

Capítulo cuarto

Sostenibilidad energética en sector de defensa y seguridad - Contexto global, europeo y OTAN

Manuel Francisco Arribas Tiestos

David Martín Borreguero

Resumen

En un entorno cada vez más complejo de organizaciones supranacionales y agencias multilaterales y nacionales, de múltiples conceptos y distintos enfoques, regulaciones, normativas y estándares con el objetivo común de lograr una transición ecológica justa de nuestra economía y modelos productivos actuales hacia un futuro medioambientalmente sostenible y libre de carbono, el sector de defensa se ha visto involucrado en esta última década y está adoptando un papel cada vez más activo y ejemplarizante en la sostenibilidad energética y medioambiental en sus operaciones.

El sector de defensa se encuentra inmerso en un proceso de transición cultural y de cambio de paradigma a través del cual el concepto de energía como producto básico, o *commodity*, está cambiando hacia un concepto de energía como capacidad militar.

El uso racional, eficiente y sostenible de la energía permite aumentar la resiliencia y reducir las vulnerabilidades no solo en operaciones de despliegue, en las que la reducción de la necesidad de abastecimiento y repostaje se traduce, en primer lugar y de vital importancia, en vidas humanas, a la vez que en un au-

mento de la autonomía y del alcance de las misiones, sino también en las operaciones diarias en instalaciones fijas en territorio nacional, al reducir los costes asociados al consumo energético y liberar parte del presupuesto no gastado para otros propósitos.

Progresivamente, el sector de la defensa está definiendo sus propias filosofías y políticas energéticas y medioambientales, y estableciendo estrategias y planes a largo plazo encaminados al logro de los objetivos nacionales y europeos de mejora de la eficiencia energética y reducción de las emisiones de carbono.

Si bien estos aspectos podrían de alguna manera resultar lejanos para el sector de defensa hace solo unos pocos años, los objetivos de eficiencia energética y de reducción del impacto medioambiental empiezan a resonar cada vez más en el entorno militar y a formar parte de las prioridades dentro de las políticas y estrategias globales de defensa.

Palabras clave

Agencia Europea de la Defensa, sector de la defensa, sostenibilidad energética, transición energética.

Summary

In an increasingly complex environment of supranational organizations and multilateral and national agencies, of multiple concepts and different approaches, regulations, legislative packages and standards with the common goal of achieving a fair ecological transition of our economy and current production models towards an environmentally sustainable and carbon-free future, the defence sector has been involved in the last decade and is adopting an increasingly active and exemplary role in the energy and environmental sustainability of its operations.

The defence sector is immersed in a process of cultural transition and paradigm shift through which the concept of energy as a «commodity» is shifting towards a concept of energy as a «military capability».

The rational, efficient and sustainable use of energy results in an increase of the resilience and a reduction of the vulnerabilities not only in military deployment operations, in which first and foremost, reducing the need for supply and refuelling saves humans lives, as well as increases the autonomy and scope of their missions, but also in their daily operations in its homeland fixed

facilities, reducing the costs associated with energy consumption and freeing the unspent budget for other purposes.

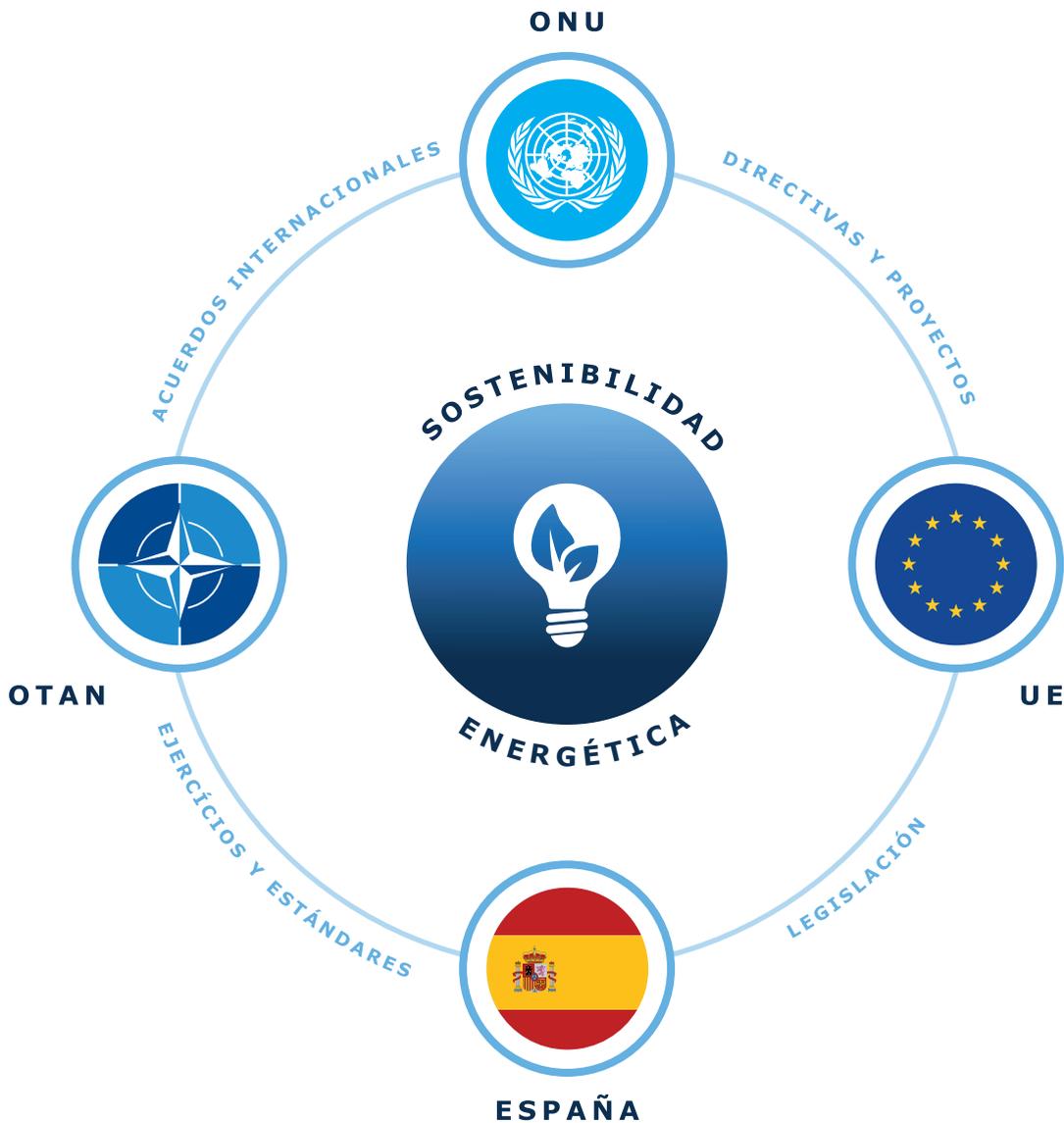
The defence sector is progressively defining its own energy and environmental philosophies and policies, and establishing long-term strategies and plans aimed at achieving national and European objectives of improving energy efficiency and reducing carbon emissions.

While these aspects might be somehow distant from the defence sector only a few years ago, the objectives of energy efficiency and reduced environmental impact are increasingly resonating in the military environment, and progressively becoming part of the priorities established under the defence global policies and strategies.

Keywords

European Defense Agency, Defense sector, energy sustainability, energy transition.

TRANSICIÓN DEL SECTOR DE LA DEFENSA HACIA LA SOSTENIBILIDAD ENERGÉTICA



ONU

PANEL INTERGUBERNAMENTAL PARA EL CAMBIO CLIMÁTICO (IPCC)

PROGRAMA PARA EL MEDIO AMBIENTE (UNEP)

UE

AGENCIA EUROPEA DE LA DEFENSA (EDA)

FORO CONSULTIVO SOBRE LA SOSTENIBILIDAD ENERGÉTICA EN EL SECTOR DE DEFENSA Y SEGURIDAD (CF SEDSS)

ESTADO MAYOR DE LA UNIÓN EUROPEA (EUMS)

OTAN

CUARTEL GENERAL

PROGRAMA DE CIENCIA PARA LA PAZ Y SEGURIDAD (SPS)

CENTRO DE EXCELENCIA DE SEGURIDAD ENERGÉTICA (NATO ENSEC)

ESPAÑA

MINISTERIO DEFENSA

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

FUERZAS ARMADAS

INDUSTRIA

C. DE INVESTIGACIÓN

PROYECTOS Y BUENAS PRÁCTICAS DE SOSTENIBILIDAD A NIVEL MUNDIAL



"Smart Energy Camp Demonstrator EnE Working Group", por Jon Woodman / Ken Hobbs para 5th EnE WG meeting, Bae Systems, Marzo 2016

- PROYECTOS:**
- 📍 **REFORMA EDIFICIO ISDEFE**
 - 📍 **SMART ENERGY CAMP TECHNICAL DEMONSTRATOR (SECTD)**
 - 📍 **ANÁLISIS CONSUMO ENERGÉTICO DE DEFENSA EN UE**
 - 📍 **OSRA AND CAPABILITY DEVELOPMENT PLAN**
 - 📍 **INNOVATIVE ENERGY SOLUTIONS FOR MILITARY APPLICATIONS (IESMA)**
 - 📍 **FORO CONSULTIVO SOBRE LA SOSTENIBILIDAD ENERGÉTICA EN EL SECTOR DE DEFENSA Y SEGURIDAD (CF SEDSS)**

Contexto global en relación con la eficiencia energética y el cambio climático

Acuerdo de París

La 21.^a Conferencia de las Partes (COP21, por sus siglas en inglés) de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC, por sus siglas en inglés), celebrada en diciembre del 2015 en París, marcó un punto de inflexión en la lucha global contra el cambio climático. El acuerdo alcanzado, conocido como Acuerdo de París, estableció por primera vez una causa común y compromisos vinculantes a todas las Partes firmantes, centrados en la implementación de las acciones necesarias para combatir el cambio climático y para adaptarse a sus efectos, estableciendo unos objetivos claros y medibles, además de un fondo y mecanismo de financiación que apoye solidariamente a los países en vías de desarrollo.

Una vez abierto a la firma en abril de 2016, el Acuerdo entró en vigor en noviembre del mismo año, 30 días después de cumplir con el doble criterio de ratificación por 55 países que representan al menos del 55 % de las emisiones mundiales¹.

El Acuerdo de París se centra en la necesidad urgente de abordar y reforzar una respuesta coordinada a nivel mundial frente al desafío del calentamiento global y de un cambio climático que podría resultar trágico, o incluso catastrófico, y que a la vista de los eventos meteorológicos adversos y extremos que ya pueden ser observados en nuestros días, podría estar más cerca de lo que pensamos si no tomamos las decisiones correctas y actuamos en consecuencia.

El Acuerdo de París alcanzado por las Partes establece un plan de acción mundial con el objetivo a largo plazo de limitar el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de los 2°C sobre el nivel preindustrial, continuando en sus esfuerzos para limitarla a 1,5°C. Las Partes se comprometen a alcanzar el techo de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) lo antes posible, a partir del cual establecer una senda de reducciones que conduzcan a un equilibrio entre las emisiones antropógenas y la absorción por los sumideros de GEI en la segunda mitad del siglo XXI.

¹ <https://unfccc.int/es/process-and-meetings/the-paris-agreement/que-es-el-acuerdo-de-paris>, consultado el 15 Noviembre 2019.

A tal efecto, el Acuerdo anima a las Partes a conservar y mejorar los sumideros y depósitos de GEI, incluidos los bosques, y establece compromisos vinculantes para todas las Partes para establecer y mantener unas contribuciones nacionalmente determinadas (NDC, por sus siglas en inglés) de reducción de GEI, que deberá ser reportada cada cinco años, y que crecerá sucesivamente respecto a las anteriores hasta el mayor nivel de ambición posible, reconociendo en todo momento las mayores dificultades de los países en vías de desarrollo y el papel de liderazgo y de apoyo que deberán asumir los países más desarrollados. Para ello, se establecen objetivos de adaptación y reducción de vulnerabilidades frente al cambio climático a través de la cooperación internacional, transferencia de conocimiento y tecnología, y el refuerzo de la capacidad, sensibilización, educación y formación sobre el cambio climático.

