Tesla escribió su teoría del “rayo de la muerte” que concebía un dispositivo con capacidad de destruir instantáneamente ciudades enteras, en todo el mundo, obligando a la humanidad a transitar el camino de la paz (Grünschläger, 2016, p. 181). No obstante, la base científica de la explicación del láser surgiría de manos de Albert Einstein, por medio de su teoría de la relatividad de 1905, lo que fue ampliado en 1917 con la incorporación del principio de emisión estimulada, fenómeno que utilizan los láseres.

Desde dicha base teórica se comenzó la investigación de este recurso, presentándose diferentes usos desde la década de los 60 hasta nuestros días. Conforme lo expone el PhD indio Debabrata Goswami, los usos actuales para el láser son los siguientes (Light and Light Based Technology, 2016, pp. 79-87):

- Comunicación óptica y almacenamiento: para el procesamiento de las telecomunicaciones e información como, por ejemplo, en escáneres láser de supermercado (y los códigos de barra) o los lectores de CD y otros similares.
- Mecanizado y corte por láser: mediante la concentración del haz para obtener resultados físicos sobre distintos materiales, rígidos o flexibles, con un alto grado de efectividad, pudiendo realizar cortes sobre una goma, o bien sobre materiales de alta dureza.
- Usos en la metrología y geofísica: para efectuar distintos tipos de mediciones en topografía y construcción, con rayos láser que dibujan rectas en el aire.
- Imágenes láser y holografía: para realizar mediciones extremadamente precisas y registrar imágenes tridimensionales como, por ejemplo, en grandes telescopios astronómicos, como algunos existentes en el norte del país.
- En medicina: principalmente en ámbitos quirúrgicos, aportando a disciplinas como la oftalmología, traumatología e incluso a la cirugía estética, por mencionar algunos.
- Imagen biomédica y superresolución: para captar imágenes de diversos tejidos en el ámbito biomédico.
- Aplicaciones militares y de defensa: conforme con los rangos de potencias de emisión de láseres, existen diversos usos, como en telémetros,

designadores de blancos, sensores remotos, en sistemas de comunicaciones y finalmente como armas de energía dirigida.

De las aplicaciones militares se encuentran las HELW, que son entendidas como un sistema de armas que mediante una estimulación de luz amplificada genera potencias de salida desde los 25 kW y superiores, que le permite generar efectos destructivos en blancos hasta 18 kilómetros de distancia, pudiendo ser ellos cohetes, proyectiles de artillería y morteros, aeronaves tripuladas, algunos misiles de diverso tipo, como los supersónicos antibuques y balísticos; lo que ejecuta operando desde distintos tipos de plataformas (terrestres, navales y aéreas) en modalidades aire a aire, tierra a aire o aire a tierra.

La investigación y desarrollo de las HELW se ha expandido hacia varios países que se encuentran en diferentes niveles de avance. Países como Alemania, China, Estados Unidos, India, Israel, Reino Unido y Rusia cuentan con dicho recurso, siendo de ellos los casos de EE.UU. e Israel aquellos que tienen la delantera en la materia, con pruebas de operación de sistemas contra diferentes tipos de blancos.

Uno de los elementos que conlleva la aparición de las HELW dentro de los recursos tecnológicos de una fuerza militar se relaciona con el contexto legal internacional, existiendo normativa que prohíbe los láseres cegadores², sin embargo, a raíz de los efectos destructivos que puede causar una HELW, no se aplica dicha prohibición para su uso. De todas formas, resta aún el pronunciamiento del ámbito jurídico internacional respecto de algunos puntos que podrían generar una futura controversia, como podría ser el cuestionamiento de la proporcionalidad de su uso contra una fuerza que no cuente con dicho recurso, debido a la superioridad que se relaciona con sus cualidades particulares.

Características y capacidades de las HELW en uso

Para abordar el estudio de las HELW, los máximos referentes actuales corresponden a EE.UU. e Israel, países que llevan la delantera en cuanto a la operación en pruebas de campo y resultados con efectos tangibles de su uso. En tal sentido, EE.UU. cuenta con una garantía que ningún otro país posee, la que es contar armas probadas en plataformas de las distintas dimensiones (tierra, aire y mar), sin considerar el progreso alcanzado con armas láser de menor potencia, considerándose como HELW para el estudio de Versalovic,

² Protocolo IV del Convenio de Ginebra de 1991.

los proyectos Vesta, Firestrike, ALADIN/ ATHENA y LaWS en el USS Ponce³. Por su parte, Israel cuenta con el sistema Iron Beam, que surge desde la experiencia obtenida en el programa desarrollado en conjunto con los EE.UU., que consideró el Tactical High Energy Laser (THEL), evolucionando posteriormente hacia el Mobile Tactical High Energy Laser (MTHL) norteamericano.

