

Decarbonisation of the defence sector: an achievable goal?

Abstract:

The world's militaries are major emitters of greenhouse gases. Although the exact contribution is unknown, estimates range from 1% to 5% of global emissions. For the armed forces, reliability, safety and operability take precedence over sustainability factors. Despite these priorities, the defence sector is making efforts to reduce emissions. The transition towards the use of renewable energy technologies in the armed forces opens up great opportunities for decarbonisation in the defence sector, but only in those systems and equipment that do not compromise their reliability and operability in an increasingly demanding security environment.

Keywords:

Decarbonization, GHGs, climate change, renewable energies...

Cómo citar este documento:

HIDALGO GARCÍA, Mar. *La descarbonización del sector de la defensa: ¿un deseo realizable?*
Documento de Análisis IEEE 40/2023.
https://www.ieee.es/Galerias/fichero/docs_analisis/2023/DIEEEA40_2023_MARHID_Descarbonizacion.pdf y/o [enlace bie³](#) (consultado día/mes/año)

Introducción

Los ejércitos del mundo son grandes emisores de gases de efecto invernadero. Aunque se desconoce la contribución exacta, las estimaciones oscilan entre el 1 % y el 5 % de las emisiones globales, comparables con las industrias de la aviación y el transporte marítimo que contribuyen respectivamente con un 2 %¹. Según un estudio reciente, las emisiones acumuladas en 2019 de los sectores de defensa de los miembros de la UE equivalen aproximadamente a 24,8 millones de toneladas de CO₂, cifra comparable a la que emiten catorce millones de coches de tamaño medio al año².

Dado el alcance de estas cifras, la OTAN ha reconocido que los objetivos nacionales y globales de reducción de emisiones no se lograrán sin hacer un esfuerzo en la reducción de estas dentro del ámbito militar³.

Hay quienes argumentan que la mejor forma de reducir la huella de carbono de las operaciones militares es reducir los presupuestos de defensa y apostar por la diplomacia, los tratados internacionales de desarme, el comercio justo, el alivio de la pobreza, en lugar de buscar nuevas formas de descarbonizar el sector de la defensa⁴. Pero también parece lógico pensar que, desde un punto de vista de la disuasión, sin un entorno de seguridad —proporcionado por unas fuerzas armadas preparadas y adecuadamente equipadas— los países tendrían muchas dificultades para alcanzar los ambiciosos objetivos climáticos nacionales adquiridos con el Acuerdo de París. Así lo declaró el secretario general de la OTAN en la Cumbre de Madrid del año pasado: «Si no logramos preservar la paz, tampoco lograremos combatir el cambio climático»⁵.

Durante la última cumbre climática (COP27) que tuvo lugar en Egipto, el presidente de Ucrania declaró que «no puede haber una política climática efectiva sin paz»⁶, recurriendo al argumento climático para conseguir una mayor implicación de las potencias occidentales para poner fin a la guerra.

¹ RAJAEIFA, Mohammed Ali *et col.* «Decarbonize the military — mandate emissions reporting», *Nature*, 611. 2022, pp. 29-32. DOI: <https://doi.org/10.1038/d41586-022-03444-7>

² PARKINSON, Stuart & COTTRELL, Lindsey. *Under the Radar: The Carbon Footprint of Europe's Military Sectors*. The Left group in the European Parliament - GUE/NGL, Brussels, February 2021, p. 7.

³ <https://www.nato.int/cps/en/natohq/197168.htm?selectedLocale=en>

⁴ <https://www.sgr.org.uk/sites/default/files/2020-08/SGR-RS02-Military-carbon-boot-print.pdf>

⁵ <https://www.nato.int/cps/en/natohq/197168.htm?selectedLocale=en>

⁶ <https://www.theguardian.com/environment/2022/nov/08/cop27-climate-summit-volodymyr-zelenskiy-ukraine-president-speech>

Nota: todos los enlaces están activos con fecha de 22 de mayo de 2023.