El Fondo Verde para el Clima (GCF, por sus siglas en inglés), establecido en 2010 por los 194 países que actúan como Partes de la UNFCCC dentro del mecanismo financiero de la propia Convención, adquirió un papel crucial después de la firma del Acuerdo de París en 2015. Con el foco puesto en el apoyo a los esfuerzos e iniciativas de los países en vías de desarrollo para reducir sus emisiones de GEI y adaptarse al cambio climático, el fondo utiliza la financiación pública proveniente de las Partes, en forma de subvenciones, préstamos, participaciones en empresas y avales, con el objetivo de estimular y atraer un mayor volumen de inversión privada para la financiación de iniciativas conducentes a una transición del modelo de desarrollo actual, basado en la utilización de combustibles fósiles principalmente, hacia otros modelos de desarrollo sostenibles, de bajas emisiones y resilientes frente al clima, de una manera justa para todas las comunidades, y especialmente para las más vulnerables².

En el año 2023, y cada cinco años a partir de ese momento, se evaluará el progreso colectivo y balance mundial alcanzado sobre los objetivos del Acuerdo, sirviendo de base para la corrección, refuerzo y mejora de las iniciativas puestas en marcha, y para el diseño de otras que ayuden a alcanzar la neutralidad climática para el año 2050.

Según los datos reflejados en el Sexto Informe de Evaluación (AR6) del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio

² <https://www.greenclimate.fund/who-we-are/about-the-fund>, consultado el 15 Noviembre 2019.

Climático (IPCC por sus siglas en inglés), el calentamiento global inducido por el hombre ha alcanzado en 2017 aproximadamente 1°C sobre el nivel preindustrial. Más aún, según la guía resumida de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) y la Oficina Española de Cambio Climático (OECC) sobre dicho informe y con título *Cambio climático: calentamiento global de 1,5 °C*³:

- Actualmente, «la temperatura media global está aumentando a un ritmo de 0,2°C por década, alcanzando un calentamiento de 1,5°C entre 2030 y 2052».
- «El cumplimiento de los actuales compromisos de mitigación bajo el Acuerdo de París no es suficiente para limitar el calentamiento global a 1,5°C, incluso si viene complementado con medidas ambiciosas y a gran escala después de 2030. Con las contribuciones nacionalmente determinadas (NDC) bajo el Acuerdo de París se alcanzaría un calentamiento de alrededor de 3°C en 2100 respecto al nivel preindustrial».
- «En las sendas simuladas que limitan el calentamiento a 1,5°C, las emisiones de CO₂ se reducen a partir de 2020 hasta alcanzar emisiones netas cero alrededor de 2050. En las sendas que limitan el calentamiento a 2°C las emisiones netas cero se alcanzan alrededor de 2075».
- «Todas las sendas que limitan el calentamiento global a 1,5°C hacen uso de técnicas de captura de CO₂ para eliminar 100–1.000 GtCO₂ a lo largo del siglo XXI».

Por su parte, la Organización Meteorológica Mundial (WMO, por sus siglas en inglés), en su Boletín anual sobre los GEI publicado en noviembre de 2019⁴, alerta sobre el hecho de que los GEI que atrapan el calor en la atmósfera han alcanzado un nuevo récord sin precedentes en el año 2019. La concentración media mundial de dióxido de carbono (CO₂) alcanzó las 407,8 partes por millón (ppm) en 2018, tras haber sido de 405,5 ppm en 2017, suponiendo un índice de aumento de 2,3 ppm/año y superando el crecimiento medio de los últimos diez años (índice de aumento del CO₂ de los decenios 1985–1995, 1995–2005 y 2005–2015 se

³ AEMET y OECC 2018. *Cambio climático: calentamiento global de 1,5°C*. Madrid: Ministerio de Transición Ecológica, diciembre 2018. https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/el-proceso-internacional-de-lucha-contra-el-cambio-climatico/ipcc_informe_especial_15pdf_tcm30-485656.pdf.

⁴ <https://public.wmo.int/es/media/comunicados-de-prensa/la-concentraci%C3%B3n-de-gases-de-efecto-invernadero-en-la-atm%C3%B3sfera-alcanza>. Consultado el 15 noviembre 2019.

incrementó de 1,42 ppm/año a 1,86 ppm/año y a 2,06 ppm/año, respectivamente). Las concentraciones de metano y óxido nítrico se dispararon igualmente y también ascendieron en mayores cantidades que durante los últimos diez años.

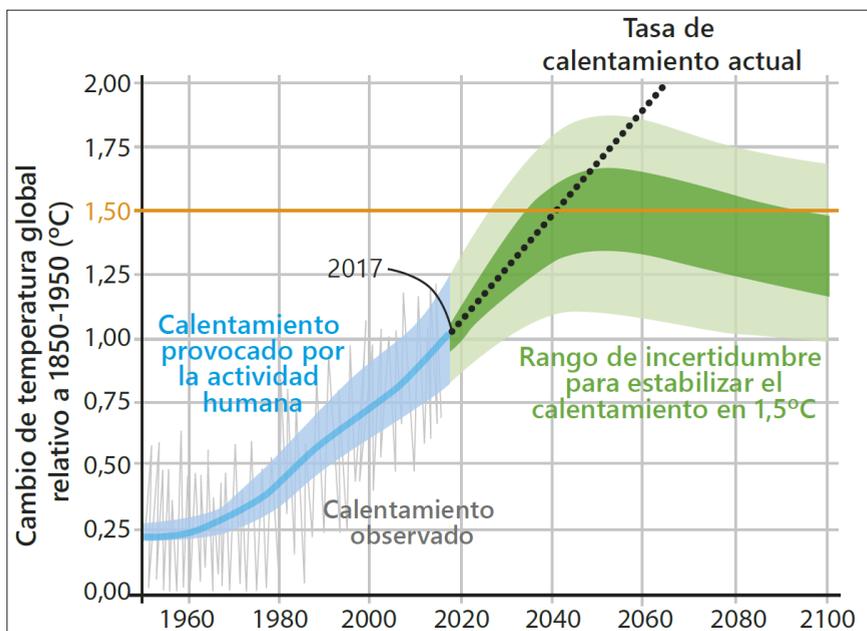


Figura 1. Proyección del aumento de la temperatura media global. (Fuente: AEMET y OECC 2018, Cambio climático: calentamiento global de 1,5°C, Madrid: Ministerio de Transición Ecológica, diciembre 2018).

Únicamente como referencia del impacto que el calentamiento global puede provocar, el secretario general de la WMO, el Sr. Petteri Taalas, recuerda en este boletín que «...la última vez que se dio en la Tierra una concentración de CO₂ comparable, fue hace entre 3 y 5 millones de años. En ese entonces, la temperatura era de 2 a 3 °C más cálida y el nivel del mar entre 10 y 20 metros superior al actual».

Por otro lado, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP, por sus siglas en inglés), en su informe sobre la disparidad en las emisiones de 2019⁵, avisa de que los planes de reducción de gases actualmente aprobados por los países firmantes del Acuerdo llevarían a un incremento de, al menos 3,2°C, y que sus esfuerzos deberían multiplicarse por tres, para mantener la tempe-

⁵ <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/30798/EGR19ESSP.pdf?sequence=17>. Consultado el 15 noviembre 2019.

ratura media global por debajo de los 2°C, o por cinco, para mantener la temperatura media global por debajo de los 1,5°C respecto a los niveles preindustriales. Según datos de este mismo informe, se necesitarán reducciones anuales del 7,6 % en todo el planeta a partir del año 2020 para cumplir la meta del grado y medio.

No obstante, a pesar de las evidencias del cambio climático y de sus devastadoras consecuencias, que ya están siendo sufridas por millones de personas y ecosistemas en distintas y variadas regiones alrededor del planeta, de forma especialmente dura para los más vulnerables, la cumbre del clima conocida como COP25, bajo la presidencia de Chile y celebrada en Madrid en diciembre de 2019, acabó de una forma decepcionante, sin que sirviera para alcanzar grandes acuerdos sobre la implementación de medidas adicionales y revisar al alza los planes y objetivos nacionales, aplazando dichos acuerdos, una vez más, para la siguiente Conferencia de las Partes, que tendrá lugar en Glasgow en 2021.

Contexto europeo en relación con la eficiencia energética y el cambio climático

Marco europeo para el clima y la energía: política y estrategia energética. La Unión de la Energía

Desde un punto de vista económico, existen muchos ámbitos y aspectos en los que la actuación conjunta de la Unión Europea (UE) y de los Estados miembros, respetando siempre y en todo momento las competencias propias de cada Estado en línea con el principio de subsidiaridad que rige en la UE, es mucho más efectiva y eficaz que las actuaciones aisladas a nivel nacional⁶.

El marco legal base que rige las actuaciones y define las competencias de la UE en el ámbito energético es el Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea⁷ (TFUE). En su artículo 194, se recoge lo siguiente:

⁶ «SEC(2011) 1566 final, EXECUTIVE SUMMARY OF THE IMPACT ASSESSMENT. Accompanying the document COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS. Energy Roadmap 2050». Bruselas: European Commission. 15 diciembre 2011.

⁷ «VERSIÓN CONSOLIDADA DEL TRATADO DE FUNCIONAMIENTO DE LA UNIÓN EUROPEA». *Diario ES Oficial de la Unión Europea*. 30/03/2010. <https://www.boe.es/doue/2010/083/Z00013-00046.pdf>.

«1. En el marco del establecimiento o del funcionamiento del mercado interior y atendiendo a la necesidad de preservar y mejorar el medio ambiente, la política energética de la Unión tendrá por objetivo, con un espíritu de solidaridad entre los Estados miembros:

- a) garantizar el funcionamiento del mercado de la energía;
- b) garantizar la seguridad del abastecimiento energético en la Unión;
- c) fomentar la eficiencia energética y el ahorro energético así como el desarrollo de energías nuevas y renovables; y
- d) fomentar la interconexión de las redes energéticas».

Las competencias de la UE en el ámbito de lucha contra el cambio climático, incluyendo las reducciones de GEI en el sector energético y en otros sectores aparecen también en el TFUE, en los artículos 191 a 193. En concreto, el artículo 191.1 y 191.4 dicen respectivamente:

«1. La política de la Unión en el ámbito del medio ambiente contribuirá a alcanzar los siguientes objetivos:

- la conservación, la protección y la mejora de la calidad del medio ambiente,
- la protección de la salud de las personas,
- la utilización prudente y racional de los recursos naturales,
- el fomento de medidas a escala internacional destinadas a hacer frente a los problemas regionales o mundiales del medio ambiente. y en particular a luchar contra el cambio climático».

«4. En el marco de sus respectivas competencias, la Unión y los Estados miembros cooperarán con los terceros países y las organizaciones internacionales competentes. Las modalidades de la cooperación de la Unión podrán ser objeto de acuerdos entre esta y las terceras partes interesadas. El párrafo precedente se entenderá sin perjuicio de la competencia de los Estados miembros para negociar en las instituciones internacionales y para concluir acuerdos internacionales».

Por otro lado, los artículos 192 y 193 describen los procedimientos legislativos y delimitan el alcance de las decisiones que se toman a nivel de UE y de Estado miembro.

Además, el TFUE incluye otras disposiciones que afectan a la política energética de la UE:

- seguridad del abastecimiento: artículo 122 del TFUE;
- redes energéticas: artículos 170 a 172 del TFUE;
- mercado interior de la energía: artículo 114 del TFUE;
- política exterior de la energía: artículos 216 a 218 del TFUE.

La UE, actuando como Parte de la UNFCCC, se ha comprometido y está liderando los esfuerzos más ambiciosos para luchar contra el cambio climático y alcanzar una sociedad, economía y modelo de producción neutros en carbono dentro de su territorio para el año 2050, a través de paquetes legislativos y políticas armonizadas muy ambiciosas, que abarcan múltiples ámbitos como energía, medio ambiente, cambio climático, comercio de derechos de emisiones, objetivos nacionales, economía circular, contratación verde, promoción de renovables, transportes, finanzas sostenibles, o innovación y desarrollo, entre otros. Además, trabaja activamente con terceros países fuera de la UE y proporciona financiación para países en vías de desarrollo para apoyar acciones que ayuden a lograr los objetivos del Acuerdo de París⁸.

En este sentido, la visión estratégica a largo plazo para 2050 de la Comisión Europea (CE) para una economía próspera, moderna, competitiva y climáticamente neutra, llamada «un planeta limpio para todos» y aprobada en noviembre de 2018, abarca prácticamente todas las políticas de la UE y está alineada con el Acuerdo de París.