Tomando en consideración las cualidades de los sistemas de armas de ambos países referentes, que fuesen detallados anteriormente, el estudio arrojó algunas características y capacidades generales, que sirvieron de base para determinar su comportamiento o rol en el contexto del CBF al 2040.

Las características generales de las HELW se refieren a un concepto tecnológico que, incorporado en diversas plataformas de las distintas dimensiones físicas, ha logrado en la actualidad una potencia de salida superior a los 25 kW a raíz de la combinación de haces láser menores y calidades en rangos aceptables, pero con capacidades que aún son necesarias de perfeccionar y que la hacen escalable hasta rangos de alrededor de 100 kW. Las HELW de EE.UU. e Israel se han probado en plataformas navales y en lo terrestre como recursos fijos, con alcances que abarcan desde 1,5 a 18 km de distancia aproximadamente, operando en forma continua conforme con la disponibilidad de energía de entrada y la capacidad de refrigeración. En general, los subsistemas que presentan las HELW les permiten detectar, enganchar y seguir blancos, combinando sensores que les otorgan la capacidad de disparar con alta potencia y gran precisión, lo que disminuye el daño colateral sobre otros recursos que se encuentren en las cercanías del blanco seleccionado. Finalmente, los costos de su desarrollo han sido elevados, sin embargo, los de empleo son muy bajos en comparación con las armas convencionales de la actualidad, contando con un “cargador” prácticamente ilimitado que depende de la energía disponible, lo que les otorga una alta eficiencia en términos de sus necesidades logísticas.

En cuanto a las capacidades genéricas que se visualizan desde las pruebas de operación de las HELW de EE.UU. e Israel evidencian la versatilidad para su empleo en diversos tipos de misiones ofensivas o defensivas, sin embargo, las limitaciones actuales derivadas de los niveles de desarrollo alcanzados las plantean en funciones defensivas principalmente. Esto les permite participar de la protección de recursos críticos fijos, de fuerzas de maniobra terrestres, embarcaciones y aeronaves. Su empleo como arma

³ Este sistema láser fue trasladado desde el *USS Ponce* al *USS Portland* durante 2019, estimándose que contará con capacidades superiores a las exhibidas en el buque donde inicialmente se desplegó. Sin embargo, debido a la temporalidad de la investigación, no fue considerado en el cuerpo de la tesis empleada para el presente artículo.

antiaérea le permite batir vehículos aéreos no tripulados (que pueden ser empleados como “enjambres”) y diferentes tipos de municiones (cohetes, misiles, morteros y de artillería, principalmente), así como embarcaciones de ataque rápido en la dimensión marítima o en el cegamiento de sensores ISR. Además, las HELW tienen la capacidad para operar de día o de noche (sujetas a condiciones ambientales), con una capacidad de respuesta rápida y directa contra blancos en movimiento.

Como fuese mencionado, la tecnología que envuelve a las HELW se encuentra en evolución, por tanto, es probable que se pueda encontrar actualmente otras características o capacidades adicionales a las mencionadas anteriormente y que fuesen analizadas en el estudio ya indicado, hasta principios de 2019.

Los casos de China y de Rusia

Sin perjuicio de lo anteriormente expuesto, es interesante volcar una mirada de posibles desarrollos con los que cuentan en la actualidad países como Rusia y China, como posibles oponentes de EE.UU., a pesar de considerarse con menores avances en la materia.

Respecto de Rusia, John G. Dayton señala que también cuenta con investigación y desarrollo de tecnologías de armas láser desde la Guerra Fría, con un programa robusto que consideraba desde algunas basadas en el espacio hasta armas de batalla del nivel táctico. Después de la caída de la URSS disminuyó este interés, evidenciándose que actualmente Rusia puede haber renovado su interés en retomar la iniciativa en el desarrollo de armas láser, siendo mencionado por el exjefe del Estado Mayor General de Rusia, Yury Baluevsky, que su país “está en un camino similar al de Estados Unidos en el desarrollo de armas láser, para incluir láseres aerotransportados;” como es el ejemplo de 2009, con una nueva idea para el avión A-60 *Falcon Echelon*, equipado con una HELW, posiblemente de clase mW⁴, diseñado para atacar satélites con otras aplicaciones en el aire en consideración para el futuro; sin embargo, otras declaraciones indicarían que Rusia está experimentando problemas similares con la potencia del láser y la propagación del haz.