Desde el punto de vista de la descarbonización, la guerra de Ucrania ha establecido un nuevo marco que abre el debate entre la necesidad de cumplir con los requisitos climáticos por parte de las fuerzas armadas —y por consiguiente de todo el sector de la defensa— y la necesidad de seguir empleando equipos y materiales que funcionan con combustibles fósiles para obtener la adecuada capacidad operativa para ganar las guerras actuales y las futuras.

Medir emisiones para reducirlas

La comunidad internacional ha desarrollado una variedad de métodos y herramientas para medir los gases de efecto invernadero. Por ejemplo, el Protocolo de GEI ha definido un estándar de evaluación mediante el cual las organizaciones informan de sus emisiones en tres categorías principales: alcances 1, 2 y 3⁷. De esta forma los países pueden informar sobre sus emisiones ante la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC).

Durante las negociaciones del Protocolo de Kyoto, EE. UU. presionó para que se excluyeran de los informes las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) procedentes del ámbito militar ya que esta información podría comprometer la seguridad nacional de los Estados. Aunque este discurso se ha mantenido a largo de los años, el Acuerdo de París contempla que los informes de emisiones militares sean voluntarios. La falta de una obligación mínima de informar a la (CMNUCC) de estas emisiones hace que existan brechas significativas en los conjuntos de datos enviados por los diferentes países. En dichos informes algunos países reportan las emisiones correspondientes al ámbito de la defensa, pero lo cierto es que los datos no son de una calidad adecuada para poder establecer las emisiones originadas por el sector ya que son incompletos, poco claros o incoherentes⁸.

⁷ Las emisiones de alcance 1 son emisiones directas producidas por la quema de combustibles por parte del emisor. Las emisiones de alcance 2 son emisiones indirectas generadas por la electricidad consumida y comprada por el emisor. Las emisiones de alcance 3 son emisiones indirectas que se producen por la actividad del emisor pero que son propiedad y están bajo el control de un agente ajeno al emisor.

⁸ RAJAEIFA, Mohammed Ali *et col.* «Decarbonize the military — mandate emissions reporting». *Nature*, 611. 2022, pp. 29-32. DOI: <https://doi.org/10.1038/d41586-022-03444-7>

Con una conciencia climática cada vez mayor entre la población, la cuestión de la exención de informar de las emisiones militares argumentando motivos de seguridad podría estar cada vez más cuestionada⁹.

Bajo la premisa de que «lo que mide se puede reducir», la OTAN ya está trabajando en el desarrollo de la primera metodología para medir las emisiones de GEI civiles y militares propias. En ella se establece qué contar y cómo contarlo, y estará disponible para todos los aliados para ayudarlos a estimar sus propias emisiones militares¹⁰.

En el caso del Ministerio de Defensa de España, en 2012 se inició el inventario de las posibles fuentes de GEI y el cálculo de la huella de carbono del Ministerio. Este cálculo se divide en tres diferentes alcances:

Alcance 1: emisiones directas producidas por el Ministerio, principalmente por el consumo de combustibles fósiles.

Alcance 2: emisiones indirectas producidas por los suministradores de energía eléctrica.

Alcance 3: emisiones indirectas producidas por los suministradores de bienes y servicios al Ministerio y por el uso de medios de transporte externos, entre otros¹¹.

En EE. UU. se está probando un enfoque para facilitar la medición y la realización de informes de las emisiones teniendo en cuenta las dificultades derivadas de la propia actividad de las Fuerzas Armadas. El informe anual de datos de gestión energética de la FEMP (Energy's Federal Energy Management Program) clasifica las emisiones en operaciones estándar y operaciones no estándar. Las operaciones estándar generalmente se refieren a operaciones en instalaciones e incluyen el consumo de combustible en edificios y de vehículos de flota no tácticos. Las operaciones no estándar son vehículos, buques y submarinos, aeronaves y otros equipos utilizados para apoyo de combate, apoyo de servicio de combate, operaciones tácticas o de socorro, entrenamiento para tales operaciones, aplicación de la ley, respuesta de emergencia o vuelos espaciales (incluido el equipo de apoyo terrestre asociado). Todo ello en consonancia con la definición de energía operativa del Departamento de Defensa, que