Partiendo de esta visión a largo plazo, la UE ha definido una «estrategia marco para una Unión de la Energía»⁹, y ha ultimado un marco regulador moderno, avanzado y eficiente para alcanzar sus objetivos de reducción de los GEI y lograr la transición socialmente justa a una economía y modelo productivo limpios, con el foco central puesto en la producción, uso eficiente y ahorro de energía, la cual es a día de hoy responsable de más del 75 % de las emisiones.

⁸ https://ec.europa.eu/clima/policies/eu-climate-action_es. Consultado el 15 octubre 2019.

⁹ «COM(2015) 80 final. PAQUETE SOBRE LA UNIÓN DE LA ENERGÍA COMUNICACIÓN DE LA COMISIÓN AL PARLAMENTO EUROPEO, AL CONSEJO, AL COMITÉ ECONÓMICO Y SOCIAL EUROPEO, AL COMITÉ DE LAS REGIONES Y AL BANCO EUROPEO DE INVERSIONES». Estrategia Marco para una Unión de la Energía resiliente con una política climática prospectiva. Bruselas: Comisión Europea, 25/2/2015.

Dicha estrategia marco define cinco dimensiones o ejes directores estrechamente relacionados entre sí y que se refuerzan mutuamente, con el objetivo de impulsar la seguridad energética, la sostenibilidad y la competitividad, en concreto¹⁰:

- Seguridad energética, solidaridad y confianza: diversificación de las fuentes energéticas de la UE, a través de la solidaridad y cooperación entre Estados miembros.
- Un mercado europeo de la energía plenamente integrado: posibilitando la libre circulación de energía a través de la UE a través de infraestructuras adecuadas y de la eliminación de barreras técnicas y regulatorias.
- Mejora de la eficiencia energética: como contribución a la moderación de la demanda y de la dependencia de las importaciones de energía, a la reducción de emisiones y al crecimiento del mercado de trabajo y de la economía.
- Acción contra el cambio climático y para la descarbonización de la economía: compromiso con el Acuerdo de París y para mantener el liderazgo en el sector de las energías renovables.
- Foco en la investigación, innovación y competitividad: priorizando y fomentado el avance en tecnologías de producción de energías limpias como contribución a la transición energética y la mejora de la competitividad.

Objetivos y marco legislativo 2020 de la UE sobre clima y energía

Los objetivos fundamentales de este paquete de medidas para el 2020, establecidas por los dirigentes de la UE en 2007 e incorporadas a la legislación en 2009, y que formaban parte de la estrategia Europa 2020, eran tres:

- 20 % de reducción de las emisiones de GEI (en relación con los niveles de 1990), en los sectores de vivienda, agricultura, residuos y transportes (excluida la aviación), que suponen un 55 % de las emisiones de la UE.
- 20 % de energías renovables en el mix energético de la UE, y una cuota del 10 % de energías renovables en el sector del transporte.
- 20 % de mejora de la eficiencia energética.

¹⁰ <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-strategy/energy-union-0>. Consultado el 15 octubre 2019.

Además, existía también un objetivo del 21 % de reducción de GEI (en relación con los niveles de 2005), en los sectores de la aviación y grandes instalaciones de los sectores industrial y eléctrico, que suponen un 45 % de las emisiones de la UE.

Para ello, la UE actuó en distintos ámbitos a través de distintos mecanismos y paquetes legislativos, que incluían:

- Régimen de comercio de derechos de emisión (ETS, por sus siglas en inglés), para la reducción de GEI del sector de la aviación y grandes instalaciones de los sectores industrial y eléctrico.
- Objetivos nacionales de reducción de las emisiones para los sectores de la vivienda, agricultura, residuos, transportes (excluida la aviación), que varían en función de la riqueza de los Estados miembros.
- Un plan de eficiencia energética y un paquete legislativo que incluye las directivas de eficiencia energética, de eficiencia energética de edificios, de fomento de las fuentes de energía renovables, de ecodiseño y de etiquetado energético.
- Un plan para la movilización de la inversión privada en eficiencia energética.
- Programas de financiación de tecnologías de energías renovables (NER300) y de investigación e innovación (Horizonte 2020).

Objetivos y marco legislativo 2030 de la UE sobre clima y energía

Los objetivos fundamentales de este marco para el periodo de 2021 a 2030, adoptado por el Consejo Europeo en octubre de 2014 y revisado en 2018, son tres¹¹:

- al menos 40 % de reducción de las emisiones de GEI invernadero (con respecto a 1990); los sectores incluidos en el ETS tendrán que reducir sus emisiones en un 43 % con respecto a 2005, y los no incluidos tendrán que reducir sus emisiones en un 30 % con respecto a 2005, lo que se traduce en objetivos obligatorios para cada Estado miembro;
- al menos 32 % de cuota de energías renovables, con una revisión al alza del objetivo en 2023;

¹¹ https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030_es. Consultado el 15 noviembre 2019.

- al menos 32,5 % de mejora de la eficiencia energética, con una revisión al alza del objetivo en 2023.

Para ello, la Comisión Europea finalizó en diciembre de 2018 el conocido como «Paquete de Invierno» (Winter Package, en inglés) o «Paquete de energía limpia para todos los europeos» (Clean Energy for All European Package, en inglés)¹², que posteriormente fue refrendado por el Consejo Europeo y el Parlamento Europeo a principios de 2019, y que consiste en una actualización de la política y marco energéticos en la UE.

Este nuevo marco legislativo energético comprende 8 actos legislativos (directivas y reglamentos nuevos o revisados), cuyas provisiones entraron en vigor a mediados del 2019 (y deben ser transpuestas por los Estados miembros a su legislación nacional en un plazo de 1 a 2 años) tiene como principal objetivo facilitar la transición ecológica de la UE en línea con los compromisos adquiridos en el Acuerdo de París para la reducción de GEI.

A continuación se describen brevemente estos 8 actos legislativos, en base a la información reflejada en las páginas web correspondientes de la CE¹³ y del IDAE¹⁴.

Directiva de eficiencia energética (Directiva 2018/2002)

La eficiencia energética sigue siendo un aspecto clave en este paquete legislativo, ya que no hay mejor ahorro, energético y presupuestario, que el que no se gasta, ni mejor reducción de CO₂ que la que no se emite.

Esta directiva, que actualiza e incluye nuevas provisiones respecto al texto y provisiones de la misma directiva en su versión original del año 2012 (Directiva 2012/27), establece un nuevo objetivo de eficiencia energética para la UE en 2030 del 32,5 %, que puede ser revisado al alza en el año 2023, y extiende la obligación de ahorros anuales en el consumo energético más allá del 2020. En general, los artículos nuevos o modificados de esta directiva afectan a distintas políticas y esquemas del ámbito energético a nivel de Estado miembro, aunque no al sector

¹² <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-strategy-and-energy-union/clean-energy-all-europeans>. Consultado el 15 noviembre 2019.

¹³ <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-strategy-and-energy-union/clean-energy-all-europeans>. Consultado el 15 noviembre 2019.

¹⁴ <https://www.idae.es/informacion-y-publicaciones/marco-legislativo-2030-el-paquete-de-invierno>. Consultado el 15 noviembre 2019.

público de la defensa en particular. No cambian esencialmente, entre otras: las provisiones de la directiva original al respecto de la necesidad de definir estrategias de renovación de edificios a largo plazo (artículo 4), del papel ejemplarizante de la Administración pública en la acometida de medidas de mejora de la eficiencia energética, la tasa objetivo de renovación anual del 3 % de edificios públicos de Administración central, la necesidad de crear un inventario adecuado de los edificios públicos climatizados y las exenciones para el sector de la defensa (artículo 5), la contratación y compra de servicios y artículos de alta eficiencia energética, las exenciones para el sector de la defensa (artículo 6), las provisiones sobre auditorías energéticas y sistemas de gestión energéticos (artículo 8), o las de medición del consumo energético (artículo 9).

Directiva de Eficiencia Energética en Edificios (Directiva 2018/844).

Los edificios son responsables del 40 % del consumo energético y del 36 % de las emisiones de CO₂ aproximadamente, lo que les convierte en el sector de mayor consumo energético en Europa.

Esta directiva, que actualiza e incluye nuevas provisiones respecto al texto y provisiones de la misma directiva en su versión original del año 2010 (Directiva 2010/31), fomenta nuevos aspectos para lograr la descarbonización de la UE para el 2050, entre los cuales se incluyen varios que afectan en mayor medida al sector público de la defensa salvo en las exenciones contempladas por la Directiva de Eficiencia Energética, tales como la definición e implementación de estrategias de renovación de edificios por etapas y a largo plazo, o el uso de instalaciones y equipos de gestión, control y automatización inteligentes para la reducción del consumo energético. Incluye también provisiones para el apoyo a la electromovilidad en edificios, exigiendo la instalación de infraestructura de apoyo y puntos de recarga, y la definición de un «indicador de preparación para aplicaciones inteligentes» (Smart Readiness Indicator, SRI, en inglés), que mide la capacidad de un edificio para utilizar sistemas inteligentes que permitan adaptar la operación del edificio de acuerdo a las necesidades del usuario optimizando el consumo energético.

Las provisiones de la Directiva original al respecto de los requisitos mínimos de eficiencia energética en edificios nuevos o en

grandes reformas de edificios existentes (artículos 6 y 7), de los sistemas técnicos de edificios (artículo 8), edificios de consumo casi nulo (artículo 9), de los certificados de eficiencia energética (artículos 11, 12 y 13) o de la inspección de sistemas de aire acondicionado y calefacción (artículos 14, 15 y 16) no cambian esencialmente.

Directiva de fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables
(Directiva 2018/2001)

Esta directiva, que actualiza e incluye nuevas provisiones respecto al texto y provisiones de la misma directiva en su versión original del año 2009 (Directiva 2009/28), establece un nuevo objetivo del 32 % para la contribución de las energías renovables en el mix energético de la UE para el 2030.

La mejora del diseño y de la estabilidad de los esquemas de apoyo para las energías renovables, la simplificación de los procedimientos administrativos, y el marco regulatorio para el autoconsumo, podría tener un efecto positivo y fomentar de alguna manera la por ahora escasa penetración de las renovables en el sector de la defensa.

Reglamento sobre la Gobernanza de la Unión de la Energía y de la Acción
por el Clima (Reglamento 2018/1999)

El «Paquete de Invierno» incluye un sistema de gobernanza para la Unión de la Energía, a través del cual cada Estado miembro debe preparar un plan nacional integrado de energía y clima (PNIEC) para el periodo 2021-2030, que cubra las 5 dimensiones de la Unión de la Energía descritas anteriormente, y en donde los Estados miembros describan cómo van a alcanzar sus objetivos en cada una de estas 5 dimensiones, además de una estrategia a largo plazo para la descarbonización de la economía para el 2050.

Este sistema de gobernanza posibilita la comparabilidad de los planes nacionales de cada Estado miembro y sincroniza los periodos para la presentación de informes con los plazos establecidos en el Acuerdo de París, estableciendo un marco claro y sólido para asegurar el logro conjunto de los objetivos vinculantes de la UE en materia de eficiencia energética, penetración de energías renovables, y de interconexión del sistema eléctrico.

Actos legislativos (4) para el diseño del mercado eléctrico

Los elementos de este diseño del mercado eléctrico, cuyo objetivo es el de conseguir un mercado eléctrico más integrado, flexible, efectivo y mejor orientado a las nuevas realidades del mercado, consiste en cuatro actos legislativos: un reglamento sobre el mercado interior de la electricidad, una directiva sobre normas del mercado interior de la electricidad, un reglamento sobre la preparación frente a los riesgos en el sector de la electricidad y un reglamento por el que se crea la Agencia de la Unión Europea para la Cooperación de los Reguladores de la Energía (ACER, por sus siglas en inglés).

Estrategia a largo plazo para 2050

El 28 de noviembre de 2018, la Comisión Europea presentó su visión estratégica a largo plazo para una economía próspera, moderna, competitiva y neutra desde el punto de vista del clima de aquí a 2050 y mantener el aumento de la temperatura global por debajo de los 1,5°C, a través de la inversión en investigación y tecnologías, de la participación de todas las instituciones europeas, nacionales y locales, empresas, organizaciones no gubernamentales (ONG) y ciudadanos, y de políticas armonizadas que abarcan prácticamente todos los ámbitos.