Rusia también está buscando contramedidas para las armas láser. Por ejemplo, el Instituto Lexington informa que, “según se informa, el SSB-ICSM [misil balístico intercontinental] ruso ha incorporado una serie de contramedidas a las armas de energía dirigida, incluido el revestimiento reflectante y la rotación de refuerzo”, lo más probable es que Rusia esté llevando a cabo actividad de

⁴ MegaWatts.

investigación de HELW más allá de las revelaciones obtenidas desde fuentes abiertas (Dayton, 2015, pp. 40-41).

Por su parte, China también está investigando y desarrollando tecnología de armas láser. Aunque no hay mucha información de fuentes abiertas disponible, comúnmente se evalúa que el gigante asiático está buscando tecnologías de energía dirigida. *Defence Today* destaca la abundancia de publicaciones no clasificadas y revistas académicas centradas en tecnologías básicas de armas láser, directores de rayos y tecnologías relacionadas. La integración de estas tecnologías básicas y la capacidad actual de estos sistemas es en gran medida desconocida. Kopp sugiere que “el Ejército Popular de Liberación será un jugador importante y podemos esperar que las aplicaciones de defensa puntual como la contra PGM⁵ y los sistemas de misiles de contra-crucero sean los primeros en surgir, como el poder, la calidad del haz y los requisitos de apuntado sean los menos desafiantes”. En 2006, el director de la Oficina de Reconocimiento Nacional (NRO) confirmó que China había iluminado un satélite estadounidense utilizando un láser terrestre. La investigación china anterior se centró en gran medida en láseres químicos similares a los de Estados Unidos, pero los esfuerzos más recientes se han desplazado a la tecnología láser de fibra y estado sólido. En noviembre de 2014, la Academia de Ingeniería Física de China presentó un sistema de armas láser “nativo” de 10 kW diseñado para atacar vehículos aéreos no tripulados. China afirma que el láser es capaz de apuntar a UAV pequeños dentro de los 5 segundos posteriores a la identificación, a altitudes de hasta 500 metros sobre el suelo y se extiende hasta 2 kilómetros. La Academia de Ingeniería Física de China también confirmó que se estaban desarrollando sistemas láser con mayor potencia y alcance.

Características del campo de batalla futuro

El campo de batalla, por definición clásica, se entendía como “el lugar circunscrito en que combaten los ejércitos” (Almirante, 2002, p. 215), englobando un espacio netamente físico donde las fuerzas se enfrentan para quebrantar la voluntad de lucha del oponente. Sin embargo, este concepto ha ido en evolución, encontrando que la propia Doctrina “El Ejército y la Fuerza Terrestre” (2010) lo define como “un concepto más bien de carácter prospectivo, que supone una abstracción de la realidad puramente física. Considera la construcción de un escenario virtual, donde se visualiza el desarrollo, resultado y consecuencias de la ejecución de las operaciones militares como un todo”, considerando el espacio geográfico y otras variables asociadas, fuerzas que se oponen, con sus capacidades y efectos que generan (Ejército de Chile,

⁵ Munición guiada de precisión.

2010, p. 113). Este campo de batalla se conforma por las variables: escenario, amenazas, tecnología, espectro electromagnético, ciberespacio, dimensión humana, entorno jurídico, organizaciones internacionales (OI) y organizaciones no gubernamentales (ONG) y medios de comunicación social (MCS).

Por su parte, en la actualización de la doctrina antes mencionada la relacionada con “La Fuerza Terrestre” (2019) define al campo de batalla como “aquella porción del AOP⁶ donde se desarrolla una operación militar. Comprende a todos los dominios (terrestre, marítimo, aéreo, espacial y ciberespacio). Se define y analiza en el IPB⁷. Comprende el Área de Responsabilidad, el Área de Interés y el Área de Influencia” (Ejército de Chile, 2019, p. 169), con lo que se aprecia que no la desglosa en las variables constitutivas previamente expuestas, sino que emplea aquellas que se analizan en el IPB, sin restringir el uso de otras.