⁹ Informe: *Estimating the Military's Global Greenhouse Gas Emissions*. CEOBSE. 2022. Disponible en: https://ceobs.org/wp-content/uploads/2022/11/SGRCEOBS-Estimating_Global_Military_GHG_Emissions_Nov22_rev.pdf

¹⁰ <https://www.nato.int/cps/en/natohq/197168.htm?selectedLocale=en>

¹¹ <https://www.defensa.gob.es/medioambiente/cambioclimatico/reduccionemisiones/>

se definió en el año fiscal 2009 como «la energía requerida para entrenar, mover y sostener fuerzas militares y plataformas de armas para operaciones militares»¹².

En tiempos de paz, los principales componentes de las emisiones de CO₂ de la actividad militar incluyen la producción de equipo militar (materias primas hasta la producción final), la operación de bases e instalaciones militares (uso de energía para la gestión de residuos) y el uso de vehículos como medios de transporte (aeronaves, la flota naval y vehículos terrestres)¹³.

Algunos analistas proponen que los militares, además de informar de sus emisiones de alcance 1, 2 y 3, deben comenzar a explorar cómo pueden rastrear e informar de las emisiones asociadas con sus actividades de combate proponiendo la denominación de «Alcance 3 Plus»¹⁴.

Contabilizar las emisiones durante el conflicto es mucho más difícil por motivos de seguridad, movilidad y confidencialidad. En la actualidad, aspirar a que un conflicto sea bajo en carbono (*low carbon war*)¹⁵ es, hoy en día, una misión imposible, ni en la fase de combate ni durante la reconstrucción.

Algunas estimaciones realizadas para evaluar las emisiones de la futura reconstrucción de Ucrania tras el final de una guerra indican que se pueden superar, fácilmente, los 100 millones de toneladas de CO₂, en el caso de que el conflicto haya provocado una destrucción a escala nacional¹⁶.

A pesar de la dificultad de estimar las emisiones de un conflicto, en la COP27 se presentaron los cálculos de las emisiones generadas en la guerra de Ucrania: 33 millones de toneladas de CO₂, de las cuales, 8,9 son debidas a hostilidades, 1 millón a los desplazados y 23,4 debido a los incendios generados. A estas emisiones habría que añadir las generadas en la reconstrucción del país que podrían suponer 48,7 toneladas de CO₂¹⁷.

¹² https://s3.documentcloud.org/documents/22067222/usa001358-21-rtc-greenhouse-gas-emissions-levels_updated_report-only.pdf

¹³ <https://www.sgr.org.uk/sites/default/files/2020-08/SGR-RS02-Military-carbon-boot-print.pdf>

¹⁴ Informe: *Un marco para la notificación militar de emisiones de gases de efecto invernadero*. CEOBS.

¹⁵ https://thefivepercentcampaign.files.wordpress.com/2022/06/military-emissions_final.pdf

¹⁶ <https://climatefocus.com/wp-content/uploads/2022/11/ClimateDamageinUkraine.pdf>

¹⁷ <https://eu4climate.eu/ukraine/>

Avance hacia la descarbonización de las fuerzas armadas

Aunque existen muchas dificultades a la hora de medir de forma exacta y completa las emisiones en el ámbito militar, esto no significa que no se estén llevando a cabo acciones que contribuyen a reducirlas y para avanzar hacia una sostenibilidad dentro de las fuerzas armadas. En la actualidad, existen numerosas iniciativas a nivel militar que están contribuyendo a reducir sus emisiones, entre ellas se incluyen: la mejora de la eficiencia energética de los vehículos militares, el uso creciente de fuentes renovables y el cambio de equipamientos hacia otros que supongan un consumo más eficiente, como por ejemplo, los drones¹⁸.

También la captura de emisiones y los sumideros de carbono procedentes de todas las áreas naturales pertenecientes a instituciones de la defensa contribuyen a reducir el balance de emisiones. En España, por ejemplo, el Ministerio de Defensa puede contribuir a reducir sus absorciones mediante sus recursos naturales como son los bosques (más de 100.000 ha de vegetación arbórea y arbustiva), sumideros naturales de carbono o medidas de compensación¹⁹.