Dicha estrategia descansa sobre siete componentes estratégicos principales:

1. Maximización de los beneficios de la eficiencia energética, en particular con edificios de cero emisiones.
2. Maximización del despliegue de las energías renovables y del uso de la electricidad para descarbonizar completamente el suministro energético de Europa.
3. Adopción de una movilidad limpia, segura y conectada.
4. Mejora de la competitividad de la industria de la UE y adopción de la economía circular como facilitadores esenciales para reducir las emisiones de GEI.
5. Desarrollo de una infraestructura adecuada de redes inteligentes e interconexiones.
6. Aprovechamiento de todas las ventajas de la bioeconomía y creación de sumideros esenciales de carbono.

7. Desarrollo e implantación de tecnologías de captura y almacenamiento de carbono para combatir el resto de emisiones de CO₂.

Sostenibilidad energética en el contexto del sector de la defensa europea

El 17 de junio de 2019, el Consejo de la Unión Europea (ministros de Asuntos Exteriores y ministros de Defensa) adoptaron las conclusiones del Consejo sobre seguridad y defensa en el contexto de la Estrategia Global de la Unión Europea¹⁵.

Por primera vez desde el inicio en el año 2016 del Foro Consultivo sobre Sostenibilidad Energética en el Sector de la Seguridad y Defensa¹⁶ (CF SEDSS, por sus siglas en inglés), iniciativa de la CE gestionada por la Agencia Europea de Defensa (EDA, por sus siglas en inglés), el Consejo de la Unión Europea ha reconocido el trabajo y los resultados alcanzados por dicho Foro Consultivo, que reúne a delegados de los Ministerios de Defensa y Fuerzas Armadas (FFAA) de una mayoría de los Estados miembros de la UE, incluyendo perfiles más operativos de expertos en energía y de gestores energéticos y perfiles más estratégicos con responsabilidad sobre la definición de políticas y estrategias energéticas, para debatir e identificar los obstáculos y dificultades a las que el sector de defensa se enfrenta para implementar los paquetes de medidas diseñados por la Comisión Europea para la mejora de la gestión y eficiencia energética, el fomento de las energías renovables, y la protección de infraestructuras críticas energéticas en defensa, así como para compartir su conocimiento y buenas prácticas, e igualmente importante, crear una comunidad de expertos en energía dentro del sector de la defensa.

En la sección «Energy Challenges», en el párrafo 49, del documento de conclusiones del Consejo sobre seguridad y defensa del 17 de junio de 2019¹⁷, el Consejo llama al refuerzo de la cooperación para atajar los desafíos en seguridad energética, incluyendo a través de la eficiencia energética, soluciones de energía reno-

¹⁵ <https://www.consilium.europa.eu/en/meetings/fac/2019/06/17>. Consultado el 1 diciembre 2019.

¹⁶ <https://eda.europa.eu/european-defence-energy-network/consultation-forum>. Consultado el 1 diciembre 2019,

¹⁷ «Outcome of Proceedings. Subject: Council Conclusions on Security and Defence in the context of the EU Global Strategy - Council Conclusions (17 June 2019)». Luxembourg: Council of the European Union, 17 June 2019.

vable y la protección de infraestructuras críticas energéticas, e invita a los Estados Miembros, al Servicio de Acción Externa de la UE (EEAS, por sus siglas en inglés), a la CE y a la EDA a desarrollar modelos energéticos sostenibles y seguros en el sector de la defensa dirigidos al incremento de la resiliencia y de la eficiencia operacional, todo ello dentro del complejo contexto del cambio climático actual.

Más aún, el Consejo de la Unión Europea adoptó en junio de 2019 una nueva agenda global estratégica para la UE para los años 2019 a 2024 en la que se reconocen las consecuencias del cambio climático, tales como la desertificación, la degradación del terreno, la escasez de agua y de comida o la inseguridad energética, y el riesgo que dichas consecuencias suponen para los pueblos y sus territorios y también como origen de potenciales conflictos entre comunidades, haciendo énfasis en una aceleración de la transición hacia las fuentes de energía renovables, el incremento de la eficiencia energética, la reducción de la dependencia de fuentes energéticas externas, diversificación del suministro, e inversiones en soluciones de movilidad para el futuro.

Participación del Ministerio de Defensa en iniciativas del sector de defensa en sostenibilidad energética a través de la Agencia Europea de la Defensa (EDA)

Programa de Energía y Medio Ambiente de la EDA

El Programa de Energía y Medio Ambiente de la EDA tiene como objeto apoyar a las FFAA de los Estados miembros de la UE en su transición hacia un modelo operativo más sostenible, con bajas emisiones de carbono y bajo impacto medioambiental.

El Programa se centra en la recopilación y análisis de datos de consumo energético, eficiencia energética, utilización de energías alternativas y sostenibilidad en el sector de la defensa. Es gestionado por su propio grupo de trabajo de Energía y Medio Ambiente (EnE WG, por sus siglas en inglés), con participación de los puntos de contacto nacionales (NCP, por sus siglas en inglés) designados a tal efecto por los Ministerios de Defensa de los Estados miembros y del personal del Estado Mayor de la UE (EUMS, por sus siglas en inglés), coordinado por un oficial de proyecto de la EDA.

El Programa está diseñado para identificar áreas de interés común entre las FFAA europeas, con el fin de: crear y comprender un marco y enfoque integrales para la gestión energética, reducir su dependencia de los combustibles fósiles importados mediante la mejora de la eficiencia energética e integración de nuevas tecnologías energéticas en las capacidades militares, y entender los problemas culturales y de gestión que existen dentro del sector de la defensa y que limitan su sostenibilidad energética y resiliencia.

La Dirección General de Infraestructura (DIGENIN) del Ministerio de Defensa español participa en este grupo de trabajo activamente desde el año 2015. La actividad se centra en los varios proyectos que, bien financiados a través del presupuesto operativo de la EDA, o a través de las contribuciones de los Estados miembros participantes en cada proyecto (proyectos CAT A y CAT B), comprenden estudios prospectivos y/o de viabilidad, o proyectos de desarrollo o implantación de tecnologías, respectivamente, dentro de las líneas y objetivos marcados por el grupo de trabajo.

Estos proyectos son descritos a continuación con más detalle.

Proyecto Smart Blue Water Camps (SBWC)

Este proyecto aborda y analiza las limitaciones y problemas de Fuerzas Armadas europeas en lo referente a la utilización y gestión del agua en bases militares desde los puntos de vista de conservación, sostenibilidad e innovaciones tecnológicas, con los siguientes objetivos:

- Mejorar la seguridad en el suministro.
- Reducción del impacto ambiental (reducción del consumo y de emisiones de CO₂).
- Ahorro de costes como resultado de la reducción del consumo y de los nuevos procesos de tratamiento del agua.
- Reducción de la dependencia de proveedores de agua potable.
- Aumento de la concienciación medioambiental en el personal militar.

España, junto con Grecia, Italia, Irlanda, Portugal y Chipre, ha participado en la primera fase de este proyecto, que finalizó en otoño del año 2017 y en la que se ha analizado la gestión del agua en el Acuartelamiento de la Guardia Real en lo que a la participación del Ministerio de Defensa español se refiere.

Los detalles del proyecto, indicadores para el análisis de datos y conclusiones de esta primera fase del proyecto se recogen en un informe final que recomienda, una vez analizados todos los riesgos, la instalación de un sistema de recolección de agua de lluvia y tratamiento de aguas grises para utilización en cisternas en los barracones y edificios de administración, que cubriría una demanda anual de agua de hasta 8.712 m³.

La siguiente figura muestra un análisis comparativo de los riesgos estudiados para el caso concreto del Acuartelamiento de la Guardia Real, entre la línea base (BAU), que representa las instalaciones actuales en el acuartelamiento, y la implementación de las mejoras propuestas de recogida de aguas de lluvia y de reciclaje de aguas grises (RWH+GWR, por sus siglas en inglés), en donde se observa una reducción del riesgo (incremento de la capacidad de respuesta) en aspectos como el suministro, reciclaje y reutilización de agua o resiliencia de las instalaciones frente al incremento del número de usuarios.

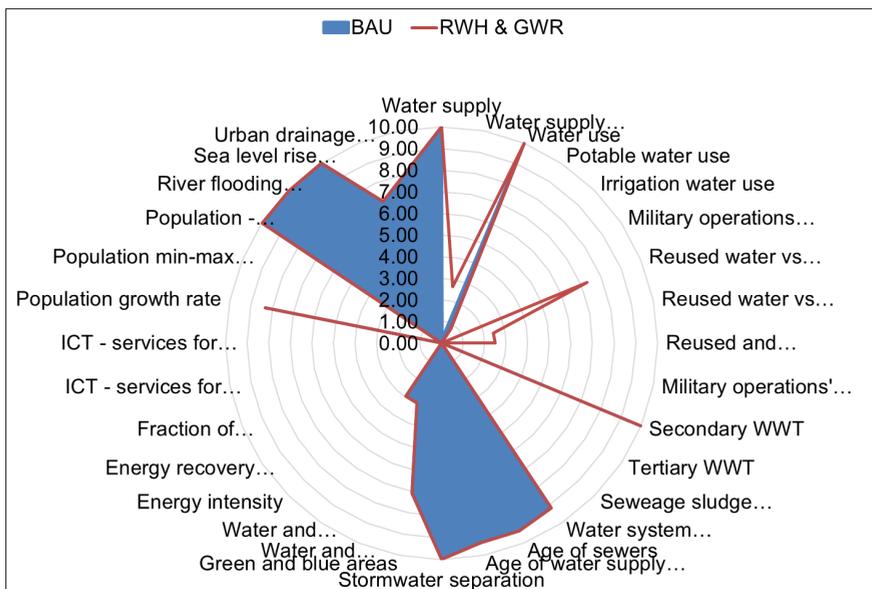


Figura 2. Análisis comparativo de riesgos tras la implementación de mejoras en las instalaciones de suministro y tratamiento de agua del Acuartelamiento de la Guardia Real.

(Fuente: Associate Professor Dr. Christos Makropoulos, Dr. Ifigeneia Koutiva, PhD Panagiotis Kossieris, Dr. Evangelos Rozos. SMART BLUE WATER CAMPS Final report, October 2017).

La fase II de este proyecto se centrará en la modelización informática de las intervenciones propuestas como resultado de la

fase I y el análisis de detalle del ciclo del agua y del impacto de las intervenciones propuestas.

En la fase III se procederá a la implementación y monitorización de los resultados obtenidos con las intervenciones propuestas en la fase I y modelizadas durante la fase II del proyecto.

Las próximas reuniones del EnE WG servirán para definir el alcance de estas dos fases en detalle y evaluar los costes de las mismas, que deberían ser financiadas a través de las contribuciones de los Estados miembros que decidan participar en ellas.

La participación en las fases II y III del proyecto supone una oportunidad para profundizar en el mejor conocimiento de la gestión completa del ciclo del agua, e investigar otras posibles actuaciones relacionadas y que pudieran implementarse como proyecto piloto en el propio Acuartelamiento de la Guardia Real, y en otras instalaciones de nuestras Fuerzas Armadas.

Proyecto Smart Energy Camp Technical Demonstrator (SECTD)

Este proyecto, en su primera fase, consistió en la instalación de equipos de generación y gestión energética en la misión de entrenamiento de la UE (EUTM, por sus siglas en inglés) en Koulikoro (Malí).



Figura 3. Información sobre la misión de entrenamiento de la UE (EUTM) en Koulikoro (Malí).

(Fuente: EUTM Mali Mission website, <http://eutmmali.eu/en/eutm-mali-mission/>).

El propósito fue analizar los beneficios resultantes de integrar nuevas tecnologías de generación, uso y gestión energéticas en las redes de distribución tradicionales de los campamentos militares. Los equipos instalados incluían placas fotovoltaicas fijas y portátiles, y equipos de control y monitorización para el consumo

eléctrico y de agua para la gestión de la demanda, en un solo edificio del campamento.

Los objetivos específicos de este proyecto fueron:

- Comprobar la eficiencia de distintos tipos de placas fotovoltaicas en las condiciones climáticas específicas de la zona.
- Experimentar con la integración de tecnologías de generación eléctrica renovable y de almacenamiento con baterías en un escenario de misión operativa de despliegue.
- Experimentar y evaluar el impacto de las tecnologías en la gestión de la demanda.
- Concienciar a las tropas sobre la eficiencia energética y la utilización de renovables, y la consideración de la energía como una capacidad militar operativa.
- Obtener datos reales y fiables de cara al desarrollo de modelos de planificación para operaciones de defensa y seguridad común en el marco de la UE.