Debido a la investigación efectuada respecto del “Rol de las Armas Láser de Alta Potencia (HELW⁸) en el Campo de Batalla Futuro (CBF)” (2019), se utilizan las variables del campo de batalla que listaba la doctrina nacional en reemplazo, modificada según un trabajo multidisciplinario liderado por la Dirección de Operaciones del Ejército (DOE), durante 2018 y 2019, con lo que se ejecutó la proyección de dichas variables, en relación con lo que Estados Unidos y España proyectaban en cuatro estudios de tendencias ejecutados por dichos países, determinando un CBF genérico hacia el año 2040, que se describe como se lista a continuación (Versalovic, 2019):

- *Escenario:* se prevé que las operaciones militares tiendan a desarrollarse en el contexto de espacios urbanos, incorporando abiertamente al ciberespacio como una expansión del CBF como parte intangible del escenario. Además, la convulsión social y debilitación del sistema democrático representativo genera las condiciones para que se presenten actores no militares que pueden amenazar la seguridad.
- *Amenaza:* las amenazas emplean sus fuerzas militares con modos simétricos y asimétricos por medio de los cinco dominios, sumándose como potenciadores del empleo híbrido el crimen organizado y el terrorismo. Persiste la presencia de ADM⁹ que pueden ser lanzadas desde largas distancias, presentándose además actores subnacionales y transnacionales que ejercen presión e influyen en el CBF.

⁶ Área de operaciones.

⁷ Proceso de integración del campo de batalla.

⁸ Por su sigla en inglés High Energy Laser Weapons.

⁹ Armas de destrucción masiva.

- *Tecnología:* se aprecia como una variable determinante en el CBF 2040, presentándose armas convencionales como misiles antitanques y balísticos, artillería de cohetes y misiles con mejores alcances, precisión y eficiencia en el empleo energético. Las armas antiaéreas se perfeccionan e incorporan la radiofrecuencia y los láseres. Por su parte, los satélites potencian sus funciones de posicionamiento, navegación, temporización y gestión de información. Persiste y se amplía la presencia de vehículos no tripulados y robots gestionados vía remota. En cuanto a las plataformas terrestres, aéreas y navales mejoran sus cualidades de alcance y autonomía. La cibernética se potencia potentemente en el ciberempleo, relacionándose con la computación cuántica y el *big data* que potencian el análisis y gestión de la información. Se prolifera el uso de nanotecnología que vuelve más eficiente la generación de recursos militares en sus distintos ámbitos de empleo.
- *Ciberespacio:* se potencia como un dominio del CBF, que permite la acción de fuerzas de diverso potencial, que lo presenta como una variable de gran influencia. La interacción del hombre con el computador se extiende hacia todos los aspectos, expandiéndose el internet de las cosas que presenta la oportunidad para el accionar de la amenaza mediante ciberoperaciones que pueden generar incluso efectos físicos.
- *Dimensión humana:* las fuerzas se componen de hombres y mujeres que presentan amplias habilidades y son connaturales con los recursos tecnológicos y cibernéticos. La posibilidad de incorporar biología sintética, en aquellos casos de países desarrollados, permite potenciar la capacidad natural del ser humano, lo que repercute en la capacidad de la fuerza, recalándose que solo se sitúa en grandes potencias con centro en los EE.UU. Las fuerzas se entrenan y emplean por medio de los cinco dominios del campo de batalla, siendo clave la acción e interacción conjunta que complementa las capacidades. Asimismo, la fuerza se prepara y actúa en contextos de seguridad y defensa en forma aislada o bajo el amparo de OOH y coaliciones, profundizándose la capacidad polivalente de las fuerzas militares.
- *Entorno jurídico:* se mantiene la legislación que regula el conflicto armado con modificaciones propias de su evolución, sin embargo, actores estatales y no estatales desafían la norma al actuar por debajo del umbral de la guerra. Se presentan conflictos en la generación e interpretación de normas referidas a DD.HH. y de acciones en los dominios marítimo, aéreo, espacial y ciberespacial, lo que dificulta la ejecución de operaciones militares, a la vez que da espacio para el actuar en un “área gris de la guerra” para aquellos actores que desafían la norma. Asimismo, la evolución

tecnológica de armas y recursos militares dificulta la implementación de normas para su empleo y genera controversias, ocurriendo esto para el uso masivo de vehículos no tripulados y robots, por citar un ejemplo.