La UE siempre ha demostrado su compromiso con alcanzar unos objetivos climáticos ambiciosos, pero en relación con la reducción de las emisiones en el sector de la defensa Estados Unidos y Reino Unido son los países que están intentando alzarse con el liderazgo ya que la defensa representa el 80 % y el 50 % de las emisiones gubernamentales respectivamente. Por ello, la descarbonización del sector de la defensa es vital para lograr las ambiciones de cero emisiones netas de los gobiernos de EE. UU. y el Reino Unido²⁰.

En el área de mitigación, la OTAN tiene como objetivo la reducción de sus propias emisiones de CO₂ en sus equipos y operaciones militares. En consonancia con los objetivos de reducción de emisiones de los países aliados, la Alianza ha propuesto reducir sus emisiones en alrededor del 50 % para 2030 y alcanzar el cero neto en 2050. Si bien la OTAN no puede fijar de forma individual a las naciones integrantes unos objetivos de reducción ni exigir el uso de una determinada fuente de energía, sí proporciona el marco de cooperación necesario para que los aliados y socios organicen

¹⁸ <https://www.sgr.org.uk/sites/default/files/2020-08/SGR-RS02-Military-carbon-boot-print.pdf>

¹⁹ <https://www.defensa.gob.es/medioambiente/cambioclimatico/absorcionemisiones/>

²⁰ <https://www.thebritishacademy.ac.uk/documents/4197/Just-transitions-decarbonising-diversifying-defence-uk-usa.pdf>

ensayos, y compartan experiencia de mejores prácticas. Además, el sistema de certificación de la OTAN y los STANAG (Standard Agreement) pueden servir para establecer normas comunes y promover la interoperabilidad para equipos que utilicen energías verdes. Incluso con más financiación, la OTAN podría considerar la creación de un «fondo verde» para ayudar a financiar ensayos y demostraciones y favorecer a los aliados menos avanzados para hacer la transición a la energía verde²¹.

La UE también ha propuesto un recorte de emisiones en las actividades asociadas a la Política Común de Seguridad y Defensa (PCSD). En particular, se hará hincapié en limitar la huella ambiental de las misiones PCSD en todo el mundo y se enfatiza la necesidad de reducir las emisiones de la industria de defensa como un «aspecto integral» de los esfuerzos de la UE para lograr la neutralidad climática para 2050. Estos objetivos se desarrollan en la *Estrategia de defensa y cambio climático de la UE (The EU's Climate Change and Defence Roadmap)*²² que, apuesta por una mayor eficiencia energética, así como el desarrollo y uso de tecnologías y prácticas innovadoras para minimizar las emisiones relacionadas con la defensa²³.

Descarbonización y tecnologías en las fuerzas armadas

Existe un potencial considerable para emprender el proceso de descarbonización de las fuerzas armadas haciendo uso de algunas de las tecnologías de empleo dual relacionadas con las energías renovables, aunque hay que asumir que no es una tarea fácil ni rápida. En primer lugar, porque los sistemas de armas pesadas como aviones de combate, carros de combate o buques de guerra requieren para su funcionamiento y operatividad una cantidad importante de combustibles fósiles²⁴. Por otro lado, también hay que considerar que las fuerzas armadas tendrán un mayor protagonismo en el espacio exterior, sector altamente contaminante y productor de gases de efecto invernadero, pero con una creciente importancia estratégica tanto desde el punto de vista civil y como militar²⁵.