En el marco de esta primera fase, que finalizó en el año 2016, se obtuvieron datos de consumo y utilización de agua, electricidad y producción de residuos, que pusieron de relieve los problemas y oportunidades que representan la integración de las nuevas tecnologías de eficiencia energética y de fuentes de energía renovables en operaciones de despliegue. Algunos de estos datos incluyen la caracterización y medida del consumo eléctrico en el campamento (71 % para el aire acondicionado, 12 % para iluminación, y 10 % para el agua caliente sanitaria), la medida de la contribución de los paneles solares rígidos (sobre techo) de un 80 % de la carga pico del edificio, o la reducción del consumo energético mediante medidas de gestión de la demanda, que incluían la reducción de la carga media instantánea mediante ciclos encendido/apagado en cada unidad de aire acondicionado, o la regulación (incremento) de la temperatura 20°C a 24°C en las propias unidades del aire acondicionado, que reducía la demanda de energía en un 50 %.

Así mismo, esta primera fase del proyecto sirvió para obtener valiosas conclusiones y recomendaciones, entre ellas, la de ampliar las intervenciones al resto del campamento, la de integrar otras tecnologías de gestión y producción de energía y analizar sus beneficios e impacto, y la de aumentar la potencia de generación energética en detrimento de un aumento de capacidad de almacenamiento con baterías, que resultaría en una intervención

menos eficiente en términos de disponibilidad de suministro eléctrico y de costes.



Figura 4. Vista aérea del campamento de Koulikoro; edificio 55 en el campamento de Koulikoro; instalación de paneles fotovoltaicos flexibles por fuerzas desplegadas en el campamento de Koulikoro. (Fuente: Presentación «Smart Energy Camp Demonstrator EnE Working Group», por Jon Woodman/ Ken Hobbs para 5th EnE WG meeting, Bae Systems, marzo 2016).

La fase II (SECTD-II) de este proyecto se divide a su vez en dos fases (en curso):

- La fase II-1, estudio de viabilidad (6 meses), con el propósito de realizar un estudio de viabilidad para la implementación y monitorización de un demostrador técnico que integre distintas tecnologías de una manera óptima e inteligente para la generación y consumo eficiente de energía, así como una gestión del consumo de agua y de los residuos más sostenible, cumpliendo en todo momento con los procedimientos operativos del campamento, y evaluando qué soluciones tecnológicas comercialmente disponibles (COTS) son adecuadas, o pueden adaptarse, para su utilización en un entorno militar de despliegue.

Este estudio de viabilidad, que se ha sufrido sucesivos retrasos debido a los graves problemas de seguridad en Malí, ha finalizado en el año 2019 y se está a la espera, mientras los autores escriben este artículo, de recibir el informe final, en el cual se definirá el alcance, costes e instrumentos de financiación de la fase II-2 del proyecto.

- La fase II-2, implementación (12 meses), está sujeta a la valoración positiva del estudio de viabilidad y aprobación por parte de los Estados miembros que quieran participar en ella, y tendrá el propósito de implementar las intervenciones definidas en la fase anterior, y de monitorizar los resultados obtenidos del demostrador técnico resultante, con el fin de demostrar sus capacidades reales para alcanzar los objetivos de reducción de consumo y eficiencia energética definidos y una mejor gestión del consumo y ciclo del agua y de los residuos.

Esta fase II del proyecto (SECTD-II) promete ofrecer datos y conclusiones muy interesantes y de gran valor tanto para Ministerio de Defensa como Fuerzas Armadas en sus misiones de despliegue, de cara a su reducción de consumo energético y aumento de su resiliencia y operatividad, pudiendo servir además para la visibilidad y beneficio de la industria española.

Proyecto Data Collection and Analysis and Sharing (DCAS)

A través de este proyecto, la EDA y Ministerios de Defensa de los Estados miembros tratan de recopilar los datos de consumo energético del sector de la defensa a nivel europeo, incluyendo el uso de energía para climatización de edificios e instalaciones y para transporte (terrestre, marítimo y aviación), principalmente, tanto de electricidad como de cualquier tipo de combustibles, bien sean fósiles, biocombustibles o combustibles sintéticos, así como la generación propia de electricidad a través de instalaciones de energías renovables, para su posterior estudio y análisis siempre de forma agregada, por la sensibilidad de la información.

Los objetivos específicos de esta iniciativa son los siguientes:

- Conocer el tipo y cantidad de energía consumida y generada por el sector de la defensa de los Estados miembros.
- Motivar al sector de la defensa para establecer procedimientos estándar operativos (SOP, por sus siglas en inglés) para el registro y análisis de datos de consumo energético.
- Establecer indicadores de rendimiento energético (EnPIs, por sus siglas en inglés) comunes entre los sectores de defensa de los distintos Estados miembros.
- Ayudar a los Ministerios de Defensa y a la EDA en la toma de decisiones sobre inversiones en infraestructuras y proyectos de investigación y tecnología (I+T).

- Justificar las recomendaciones del sector de la defensa a la CE para la revisión de directivas europeas y asignación de fondos europeos.

Hasta el momento, 22 Estados miembros están aportando sus datos de consumo energético para esta iniciativa, lo que supone un 97,5 % del gasto y un 90,1 % del personal de defensa de la UE, haciendo que esta información pueda ser considerada suficientemente representativa.

La información agregada de consumo energético de los Estados miembros se reporta a la Comisión Europea, con el fin de establecer un registro de consumo energético del sector de la defensa, y elaborar estrategias que puedan adaptarse a las particularidades del sector para su contribución a los objetivos nacionales y europeos de reducción de los GEI, ahorro en el consumo de energía, incremento de la eficiencia energética, y aumento en el uso de fuentes de energía renovables.

La DIGENIN del Ministerio de Defensa español participa activamente en esta iniciativa desde su inicio en el año 2016.

Los primeros resultados del análisis de datos consolidados desde entonces muestran unos repartos aproximados de consumo energético de un 35 % en edificios, un 15 % de consumo eléctrico en actividades relacionadas con operaciones militares, y un 50 % en transporte (del cual un 60 % corresponde a aviación).

Los datos comparados de 2016 y 2017 muestran una ligera reducción del consumo energético (incluyendo electricidad y combustibles fósiles), pasando de los 42,48 TWh a los 40,58 TWh, y ponen de manifiesto la escasa penetración de las energías renovables en defensa, así como una alta dependencia de las importaciones de gas natural.

Proyecto Defence Energy Managers Course (DEMS)

Esta iniciativa de la EDA surgió en el año 2016, con el fin de formar a los responsables de la gestión energética de los Ministerios de Defensa y Fuerzas Armadas interesados en los principios y en la implementación de sistemas de gestión energética (EMS, por sus siglas en inglés), enfocado a la ISO 50001 principalmente. La formación se imparte en formato semipresencial, impartiendo conocimientos teóricos de forma presencial en Bruselas (durante una semana), y lo más importante, tutorizando

y prestando apoyo después en la implementación del sistema de gestión energética en las instalaciones que cada ministerio decida.

Proyecto Total Energy and Environment Military Capability Assessment Framework (TEEMCAF)

Este estudio se centra en el desarrollo de una herramienta inteligente que, haciendo uso de inteligencia artificial y utilización de datos de todo tipo a nivel estratégico, operativo y táctico, sea capaz de analizar, priorizar y proporcionar soluciones tecnológicas innovadoras de diseño y gestión de generación, consumo y eficiencia energética, del ciclo del agua y de residuos, así como aspectos del comportamiento, que ayuden en la toma de decisiones encaminadas a la optimización de las operaciones militares y la reducción del impacto medioambiental.

Agenda Global Estratégica de Investigación (OSRA) y Plan de Desarrollo de Capacidades (CDP)

Tal y como se explica en el documento de presentación de esta iniciativa de la EDA¹⁸, la agenda global estratégica de investigación (OSRA por sus siglas en inglés) de la EDA constituye un nuevo enfoque para alinear las agendas estratégicas de investigación desarrolladas por cada área de capacidad tecnológica (CapTech) de la EDA con los requisitos y necesidades operacionales de los Estados miembros.

Dicha agenda estratégica establece, en definitiva, un procedimiento sistemático para promover la investigación colaborativa en el sector de la defensa a nivel europeo, que ya comenzó a rodar a través de la acción preparatoria para la investigación en defensa (PADR, por sus siglas en inglés) y continuará con la creación de un fondo europeo para la defensa dentro del Programa para la Investigación en Defensa (EDRP, por sus siglas en inglés) dentro del marco y como pilar principal del Plan de Acción de Defensa Europeo (EDAP, por sus siglas en inglés).

La OSRA sirve de nexo de unión entre el desarrollo de capacidades en defensa, de acuerdo con las necesidades y requisitos manifestados por los Estados miembros en el Plan de Desarrollo

¹⁸ OSRA- Overarching Strategic Research Agenda and CapTech SRAs Harmonisation. Connecting R&T and Capability Development Plan, EDA.

de Capacidades (CDP, por sus siglas en inglés), y la investigación y desarrollo de tecnologías en distintos dominios dentro del sector, a través del concepto de «Technology Building Blocks (TBB)».

Estos «bloques» o «ladrillos» denominados TBB equivalen a niveles de desarrollo tecnológicos alcanzados a partir de los resultados de proyectos de investigación, desarrollo y tecnología que, de forma conjunta entre varios TBB, permiten la «construcción» o «desarrollo» de una funcionalidad o solución que responda a una capacidad militar requerida existente o prevista para el futuro y representada a través de las «General Military Tasks (GMT)» establecidas en el CPD ya mencionado.

Solo como ejemplo sencillo para que el lector se haga una idea mejor de esta relación, podríamos imaginar que el Estado Mayor Conjunto ha identificado la necesidad de contar con la capacidad de pilotar drones de vigilancia fabricados a partir de materiales totalmente degradables, y propulsados por sistemas híbridos de combustibles limpios y baterías también degradables, para su utilización en la Antártida en alguna misión científica, para cuya producción necesitaríamos contar con tecnologías desarrolladas y seguras (TBB) tales como materiales totalmente degradables para el chasis del drone y compatibles con los requisitos operativos del vehículo, turbinas y tanques de almacenamiento de hidrógeno, y baterías fabricadas con material biodegradable bajo los mismos requisitos operativos, tecnologías que habrían sido desarrolladas a partir de estudios y proyectos de investigación y desarrollo tecnológicos.

Dentro de la EDA, existen distintas áreas de capacidades tecnológicas (*CapTechs*), que reúnen a expertos de ministerios de defensa y fuerzas armadas, industria y academia de los Estados miembros, y que tienen un área de responsabilidad o dominio que define el alcance de su trabajo y sus líneas estratégicas de investigación y desarrollo de tecnologías en campos como la munición, CBRN y factores humanos, sistemas terrestres, navegación y control, sensores de radio frecuencia, materiales, o energía, reflejadas en sus propias agendas estratégicas de investigación (SRA, por sus siglas en inglés), así como sus hojas de ruta (*roadmaps*) correspondientes para asegurar que estas tecnologías estén desarrolladas cuando sea requerido por nuestros ejércitos.

Todas estas agendas estratégicas, conjuntos de TBB y hojas de ruta de los distintos *CapTechs* son integrados en la Agenda Global Estratégica de Investigación (OSRA), suprimiendo duplicidades, y

analizando la transversalidad y las sinergias entre TBB definidos en distintos ámbitos militares.

Dentro del ámbito de energía y medio ambiente, se han definido los siguientes TBB para desarrollar en el periodo desde 2020 a 2027:

- TBB-01: Combustibles alternativos y sistemas de propulsión y distribución.
- TBB-02: Almacenamiento de energía: eléctrica, electroquímica, mecánica, estructural, térmica.
- TBB-03: Tecnologías eficientes para motores y sistemas de distribución de energía.
- TBB-04: Tecnologías de gestión energética: sistemas eficientes e innovadores.
- TBB-05: Generación solar (térmica y eléctrica).
- TBB-06: Militarización de tecnologías medioambientales: gestión del agua y aguas residuales.
- TBB-07: Tecnologías de recuperación de calor.
- TBB-08: Energía eólica.
- TBB-09: Integración de tecnologías energéticas y medioambientales.
- TBB-10: Militarización de tecnologías medioambientales: tecnologías de valorización energética.