- *Organizaciones internacionales y organizaciones no gubernamentales:* algunas OI importantes se adaptan por las relaciones entre las superpotencias, pero se mantienen vigentes. Las OI y alianzas se convierten en un marco normal para accionar en los ámbitos de la seguridad y defensa. Algunas ONG tienen gran influencia económica, informativa e ideológica, sumándose como actores preponderantes en el CBF.
- *Medios de comunicación social:* las redes sociales (RSs) sirven como plataforma para proliferar ideas y tendencias en el CBF, pudiendo llegar a distintos lugares en corto tiempo y generar influencias que podría aprovechar la amenaza en su favor.
- *Gestión comunicacional:* la proliferación tecnológica de internet, el alcance de las RSs y los MCS permiten emplear dichos recursos en favor de distintos actores gubernamentales, pero también no gubernamentales que pueden propiciar ideologías y narrativas para afectar la toma de decisiones y restringir la libertad de acción de las fuerzas militares. La gestión comunicacional se explota como recurso favorable de las INFOOPS en los distintos niveles de la conducción, siendo un factor gravitante en el CBF.
- *Simultaneidad de esfuerzos:* la complejidad del escenario y de los actores podrían exigir que las fuerzas militares deban emplearse paralelamente en operaciones militares de guerra y distintas de la guerra. Las condiciones ambientales y sociales imperantes exigirán que una fuerza militar deba mantener esfuerzos simultáneos en acciones de seguridad y defensa.
- *Capacidad militar:* la necesidad de gestar un reto a EE.UU. genera que sus oponentes generen opciones de empleo por debajo del umbral de la guerra, mezclándose el actuar simétrico y asimétrico, con una capacidad híbrida que se complementa con capacidades de ciber guerra, y mediante todos los dominios. Esto genera que dicha forma de actuar se pueda extender hacia diferentes actores internacionales que visualicen una desventaja de potenciales con sus adversarios, empleando la combinación híbrida. Se potencia la acción aérea y marítima, cobrando gran preponderancia en el CBF.

CONCLUSIONES

Derivado del estudio relativo al rol de las HELW en el CBF 2040 definido, se alcanzaron distintas conclusiones que se resumen en:

- Temas como el contenido en la investigación citada presentan una alta complejidad y son mayoritariamente desconocidos en la realidad nacional, ya que las HELW se han desarrollado en los países más avanzados del planeta y la determinación de un CBF genérico al 2040 supone la necesidad de tomar estudios prospectivos que son carentes en nuestro país. Por tanto, se debe constituir como un interés institucional, mantener estudios militares referidos a temáticas que aborden tendencias que se observen en distintos rincones del orbe y que sirvan para explorar diferentes realidades. En tal sentido, muchas veces se requerirá, como es el caso del estudio citado en este texto, de un esfuerzo mancomunado de estudios científicos y tecnológicos, con aquellos que aborden temáticas de estado mayor.
- Las HELW hoy constituyen una realidad palpable, que surge de una iniciativa norteamericana impulsada por el presidente Reagan en la década de los 80, expandiéndose actualmente hacia diferentes países como Alemania, China, Estados Unidos, India, Israel, Reino Unido y Rusia, siendo los casos de EE.UU. e Israel quienes llevan la delantera en la materia, con pruebas de operación de sistemas contra diferentes tipos de blancos y con el inicio de despliegues operativos.
- Las HELW ofrecen nuevas capacidades para el empleo de una fuerza militar, pudiendo batir diferentes tipos de blancos con un disparo invisible e insonoro que alcanza la velocidad de la luz, dependiendo netamente de la fuente de energía con que cuente y la potencia de salida que pueda generar. Sus características particulares generan una discusión jurídica en cuanto a las implicancias que puede conllevar su uso, constatándose que la normativa que prohíbe los láseres cegadores no afecta al uso de las HELW, restando pronunciamiento jurídico respecto de algunos puntos que podrían generar una futura controversia, como es el poder de destrucción (proporcionalidad) que pueden generar.
- Respecto de las HELW de EE.UU. e Israel se identifican aspectos comunes que comparten las armas montadas en plataformas de diferentes dimensiones, manteniendo un poder destructivo y un alcance relacionado con aspectos técnicos que han sido logrados en referencia con

la potencia de salida, refrigeración, fuentes de poder, calidad del haz y otros que se ampliarán hacia un futuro muy cercano, permitiendo la operación de la tecnología presentada en distintos escenarios, con una alta *performance*.