²¹ <https://www.gmfus.org/sites/default/files/2022-03/Shea%20-%20NATO%20climate%20-%20brief.pdf>

²² https://www.eeas.europa.eu/eeas/eu-climate-change-and-defence-roadmap_en

²³ <https://finabel.org/wp-content/uploads/2023/05/May-2023.pdf>

²⁴ <https://www.iiss.org/globalassets/media-library---content--migration/files/research-papers/2022/green-defence---the-defence-and-military-implications-of-climate-change-for-europe.pdf>

²⁵ <https://www.bbvaopenmind.com/ciencia/investigacion/vuelos-espaciales-amenaza-clima-cap-a-ozono/>

Otro aspecto para tener en cuenta que puede ralentizar la descarbonización dentro de las Fuerzas Armadas es la extensa duración de los procesos de adquisición y la vida útil de los equipos. Por ejemplo, los aviones de combate F-16 que entraron en servicio en EE. UU. en 1979 no tienen previsto su retirada hasta 2040²⁶. En estos casos, la única opción que se presenta es modificar, si se puede, los equipos existentes para contabilizar menos emisiones.

El empleo de energías renovables en las misiones militares puede ofrecer ciertas ventajas, principalmente para disminuir en el transporte de los combustibles fósiles que suele ser uno de los eslabones más vulnerable de las misiones en el exterior. También entre las ventajas se encuentra la posibilidad de utilizar las energías renovables para ganar autonomía de las redes eléctricas susceptibles de sufrir ataques que puedan poner en peligro la actividad de las Fuerzas Armadas y la seguridad de una nación.

Con unas Fuerzas Armadas que demandan cada vez más electricidad por el uso de ordenadores cuánticos y la inteligencia artificial, la opción de contar con instalaciones propias puede ofrecer múltiples ventajas. En algunos países este modelo incluso se plantea como una inversión que tiene un retorno social ya que la electricidad producida en una instalación militar podría también ser empleada por las poblaciones cercanas. Un ejemplo de este tipo lo encontramos en la India²⁷. También el Departamento de Defensa de EE. UU. tiene alrededor del 30 % del mercado de microrredes y eso puede tener efectos indirectos positivos para la industria y los consumidores²⁸.

Sin embargo, este tipo de energías renovables, como la eólica o solar, no están exentas de riesgos que pueden afectar a la operatividad de las Fuerzas Armadas y por ende a la seguridad nacional. Las energías renovables requieren la utilización de ciertas materias críticas necesarias para su producción. Pasar a depender de ciertos minerales como las tierras raras, el litio o el cobalto cuya producción y procesado está mucho más concertado que los combustibles fósiles, plantea mucha incertidumbre sobre el adecuado suministro. Para evitar estos problemas, el Departamento de Defensa está interesado en

²⁶ RAJAEIFAR, Mohommad Ali *et col.* *Nature*, 611. 2022, pp. 29-32.

²⁷ SRAVAN, Ch. and PARAMITA, P. «When National Decarbonization: India's just transition with military assistance», *Energy Research & Social Science*, Volume, 98. April 2023.

²⁸ <https://www.defense.gov/News/News-Stories/Article/Article/3140223/us-should-not-surrender-clean-energy-technology-to-china-dod-official-says/>

acercar la cadena de suministros de estos materiales estratégicos para poder garantizar una disponibilidad segura y fiable.

La movilidad eléctrica, al igual que lo hace en la sociedad, también se está implantando dentro de las Fuerzas Armadas, preferentemente en el desplazamiento dentro de las instalaciones militares. También el Ejército de Estados Unidos ha conseguido recientemente resultados positivos en esta dirección con los llamados kits de electrificación de vehículos tácticos (TVEK)²⁹ para plataformas tácticas, que reducen el consumo medio de combustible en aproximadamente un 25 %³⁰.

El uso de drones también puede contribuir a la descarbonización de las Fuerzas Armadas así como la fabricación 3D que permite una producción más barata y con mayor eficiencia energética de muchos de los sistemas y componentes de armas que utilizan los ejércitos.

Por lo que respecta a los ejercicios de maniobras militares es posible que en gran medida pueda ser sustituidos por simulares cada vez más realistas. Aunque teniendo en cuenta la creciente rivalidad entre EE. UU. y China en la región del Indopacífico este tipo de ejercicios resultan más necesario que nunca para demostrar el poder de ambas potencias en futuras zonas de conflicto.