Foro consultivo sobre sostenibilidad energética en el sector de la seguridad y la defensa

Este foro consultivo es, a los ojos de los autores, la plataforma que más activamente está trabajando y contribuyendo al avance del sector de la defensa hacia modelos energéticos más sostenibles en el ámbito de las infraestructuras fijas militares, normalmente de carácter dual (uso civil y militar), tales como edificios de oficinas, academias, hospitales, o cantinas, dejando el estudio e iniciativas sobre aspectos operativos puramente militares y misiones de despliegue al Grupo de Energía y Medio Ambiente de la EDA y OTAN.

Objetivos, estructura y dinámica del foro consultivo

La CE, mediante este foro consultivo sobre sostenibilidad energética en el sector de la seguridad y la defensa (CF SEDSS, por sus

siglas en inglés), pretende subrayar la relevancia del sector de la defensa en Europa por su importante consumo de energía de cara al logro de los objetivos a nivel nacional y de la UE de reducción de gases de efecto invernadero, ahorro y eficiencia energética, y uso de fuentes de energía renovables y de biocombustibles para 2020, 2030 y 2050.

El propósito principal de este foro consultivo es el de reunir y crear una comunidad de expertos en energía dentro del sector de la defensa, y apoyar al sector de la defensa europeo en su avance hacia un mayor conocimiento e implementación de proyectos de eficiencia energética y energías renovables en el ámbito de defensa. El foro consultivo actúa como plataforma para compartir casos de éxito y de buenas prácticas, y debatir e identificar las dificultades de las Fuerzas Armadas para la implementación (incluyendo las exenciones) de la Directiva de Eficiencia Energética (EED, por sus siglas en inglés), la Directiva de Eficiencia Energética de Edificios (EPBD, por sus siglas en inglés), y la Directiva de Energías Renovables (RED, por sus siglas en inglés), a la vez que mejorar la resiliencia de las infraestructuras críticas energéticas de defensa en relación con la implementación de la Directiva Europea de Infraestructuras Críticas, identificando los obstáculos y barreras que impiden que el sector de la defensa se beneficie plenamente de la energía sostenible.

Siempre sin tratar de imponer ningún tipo de acción o normativa de ningún tipo al sector de la defensa, el foro consultivo pretende también explorar el potencial para establecer y desarrollar planes y proyectos concretos de energía en el sector de la defensa que le permitan reducir su huella energética y de carbono y sus costes, así como identificar las fuentes de financiación disponibles dentro de la UE u otros instrumentos de financiación adecuados.

La estructura de este foro consultivo ha ido evolucionando desde su inicio en el año 2016, articulándose en grupos de trabajo que se centran en las siguientes líneas de actuación concretas, siempre dentro de instalaciones militares fijas de carácter dual (civil – militar):

- Gestión y eficiencia energética en instalaciones militares:
 - Recopilación de datos energéticos, análisis.
 - Sistema de gestión energética.
 - Concienciación sobre la energía, factores humanos.
 - Financiación de proyectos de energía en el ámbito militar.

- Protección de infraestructura energética.
 - Estructura de edificios.
 - Sistemas eléctricos y mecánicos en la construcción.
 - Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), mediciones y gestión energética inteligente en edificios.
 - Renovación y reformas en los edificios militares existentes.
 - Edificios de balance energético cero.
- Energías renovables:
- Empleo de las energías renovables en los medios de transporte militar.
 - Almacenamiento de energía renovable.
 - Conversión de energía.
 - Utilización de zonas militares para la generación de energía renovable.

La DIGENIN del Ministerio de Defensa español participa activamente en estos grupos de trabajo, y comodera el grupo de trabajo relacionado con la eficiencia energética en edificios.

Logros alcanzados

Como resultado del trabajo realizado conjuntamente por todos los participantes del foro consultivo durante sus dos primeras fases, la primera desde octubre de 2015 hasta octubre de 2017 y la segunda desde octubre de 2017 hasta agosto de 2019, se ha profundizado en el conocimiento de la legislación aplicable y, mucho más importante aún, en las particularidades del sector de la defensa frente al sector civil, que de una manera u otra hace que la legislación existente no sea directamente aplicable, o que al menos deba ser adaptada en algunos escenarios para su debida implementación y cumplimiento.

Además, a través del esfuerzo de las personas involucradas en el foro, de la celebración de sucesivas conferencias y de la presentación e intercambio de experiencias y buenas prácticas, se ha conseguido crear, por primera vez y con mucho éxito, una comunidad de expertos en energía dentro del sector de defensa y una plataforma y herramientas de comunicación que permiten a dichos expertos comunicarse e intercambiar conocimiento.

Por último, el foro consultivo ha servido como incubadora de ideas para proyectos innovadores y colaborativos en el sector de defensa, tres de las cuales contaron con el apoyo necesario de los Estados miembros para ser desarrolladas a través de grupos de trabajo específicos, y se encuentran ahora mismo en fase de competición para la obtención de financiación europea, hecho insólito que hace solo unos años habría parecido muy improbable.

En base a todos estos hechos y resultados exitosos de las dos primeras fases, de los que se da cuenta a continuación, y con el fin de abordar los nuevos desafíos en el campo de la energía, la Comisión Europa lanzó en octubre de 2019 la tercera fase del foro consultivo, que se extenderá por un periodo de cuatro años hasta el 2023, y que añade el objetivo de conectar a las comunidades de defensa y de energía a nivel nacional y nivel europeo.

Resultados, lecciones aprendidas y buenas prácticas

Como resultado de las discusiones y experiencias compartidas durante el CF SEDSS entre todos los participantes, se han identificado una serie de dificultades y limitaciones comunes a todos los Estados miembros en el ámbito de la defensa, las cuales les impiden llevar a cabo la correcta, completa y eficiente implementación de las directivas europeas aplicables sobre eficiencia energética y fomento de las energías renovables y contribuir efectivamente a alcanzar el potencial del sector de defensa para el ahorro energético y reducción de emisiones de carbono.

Las principales dificultades y obstáculos que deben ser resueltos a tal efecto han sido identificadas y aparecen estructuradas en el documento final de conclusiones y recomendaciones de la fase II del CF SDESS¹⁹ de la siguiente manera:

- Factores humanos:
 - Falta de compromiso, concienciación, motivación, comunicación y entrenamiento dentro del sector de defensa en general, y dentro de cada nivel de la escala jerárquica de la propia organización en particular, siendo especialmente crítico al nivel y en la función de toma de decisiones.

¹⁹ EUROPEAN DEFENCE AGENCY. «GUIDANCE DOCUMENT CF SEDSS II Results and Recommendations for Sustainable Energy in the Defence and Security Sector». Bruselas: julio 2019. <https://www.eda.europa.eu/docs/default-source/events/eden/phase-ii/guidance-document/cfsedssii-guidance-document.pdf>.

– Factores económicos y presupuestarios:

- Limitaciones en el presupuesto, o incluso falta de líneas presupuestarias para la implementación de medidas de mejora de la eficiencia energética; normalmente, la adopción de dichas medidas tiene lugar como actividades programadas de mantenimiento y de sustitución periódica de equipos en los edificios, que son financiadas a través de líneas presupuestarias distintas y ejecutadas por personal diferente perteneciente a otros departamentos distintos al de eficiencia energética, cuyos objetivos y prioridades son, a su vez, distintos a la mejora de la eficiencia energética.
- Limitaciones en el acceso a mecanismos de financiación externos, debido tanto a la naturaleza de las actividades y objeto general del sector, no contemplados en muchos de los programas de financiación europea, como a incompatibilidades legales dentro de la administración pública de cada Estado miembro.
- Conocimiento limitado, tanto de la existencia como de los procedimientos y requisitos establecidos por los distintos mecanismos de financiación externa disponibles.
- Periodos de retorno (*payback periods*) normalmente demasiado largos para conseguir materializar los beneficios económicos de las inversiones necesarias.

– Factores organizativos y culturales:

- Falta de compromiso y de concienciación real dentro de la organización. Se hace necesario un cambio cultural de la organización, que se extienda a todos los niveles jerárquicos y a los distintos perfiles profesionales y personales, cada uno con distintas motivaciones.
- La energía es percibida como un producto básico, o *commodity*, que se consume como otro producto básico cualquiera para realizar una actividad u operación, y no como un multiplicador de capacidades cuyo uso eficiente y efectivo permite el aumento de la autonomía y la reducción de vulnerabilidades y riesgos en esas mismas actividades u operaciones.
- No existe una visión clara o entendimiento de la conexión entre la mejora de la eficiencia energética y la mejora de capacidades y efectividad en las operaciones.

- La eficiencia energética no es considerada una prioridad, o al menos, se le asigna una prioridad más baja frente a la ejecución de otras actividades y funciones, sin tener en cuenta que la mejora en la primera puede resultar en una mayor efectividad de las segundas.
- Falta de capacidad: falta de recursos humanos, de conocimiento y de experiencia.
- Falta de elementos y motivos para la implementación de medidas de mejora de la eficiencia energética y ahorro energético como resultado de la desconexión entre líneas presupuestarias y planes para el suministro energético, la mejora de la eficiencia energética, el mantenimiento de instalaciones y campañas de concienciación.
- Falta de motivación para la implementación de medidas de mejora de la eficiencia energética como resultado de la desconexión entre las funciones operativa y presupuestaria en las organizaciones.
- No existe un único responsable senior y con experiencia, designado por la organización, para desempeñar la labor de gestor energético: normalmente, la función de gestión energética se percibe como una responsabilidad general de toda la organización y la responsabilidad se distribuye a través de varias de sus funciones, cada una de ellas con sus limitaciones y objetivos, y ninguna tomando la iniciativa.
- Ausencia de comunicación entre áreas y unidades dentro de la misma organización, impidiendo la diseminación de buenas prácticas.
- Cambios de destino y rotación frecuente del personal militar.
- Falta de un sistema de incentivos a largo plazo en la organización que reconozca y premie la toma de decisiones efectivas que resulten en ahorros energéticos y en costes.
- Existen políticas y estrategias con objetivos generales de alto nivel en la organización, que no se traducen en planes de implementación con acciones y objetivos concretos y específicos para cada unidad o área.
- Incertidumbre en la planificación a largo plazo sobre el uso y ocupación futuros de edificios e instalaciones, debido a reorganizaciones de las funciones y áreas dentro de los ministerios de defensa y fuerzas armadas.

– Factores de contexto:

- El sector de la energía es demasiado extenso; existe una gran abundancia de conceptos, normas, marcos legislativos y estándares, que pueden llevar a la confusión y hacen difícil para la organización definir un enfoque y filosofía sobre la mejora de la eficiencia energética concretos y adaptados a sus propias particularidades.
- Existe un continuo e intenso debate, aún sin concluir, acerca del alcance de los sistemas de gestión energética (EnMS, por sus siglas en inglés) y/o gestión medioambiental (EMS, por sus siglas en inglés) tales como la ISO 50001, la ISO 14001, o el Reglamento Comunitario de Ecogestión y Ecoauditoría (EMAS, por sus siglas en inglés), y si deberían incluirse o no las actividades operativas militares, y el impacto que dicha inclusión tendría sobre las capacidades operativas.

– Factores legislativos y normativos:

- En base al principio de subsidiariedad y proporcionalidad que rige en la legislación europea, los objetivos de mejora de la eficiencia energética, fomento del uso de energías renovables y combustibles alternativos y reducción de emisiones de carbono se establecen y comprometen a nivel nacional, entre cada Estado Miembro y la UE, siendo cada Estado miembro el que después decide cómo alcanzar dichos objetivos a través de distintas contribuciones de los distintos sectores dentro de su territorio. Por lo general, el sector de defensa de cada Estado miembro suele quedar eximido por su Gobierno central del cumplimiento de dichos objetivos, más allá de las propias exenciones reflejadas en las directivas europeas correspondientes, por lo que no existe un imperativo legal para su cumplimiento más allá de los requisitos mínimos de eficiencia energética impuestos por los respectivos códigos técnicos de edificación o a través de ley de contratación del sector público para el suministro de equipos eficientes.
- Además, en algunos casos, la aplicabilidad de las exenciones reflejadas en las directivas europeas al sector de la defensa está sujeto a interpretaciones, requiriendo de una labor jurídica y legal adicional para interpretar las provisiones de dichas directivas, con el consiguiente retraso en el compromiso de inversiones y posterior ejecución de los proyectos de mejora de la eficiencia energética.