- Los esfuerzos realizados por Rusia y China reflejan que los posibles escenarios de empleo para las HELW de dichos países se plasman en diversas áreas geográficas y dimensiones, pudiendo determinarse un empleo táctico desde diversas plataformas y con un desempeño en diversos campos de batalla, así como también en la lucha contra misiles balísticos y nucleares, además de la dimensión espacial, para la amenaza de la flota de satélites norteamericanos.
- Debido al estudio realizado, se puede determinar diferentes aspectos que conforman el “rol de las HELW en el CBF al 2040”, siendo estas:
 - Ostentarán un papel preponderante en la neutralización de recursos de las amenazas, planteadas por sistemas de armas, municiones e infraestructura crítica, logrando la destrucción de dichos blancos en tiempos de respuesta inmediata y con efectos de corto tiempo, disminuyendo los daños colaterales y reduciendo los costos y la huella logística para quienes las posean.
 - Se vislumbra que dentro del CBF se desempeñarán como parte de las funciones de combate Maniobra y Seguridad; o de las funciones conjuntas Maniobra y Movimiento y Protección.
 - La evolución en las prestaciones actuales, mediante la optimización de la relación peso/ volumen/ potencia, permitirá complementar capacidades ya existentes, expandiéndose en plataformas de todas las dimensiones (terrestres, aéreas, marítimas y, probablemente, espacial), con roles ofensivos y defensivos.
 - Las HELW serán más eficientes en el CBF que las armas convencionales, en cuanto a la relación “costo-beneficio”, ya que permitirán batir blancos a largas distancias, con capacidad de respuesta inmediata y menor daño colateral, a la vez que resultará económicamente más viables y denotarán un esfuerzo logístico menor.

REFERENCIAS

- Almirante, J. (2002). *Diccionario Militar-Histórico-Tecnológico, Tomo 1*. Madrid: Ministerio de Defensa de España, Secretaría General Técnica.
- Argumosa, J. (24 de noviembre de 2017). *Instituto Español de Estudios Estratégicos*. Obtenido de <http://www.ieee.es/contenido/noticias/2017/11/DIEEEO117-2017.html>
- Dayton, J. G. (2015). *Lasers, the price of admission in 2045*. Alabama: Air Command and staff College.
- Ejército de Chile. (2010). *DD-10.001 "El Ejército y la Fuerza Terrestre"*. Santiago: División Doctrina.
- Ejército de Chile. (2019). *DD-10.001 "La Fuerza Terrestre"*. Santiago: División Doctrina.
- Ejército de Tierra de España. (2018). *Entorno Operativo Terrestre Futuro 2035*. Madrid: Mando de Adiestramiento y Doctrina.
- Feickert, A. (2018). *U.S. Army Weapons-Related Directed Energy (DE) Programs: Background and Potential Issues for Congress*. Washington DC: Congressional Research Service.
- Grünschläger, G. (2016). Armas de Energía Dirigida: El Futuro a la Vuelta de la Esquina. *Revista de la Escuela de Guerra Naval*, pp. 177-190.
- Joint Chiefs of Staff. (2016). *Joint Operating Environment 2035: The Joint Force in a Contested and Disordered World*. Washington DC: J7 Directorate, Joint Force Development.
- Kaddoum, G., & Kaushal, H. (septiembre de 2017). *Applications of Lasers for Tactical Military*. Obtenido de Research Gate: https://www.researchgate.net/publication/319993452_Applications_of_Lasers_for_Tactical_Military_Operations?enrichId=rgreq-7200da1bad575ea657de2be422f3f122-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzMxOTk5MzQ1MjtBUzo1NDI1MDgzN-TY5NjQzNTJAMTUwNjM1NTQ3OTA5OQ%3D%3D&el=1_x
- Light and Light Based Technology. (2016). En I. S. Organisation, *Light and Light Based Technology* (pp. 78-95). Kanpur, India: ISRO.

- O'Halloran, J. C. (2017). Laser Weapon Systems. En C. F. Foss, & J. C. O'Halloran, *Jane's Land Warfare Platforms: Artillery and Air Defence* (pp. 862 a 868). Londres: IHS Markit.
- Vego, M. (2007). *Joint Operational Warfare, Theory and Practice*. Newport, Rhode Island: US Naval War College.
- Versalovic, B. (2019). *El Rol de las Armas Láser de Alta Potencia en el Campo de Batalla Futuro*. Santiago: Centro de Estudios Estratégicos de la Academia de Guerra del Ejército.
- Zohuri, B. (2016). *Directed Energy Weapons*. Albuquerque: Springer.