La industria aeroespacial tanto civil como militar es una de las que presenta mayores desafíos para alcanzar objetivo de ser climáticamente neutra. Hoy en día, los combustibles fósiles son la única forma viable y eficiente de volar.

La industria aeroespacial debe centrarse en la innovación disruptiva si se pretende encontrar un modo de propulsión más sostenible y sin perder eficiencia en comparación con los combustibles fósiles, requisito para su empleo en las Fuerzas Armadas.

Parte de la disminución de emisiones en el sector de la aviación se podría conseguir con la introducción de novedades en el diseño de las naves. Estas novedades consistirían tanto en el diseño de modelos para hacerlos más aerodinámicos como la introducción de materiales y recubrimientos más ligeros.

Otra opción para descarbonizar el sector aeroespacial pasa por la búsqueda de nuevos sistemas de propulsión. Entre las soluciones más factibles que existen se encuentran el empleo de combustibles sostenibles (SAF, sustainable aviation fuels) y la propulsión

²⁹ U. S. Army Climate Strategy.

³⁰ MONTERO MUÑOZ, J. A. *Influencia del cambio climático en las operaciones terrestres*. CCDC, 2022.

eléctrica. Los primeros podrían ofrecer una solución para los vuelos de media y larga distancia tanto en su versión bio como los sintéticos. De hecho, Boing pretende que sus nuevas aeronaves utilicen solo este tipo de combustibles en 2030³¹.

La propulsión eléctrica, sin embargo, parece estar dirigida a vuelos de corta distancia y en la movilidad aérea urbana, todo ello pensando en el largo plazo. Hoy en día, solo se pueden realizar vuelos de corta distancia, pero si se investiga en el aumento de la densidad de las baterías puede que en un futuro puedan ser utilizadas en vuelos a larga distancia.

La propulsión de hidrógeno también está siendo investigada pues ofrece un gran potencial de reducción de emisiones GEI. El principal problema es el almacenamiento y la necesidad de establecer un nuevo diseño de las aeronaves. En la actualidad, Airbus está trabajando en el diseño y desarrollo de sistemas de propulsión con hidrógeno³².

El establecimiento de nuevas rutas de tráfico aéreas más eficientes y la modernización de los sistemas de gestión del espacio aéreo también son opciones que contribuyen a la descarbonización del sector aeroespacial.

Para que todas estas opciones puedan llevarse a cabo es necesario implicar a todo el ecosistema aéreo. Las infraestructuras relacionadas como los aeropuertos y las bases militares también tienen que implantar las medidas adecuadas que contribuyan a reducir las emisiones.

Según los expertos, todas estas opciones son realizables, aunque presentan distintas viabilidades. La utilización de combustibles sostenibles es la opción que presenta un mayor potencial de descarbonización con un 45 % de reducción de emisiones. Le siguen, la propulsión eléctrica (18 %) y el diseño de las aeronaves con un 8 %. Mejorar la eficiencia podría reducir un 6 % de las emisiones mientras que la propulsión de hidrógeno podría reducirlas en un 5 %. La opción de la mejora de infraestructuras supondría una reducción del 3 % de total de emisiones del sector aeroespacial³³.

En los últimos años ha habido numerosos intentos por parte de socios y aliados de adecuar sus fuerzas a estas nuevas tendencias. Así, por ejemplo, en el año 2019 la flota

³¹ <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/industry/aerospace-defense/decarbonizing-aerospace.html>

³² <https://www.businessinsider.es/airbus-avion-hidrogeno-clave-descarbonizacion-1014537>

³³ COYKENDALL, John. «Decarbonization of aerospace sector».

naval de Estados Unidos llevó a cabo un despliegue de un grupo de combate alrededor del mundo en el que todos sus buques y aeronaves implicados consumieron, con carácter exclusivo, una mezcla de combustible convencional (F-76 para los buques y F-44 para aeronaves) con bioetanol, en una proporción al 50 %. Aunque el biocombustible se ha identificado como una posible área de contribución para disminuir la huella contaminante de las Fuerzas Armadas, «la sostenibilidad de estos combustibles ha sido puesto en duda al presentarse como una solución a corto plazo; estos combustibles, junto con otros combustibles sintéticos y nucleares, deberán ser competitivos con respecto a la contaminación indirecta y otros costes medioambientales». El coste asociado a este proyecto piloto demostró ser inasumible para el largo plazo, pero el proceso abrió un campo de investigación, mostrando la existencia de alternativas a los combustibles empleados actualmente³⁴.