- Existen obstáculos legales que impiden utilizar el dinero ahorrado a través de la mejora de la eficiencia energética para otros fines bajo otras líneas presupuestarias.
 - La normativa y procedimientos de contabilidad imponen grandes dificultades al sector público en general, y al sector de la defensa en particular, para la formalización de contratos de rendimiento energético (EPC, por sus siglas en inglés) con empresas de servicios energéticos (ESCO, por sus siglas en inglés), al establecer requisitos muy exigentes para las inversiones de capital iniciales a efectos contables. Además, existen muchas dificultades y desconocimiento sobre la redacción de este tipo de contratos, desde la definición de los indicadores de rendimiento energético necesarios para hacer un correcto seguimiento de los ahorros alcanzados por la empresa de servicios energéticos, hasta los aspectos e implicaciones sobre la propiedad y mantenimiento de los equipos.
- Factores técnicos y de gestión:
- Los inventarios de edificios son, en general, muy anticuados y no contienen la información adecuada para la correcta priorización y planificación de actuaciones de mejora de la eficiencia energética.
 - La creación y actualización de inventarios de edificios en defensa es muy complicada, ya que existe un elevado número de edificios (normalmente cientos de edificios), algunos sujetos a requisitos de protección de patrimonio histórico, en muchos casos de uso dual (civil y militar), e incluso en algunos otros de uso desconocido en algunos casos, sujetos a cambios en su utilización y ocupación a lo largo del tiempo.
 - No existen valores de referencia (*benchmarks*) de consumo energético específicos de defensa, los cuales son críticos para poder analizar el mejor o peor rendimiento de los edificios y priorizar las intervenciones de mejora de eficiencia energética.
 - La lectura de datos de consumo energético es muy limitada, haciéndose en general a través de contadores convencionales a nivel de base únicamente, sin capacidad de análisis del consumo energético por edificio dentro de la base, o incluso por tipo de instalación dentro de cada edificio a través de contadores inteligentes.

- Ausencia de planes para la lectura y seguimiento regular del consumo energético al nivel adecuado, debido a la falta de recursos humanos y/o materiales, así como a la externalización de los servicios de mantenimiento.
- Definiciones simplistas, o ausencia de indicadores de rendimiento energético (EnPI, por sus siglas en inglés), que normalmente se reducen a objetivos de reducción de kWh/soldado, sin tener en cuenta factores como el uso y la ocupación de los edificios, o la meteorología.
- Análisis del consumo energético y estimación y planificación de necesidades energéticas para el futuro normalmente simplistas o inadecuadas.
- Falta de estrategias y planes de renovación de edificios por etapas a largo plazo. La mayoría de las intervenciones tienen lugar cuando existe presupuesto disponible, y normalmente se hacen de una sola vez hasta donde alcance el presupuesto.

No obstante, a pesar de todas estas dificultades y obstáculos de diferente índole, el sector de la defensa europeo avanza indudablemente hacia un marco operativo más verde y respetuoso con el medio ambiente, y se encuentra inmerso en su propia transición ecológica hacia modelos operativos más sostenibles y eficientes. Prueba de ello son todas las iniciativas en las que se encuentra inmerso no solo dentro del marco de la EDA y de la OTAN, sino también en un contexto nacional en colaboración con la industria y centros de investigación nacionales, tal y como se describirá más tarde en este artículo, e incluso local a nivel de unidad o de base militar, en donde tienen lugar muchos pequeños proyectos y avances fruto de la iniciativa y esfuerzo personal de muchos militares.

Únicamente a modo de ejemplo y para que sirvan de referencia, se describen a continuación tres ejemplos de buenas prácticas de referencia en tres Estados miembros distintos, que han sido presentadas durante el CF SEDSS y cuyo impacto beneficioso ha sido reconocido.

Gran reforma del edificio de la sede central de Isdefe, Agencia del Ministerio de Defensa de España

Isdefe, la agencia del Ministerio de Defensa español, adquirió en 2010 un edificio para albergar la que hoy es su sede central y

corporativa en Calle Beatriz de Bobadilla, Madrid, y reunir a todos sus trabajadores en un mismo edificio después de un periodo de crecimiento intenso, que había resultado en la utilización de distintas oficinas en distintos edificios en Madrid.

Este edificio, completamente obsoleto, fue transformado en un edificio inteligente de alto rendimiento energético, fácil y rápidamente adaptable a un número variable de usuarios y usos, a través de intervenciones en la envolvente y en los componentes y materiales en el interior del edificio, y de la instalación de sistemas y de equipos técnicos de alta eficiencia energética, incluyendo soluciones de producción de energía solar fotovoltaica y térmica, y de cogeneración.

El proyecto de rehabilitación se realizó de acuerdo con la legislación vigente en España en materia de construcción y medio ambiente y con los requisitos de eficiencia energética e instalaciones térmicas exigidas por el Código Técnico de la Edificación (CTE) y el Reglamento de Instalaciones Térmicas de Edificios (RITE), con el fin de conseguir la calificación energética más alta posible (A o B) y también la producción propia más alta posible de energía para autoconsumo, cumpliendo a la vez con las más estrictas medidas de seguridad exigidas en el sector de la defensa, entre otras:

- División de zonas según niveles de seguridad y seguridad en los puntos de acceso.
- Seguridad en los puntos de control para documentación:
 - Puntos de control OTAN / UE / ESA.
 - Documentación clasificada NACIONAL / OTAN / UE / ESA.
 - Sala TEMPEST (espacio protegido contra emisiones electromagnéticas no intencionadas, producidas en equipos electrónicos y sistemas TIC).
- Sistemas de seguridad en el edificio.

Los requisitos para la distribución de los espacios dentro del edificio fueron similares a los exigidos para edificios de la misma tipología en el sector de la defensa, tales como el edificio del Ministerio de Defensa, o edificios de cuarteles generales y mandos logísticos de los tres ejércitos.

Todos los sistemas técnicos del edificio son monitorizados y controlados en tiempo real con un sistema de supervisión, control y adquisición de datos (SCADA, por sus siglas en inglés) centralizado que mantiene todo el edificio en los niveles de confort requere-

ridos con el consumo de energía más eficiente, demostrándose importantes ahorros energéticos y en costes, con periodos de amortización actualizados de 3,92 años para el sistema de iluminación (sistema de control de iluminación LUXMATE y balastos electrónicos DALI), o de 11 años para el sistema VRV (volumen de refrigerante variable) condensado por agua (que se espera que se acorten al realizarse ahorros adicionales en costes antes de llegar a los 11 años).

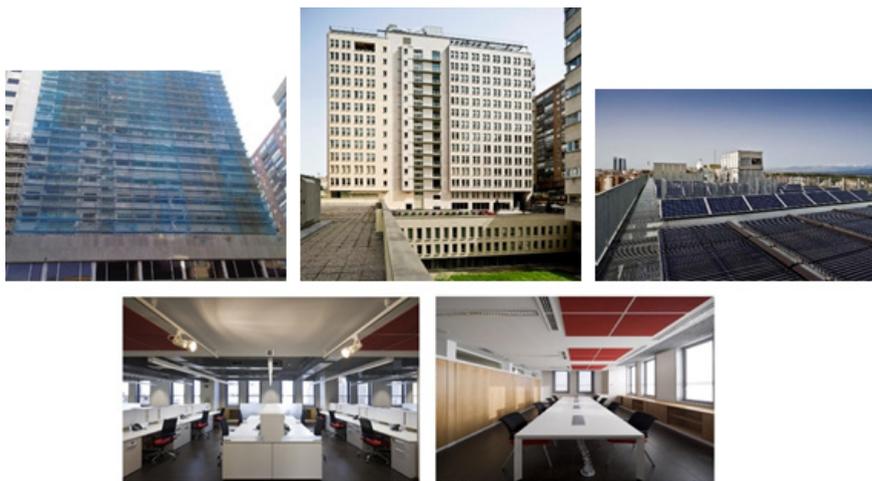


Figura 5. Gran reforma del edificio de Isdefe S.A. (Fuente: Presentación «Isdefe Headquarters. From obsolete to efficient and smart building. A Defense example». CF SEDSS Fase 1, Isdefe, Ministerio de Defensa Español, Tsalónica 2017).

Proyecto de maximización de la eficiencia energética a través de cambios en el comportamiento. Ministerio de Defensa del Reino Unido.

El comportamiento de los usuarios de un edificio comprende no solo sus hábitos y forma y capacidad para actuar y reaccionar frente a distintos hechos y estímulos; depende además de su propio conocimiento y concienciación sobre el problema en cuestión, y se ve influenciado por las normas subyacentes dentro de la cultura de la organización.

Distintas publicaciones y estudios estiman un ahorro energético potencial de entre el 5 % y el 20 % a través de cambios en las pautas del comportamiento.

El Ministerio de Defensa de Reino Unido lanzó este programa de estudio y actuación sobre el comportamiento de su personal en relación con la eficiencia energética, que está siendo llevado a

cabo por su agencia, Defence Science and Technology Laboratory (DSTL), centrándose en la simplificación de la amplia variedad existente de modelos y metodologías de cambio del comportamiento para encontrar un enfoque adecuado y eficaz para el sector de la defensa.

El enfoque propuesto se basa en lo que el Ministerio de Defensa de Reino Unido ha denominado modelo «COM-B» (comportamiento basado en la capacidad, la oportunidad y la motivación), y la aplicación de una metodología sistemática para identificar, en primer lugar, los distintos perfiles de comportamiento y las motivaciones que mueven a cada uno de estos perfiles, así como los cambios adecuados en su entorno para conseguir el cambio de comportamiento deseado, y en segundo lugar, los tipos de intervenciones que se estiman más efectivas (enfoque FISH).

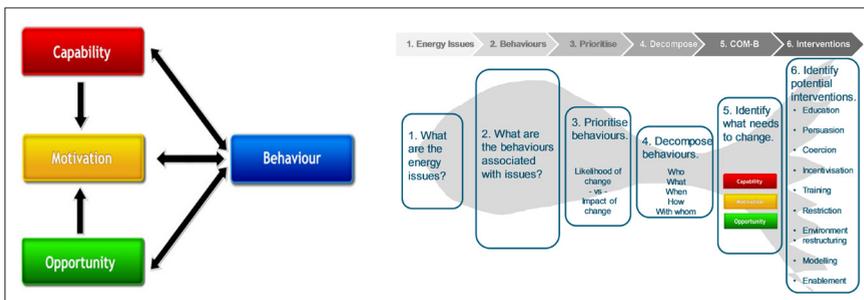


Figura 6. Modelo COM-B y metodología FISH, DSTL.
 (Fuente: Presentación «Maximising MOD's Energy Efficiency Behaviours (MMEEB)». CF SEDSS Fase 1, DSTL, Ministerio de Defensa de Reino Unido, Roma 2016).

Base de datos de consumo energético a través de contadores inteligentes, Ministerio de Defensa de Austria

El Ministerio de Defensa austriaco lanzó en 2018 un programa de sustitución de los miles de contadores convencionales de electricidad, agua y agua caliente, y gas natural, por contadores inteligentes en un 30 % de sus bases militares, con planes de expansión al resto de bases a un ritmo del 5 % anual hasta llegar al 75 % de sus instalaciones en 10 años. La lectura de los contadores convencionales, hecha de forma manual, supone un gran esfuerzo en horas hombre y da lugar a una alta tasa de errores. Por el contrario, la lectura de los contadores inteligentes se hace de forma automática, y la información es encriptada y enviada a través de una conexión *ethernet* a un nuevo sistema de *software* de gestión y análisis de datos centralizado.

Este sistema de gestión y análisis de datos permite la lectura y el almacenamiento de los datos de consumo energético, mostrar la información de consumo energético y costes de todo tipo de energía por cada unidad, edificio, departamento, etc., obtener valores de referencia de consumo energético, y comparar el consumo entre edificios de construcción similar, entre otras cosas, sirviendo además como interface con otras bases de datos y, muy importante, permite aumentar la visibilidad del consumo energético entre los usuarios.

Esta iniciativa permitió al Ministerio de Defensa de Austria valorar cual es la frecuencia y nivel adecuados para la lectura, monitorización y análisis de los datos de consumo de energía para identificar y actuar en aquellos equipos e instalaciones en donde existen ineficiencias en el consumo energético, y conseguir ahorros en energía y en costes.