Por lo que respecta al sector naval, la elección del combustible alternativo debe tener en cuenta el tamaño, la misión y la carga útil del tipo de buque determinado, el alcance y la demanda de potencia de los sistemas militares que se encuentran a bordo, como radares y armas y la posible exposición a fuego hostil. Por estos motivos, los buques que no son de combate serán los primeros en adoptar combustibles alternativos.

Entre los combustibles alternativos que están siendo objeto de I+D en el sector naval militar se encuentran: las baterías, el biodiésel, el hidrógeno, el nuclear y el bioetanol³⁵.

Con relación a este último tipo de combustible cabe mencionar el desarrollo y fabricación de los submarinos de la clase S-80 en España. Se trata de un proyecto emblemático de tecnología española, en el que los submarinos incluirán un avanzado sistema de propulsión independiente de aire (AIP) que permite una gran autonomía de operación bajo el agua³⁶. Este sistema de propulsión está basado en una pila de combustible alimentada por hidrógeno producido por un reformador de bioetanol. El submarino Isaac Peral es el primero que se ha desarrollado con esta tecnología de los cuatro previstos.

Este sistema de propulsión es el ejemplo de cómo el empleo de energías más limpias puede mejorar algunas capacidades operativas ya que permite incrementar de manera

³⁴ COTTRELL, L. «The Military's contribution to climate change». *Conflict and Environment Observatory (CEOBS)*. 2021. Disponible en: <https://ceobs.org/the-militarys-contribution-to-climate-change/>

³⁵ <https://www.dnv.com/news/dnv-white-paper-tackles-the-decarbonization-of-naval-vessels-219461>

³⁶ POZO J. del. «La Armada ante el reto del calentamiento global», *La Influencia del cambio climático en las operaciones militares*, capítulo 3. CCDC.

significativa los tiempos en inmersión del submarino de manera continuada y una reducción de la producción acústica lo que contribuye a aumentar la seguridad.

La industria de la defensa

Las militares deben comprometerse con sus extensas cadenas de suministro en el seguimiento de emisiones lo antes posible³⁷. La industria de la defensa ha comenzado a reducir sus emisiones categorizadas dentro del alcance 1 y 2. Sin embargo, queda mucho por hacer en las emisiones de alcance 3, que son aquellas que están fuera de su control ya que se extienden por toda la cadena de producción hasta su cliente final.

En este contexto, las empresas del sector de la defensa se encuentran bajo presión. Por un lado, los inversores buscan empresas que lideren también el camino hacia la sostenibilidad y que apuesten por una exigente responsabilidad social y medioambiental corporativa. Por otro lado, las empresas del sector de la defensa deben investigar para ser capaces de compaginar los objetivos climáticos del sector de la defensa garantizando la fiabilidad, seguridad y operatividad de los nuevos sistemas y productos³⁸. Esto deja a los fabricantes de defensa en una posición de tensión, atrapados entre una demanda del mercado de productos que pueden ir más lejos, más rápido y con mayor capacidad, y una comunidad de inversores/prestamistas que está bajo una presión significativa para descarbonizar. La consecuencia potencial de esto para el fabricante de defensa es un coste de capital significativamente mayor para satisfacer la demanda del mercado³⁹.

En el nuevo concepto estratégico 2022, los países de la OTAN han adquirido el firme compromiso de contribuir a combatir el cambio climático fomentando la inversión en la investigación para la mejora de la eficiencia energética y el desarrollo de combustibles alternativos de aplicación en los sistemas de propulsión militar⁴⁰. Los ministerios y departamentos de defensa pueden liderar un cambio tecnológico más amplio en toda la sociedad mediante la creación de suficientes señales de demanda para estimular la

³⁷ Informe: *Un marco para la notificación militar de emisiones de gases de efecto invernadero*. CEOBS.

³⁸ <https://www.iiss.org/research-paper/2022/02/green-defence>

³⁹ <https://kpmg.com/uk/en/home/insights/2023/01/the-decarbonisation-of-the-aerospace-and-defence-industry.html>

⁴⁰ *Nato 2022 Strategic Concept*.

innovación y permitir que el sector privado traiga soluciones bajas en carbono al mercado⁴¹.

Algunas tecnologías civiles serán relevantes, pero muchas nuevas tecnologías verdes no están lo suficientemente maduras para uso militar. Cuando no haya suficiente investigación civil importante, se requerirá I + D de defensa para llenar el vacío⁴². Por lo tanto, será necesaria una asociación más sólida, con suficiente inversión de capital y explotación comercial de doble uso, para lograr el cero neto en las Fuerzas Armadas⁴³.

El modelo de fusión militar-civil de China le otorga potencialmente una ventaja en I+D frente a los modelos europeos. Monitorizar los avances de la industria no es suficiente para diseñar una I+D de aplicación más específica para las Fuerzas Armadas, pero con una utilización comercial limitada. Una solución a este problema podría ser realizar un seguimiento de empresas tecnológicas emergentes tanto para estar atentos a sus innovaciones como para evitar que por sus resultados considerables sean adquiridas o financiadas por posibles adversarios⁴⁴.

Conclusiones

Debido a que los militares históricamente han sido excluidos por motivos de seguridad de los objetivos de reducción de GEI, su capacidad para registrar sus emisiones está muy retrasada con respecto a otros sectores. En la actualidad, este planteamiento tiende a cambiar ya que el sector de la defensa es muy intensivo en la producción de carbono y, por lo tanto, tiene un papel importante que desempeñar en la reducción de las emisiones globales.

El primer problema que hay que abordar para reducir emisiones en el sector de la defensa es medirlas. Si no se contabilizan no se pueden proponer objetivos de reducción ni se pueden cuantificar los esfuerzos que se están efectuando con la introducción de iniciativas de descarbonización.

⁴¹ COMUNICADO. *Defensa descarbonizada: Inicio del Informe Mundial sobre clima y seguridad 2022*. The Center for Climate & Security (climateandsecurity.org).

⁴² <https://www.iiss.org/research-paper//2022/02/green-defence>

⁴³ Ibid.

⁴⁴ Ibid.

Faltan metodologías precisas para calcular las emisiones de las actividades militares. Por ello, tal y como anunció el secretario general de la OTAN en la cumbre COP27 es necesario crear un sistema que permita medir —al menos parcialmente— las emisiones de las Fuerzas Armadas dentro de la Alianza.

En línea con la ambición global de lograr emisiones netas cero para 2050, se espera que el sector tome medidas decisivas sobre la descarbonización invirtiendo en nuevas tecnologías verdes.

La descarbonización del sector de la defensa plantea grandes desafíos ya que debe ser compatible con las prioridades operacionales, de fiabilidad y de seguridad de los equipos y sistemas. Es probable, además, que unas Fuerzas Armadas que funcionen con energías renovables sean mucho más costosas de mantener en un mundo con cero emisiones netas, lo que requerirá una mayor parte de la asignación de los presupuestos nacionales.

En el futuro, la transición hacia el uso de tecnologías de energía renovables en las Fuerzas Armadas abre grandes oportunidades para la descarbonización y la introducción de mejoras operativas y de seguridad, pero se requiere una gran capacidad de I+D en el sector de la defensa, tanto por la parte civil como la militar.

Ante este futuro incierto, los departamentos de defensa podrían liderar un cambio tecnológico más amplio en toda la sociedad mediante la creación de suficientes señales de demanda para estimular la innovación y permitir que el sector privado desarrolle soluciones bajas en carbono de aplicación dual.

Mar Hidalgo García
Analista Principal del IEEE
[@ieee_mhidalgo](#)