A partir de los resultados obtenidos hasta la fecha, las Fuerzas Armadas de Austria han obtenido ahorros anuales del 3 % del coste en energía, y un periodo de retorno de la inversión de entre 5 y 7 años para su sistema.

El CF SEDSS como incubadora de ideas para futuros proyectos colaborativos

El CF SEDSS, además de actuar como punto de encuentro entre comunidades del sector de la defensa y del sector energético, y plataforma de debate y de intercambio de conocimiento y buenas prácticas en torno a las particularidades de defensa en lo referente a sostenibilidad energética, está sirviendo también como incubadora de múltiples ideas sobre iniciativas y proyectos colaborativos en el campo de la sostenibilidad energética en el sector de defensa de la UE.

Durante las dos primeras fases del CF SEDSS, se han identificado y cuentan cada una con el apoyo de distintos Estados Miembros un total de 28 ideas para el desarrollo de estudios y proyectos colaborativos en el ámbito de la energía, algo realmente sorprendente si tenemos en cuenta que esta comunidad energética en el sector de la defensa no existía hasta el inicio del CF SEDSS en el año 2016. Igualmente importante y relevante, gracias a la metodología y herramienta *identifunding* desarrollada por la EDA, se han logrado identificar distintos mecanismos de financiación europea aptos para cada una de estas ideas promovidas por el sector de la defensa, algo que hace solo unos años resultaba impensable.

El objetivo y alcance de estas ideas incluyen la creación de herramientas para el correcto análisis y gestión energética de edificios de defensa, la sustitución de sistemas de iluminación por tecnología LED en campamentos militares a través de ESCO, la correcta normalización del consumo energético y la definición de indicadores de rendimiento energético (EnPI), el desarrollo de capacidades en defensa para la realización de auditorías energéticas, mediciones y verificaciones, redacción de contratos de rendimiento energético, desarrollo de campañas de concienciación, reformas de edificios a estándares de consumo casi nulo, sistemas de climatización pasivos, sistemas de recuperación de energía, herramientas para la selección de las tecnologías óptimas de almacenamiento de energía, o despliegue de una infraestructura de producción y abastecimiento de hidrógeno para utilización como combustible y como vector energético.

Contexto OTAN en relación con la eficiencia energética y el cambio climático

En línea con lo expuesto anteriormente, y al igual que en el resto de agencias supranacionales y multilaterales, existen dentro de la Alianza múltiples iniciativas, proyectos y soluciones tecnológicas sostenibles promovidos por cada uno de los aliados a nivel nacional, que deben ser aunados y coordinados en el seno de la Alianza a través del intercambio de conocimiento y de buenas prácticas.

La OTAN, como organización político-militar, no pretende convertirse en una plataforma de política medioambiental, sino más bien, concentrar sus esfuerzos en actividades que añaden valor operativo y aportan beneficios evidentes a las misiones militares a través de la puesta en común de enfoques multinacionales entre los aliados.

Concepto de energía inteligente (Smart Energy)

La Alianza concibe la energía como un «posibilitador» o «multiplicador» de las capacidades militares operativas, fundamental para la ejecución y el control de las operaciones de cada misión militar. Además, la eficiencia energética es una de las claves para garantizar la resiliencia operativa y reducir el impacto logístico y presupuestario que supone el mantenimiento de las misiones de despliegue para la OTAN.

Si bien el término «energía inteligente» (*Smart Energy*) no es un término definido formalmente por la OTAN, el sentido y definición prácticos usados dentro de la Alianza hace referencia a la energía inteligente como la «capacidad resultante de la planificación, gestión y uso optimizado de tecnologías para la generación, distribución y consumo de energía para mejorar la resiliencia, autonomía y movilidad de las fuerzas aliadas»²⁰.

En 2011, la División de Desafíos Emergentes de Seguridad (ESCD, por sus siglas en inglés) del Cuartel General de la OTAN introdujo el concepto de eficiencia energética en el sector militar como «energía inteligente» (*Smart Energy*). En la Cumbre de Chicago de mayo de 2012, los jefes de Estado y de Gobierno aliados declararon su consenso en el concepto de energía inteligente, acordando «trabajar en pro de mejorar significativamente la eficiencia energética de nuestras fuerzas militares», consenso que fue reiterado durante la Declaración de la Cumbre de Gales en septiembre de 2014. Estas declaraciones impusieron a la OTAN el mandato de tratar los problemas de eficiencia energética en el sector de defensa, defendiendo un enfoque multinacional para ello.

La Declaración de la Cumbre de Gales también adoptó el «marco de la defensa verde», que engloba la eficiencia energética y la protección del medio ambiente con el objetivo global de mejorar la efectividad y eficiencia de las misiones OTAN.

El trabajo de la OTAN tras la Declaración de la Cumbre de Chicago, y a través de la iniciativa de la ESCD de la OTAN se centró principalmente en tecnologías para operaciones terrestres y campamentos militares, resultando en el examen y revisión de estrategias, políticas, cuadros de mando, procedimientos y comportamiento humano, con el objetivo de contribuir a la integración de la energía inteligente en el Proceso de Planificación de Defensa de la OTAN a medio y largo plazo.

Los obstáculos y barreras al avance de los ejércitos aliados en la mejora de la eficiencia y sostenibilidad energética en operaciones militares identificados por la OTAN durante estos años están en línea con los identificados en el CF SEDSS para las instalaciones militares fijas no operativas y de uso dual:

²⁰ MICHAELIS, Susanne. «Capable Logistician CL19 – NATO SMART ENERGY UNIT». Smart Energy Officer, NATO HQ. 28 mayo 2019. http://www.natolibguides.info/Id.php?content_id=32333295.

- Existencia de múltiples estrategias, políticas y normativas nacionales para el uso inteligente de la energía operativa entre los aliados, pero de forma aislada; además, existe una falta de esfuerzo cooperativo y de integración entre el sector de defensa, industria e investigación, y una falta de comunicación y colaboración entre las comunidades operativa y científica.
- En general, no existían requisitos de eficiencia energética en la adquisición de material militar, ni una terminología estandarizada, ni un nivel de conocimiento y de concienciación sobre eficiencia energética adecuados.
- La interoperabilidad entre ejércitos era, y sigue siendo en muchos casos, deficiente.
- Carencia de un marco o estrategia sobre energía inteligente y de un responsable que actúe como punto focal o de contacto para todos los asuntos relativos a la energía inteligente.

En base a estas conclusiones, los jefes de Estado y de Gobierno de la OTAN coincidieron en que sus fuerzas militares deberían ser más eficientes en el uso de la energía. Para ello, se recomendó el desarrollo e implantación de una estrategia energética inteligente en base a cuatro líneas de actuación: 1) formación y entrenamiento, 2) estándares y doctrina, 3) investigación y tecnología, y 4) metas y objetivos, así como la designación de responsables nacionales para la implementación de dicha estrategia y la creación de un grupo de trabajo o área funcional dentro de la estructura de OTAN dedicado a la energía inteligente.

Con el objetivo de superar estas dificultades y obstáculos, la OTAN diseñó y lanzó varias iniciativas encaminadas a la mejora de la sostenibilidad energética y de la eficiencia en el uso de los recursos en general en el ámbito operativo, tales como:

1. Un paquete de propuestas de proyectos concretos del ámbito de la «defensa verde» y del Programa Science for Peace and Security (SPS) para avanzar en soluciones energéticas inteligentes, mejorar la estandarización y la interoperabilidad, entre ellas:
 - «Campamento de pruebas y entrenamiento sobre energía inteligente (Smart Energy Training and Assessment Camp - SETAC)»: con el objetivo de establecer un campamento militar de pruebas en el que se pueda entrenar a las tropas, probar nuevas tecnologías y herramientas de generación,

ahorro, almacenamiento y gestión de la energía, agua y residuos, analizar el impacto de nuevos procedimientos operativos, y concienciar a las tropas sobre la importancia de la eficiencia energética, y todo ello para reducir la dependencia de los combustibles fósiles significativamente.

Las instalaciones de dicho campamento pueden ser divididas en «unidades logísticas integradas multinacionales» (MILU, por sus siglas en inglés) (unidad de tratamiento de residuos, unidad de tratamiento de aguas residuales, unidad de generación de energía, unidad de protección para la fuerza, etc.), y cada unidad puede ser utilizada por empresas o fabricantes para probar sus productos mientras dan servicio al campamento, siendo toda la información monitoreada y controlada desde un centro de control.

El concepto de SETAC del programa Smart Defence de la OTAN se lanzó en abril de 2017, con el objetivo de reunir al sector de la defensa, empresas y centros de conocimiento e investigación para facilitar el intercambio de información y animar a los aliados a acordar estándares comunes para las capacidades de la energía inteligente con el de mejorar la interoperabilidad.

- Conferencias y ferias tecnológicas sobre soluciones de energía para aplicaciones militares (Innovative Energy Solutions for Military Applications – IESMA)²¹: IESMA es un evento bianual organizado por el Centro de Excelencia de Seguridad Energética de la OTAN, en ocasiones en colaboración con centros de excelencia de países aliados, reúne a expertos de los sectores militar, industrial y académico y tiene como objetivo permitir el intercambio de conocimiento, buenas prácticas y lecciones aprendidas, y la demostración de tecnologías de energía inteligente para el avance de la eficiencia energética en el ejército. Otros objetivos de IESMA comprenden la aceleración de la transferencia de tecnologías energéticas innovadoras del sector civil al militar, la aplicación de tecnologías estándar sobre el terreno y la adaptación de tecnologías más innovadoras para su uso práctico en el ejército, esforzándose por mejorar la capacidad operativa de las fuerzas militares e incrementar su autonomía y resiliencia en entornos en donde la seguridad se ve comprometida y existen limitaciones en la logística.

²¹ <https://www.iesma.info/>. Consultado el 1 de diciembre 2019.

- Propuestas de proyectos sobre tecnologías para almacenamiento de energía en baterías, dentro del programa SPS.
- 2. Estudios exhaustivos sobre necesidades energéticas de los aliados en actividades militares, centrándose en la comparación de la eficacia de distintos enfoques nacionales para reducir el consumo energético.
- 3. Revisión de metodologías, procedimientos operativos, normativa y políticas energéticas de los aliados y de la Alianza para progresar en el concepto de energía inteligente.
- 4. Incorporación de un componente de energía inteligente en los ejercicios «Capable Logistician», consistente en la demostración de funcionamiento e integración de soluciones de energía inteligente aportados por los aliados.
- 5. Visibilidad de los esfuerzos de los aliados para avanzar hacia una energía inteligente, incluyendo actividades y publicaciones de la OTAN.

Marco de la defensa verde (Green Defence Framework)

El Consejo de la OTAN, en su documento «*Green Defence Framework*»²² de febrero de 2014, define el concepto de *Green Defence* como «un esfuerzo multifacético transversal a una amplia gama de actividades, incluida la eficacia operativa, la protección del medio ambiente y el desarrollo sostenible». Una «defensa verde» abarca múltiples ámbitos, entre los que se incluyen las operaciones, la logística, la ingeniería y la planificación de la defensa, e incluye una amplia variedad de actores: civiles y militares, aliados y socios, organizaciones internacionales y sector privado.

El marco de la defensa verde estructura sus esfuerzos e iniciativas en torno a tres ejes; el primero de ellos, en torno a la propia organización de la Alianza y de sus organismos, el segundo, en apoyo a los aliados, y el tercero, en torno a la colaboración internacional con otras agencias, organismos e industria internacionales.

En lo referente a la OTAN, como organización, aspira a mejorar la eficiencia en términos energéticos y de utilización de los re-

²² NORTH ATLANTIC COUNCIL. «Green Defence Framework». Febrero 2014. http://www.natolibguides.info/ld.php?content_id=25285072. Consultado el 1 de diciembre 2019.

cursos, así como la sostenibilidad medioambiental, en todas sus actividades, sin afectar a su eficacia operativa. Para ello, existen distintos comités, grupos de trabajo y órganos de la OTAN trabajando sobre diferentes aspectos de la «defensa verde», como es el caso del Grupo de Trabajo sobre Seguridad Energética. Además, la OTAN mantiene contactos regulares con otras organizaciones de defensa, como es el caso de la EDA, para identificar y evitar duplicaciones, así como para explotar las sinergias que podrían surgir del trabajo conjunto.

En este sentido, la OTAN aplica los principios y normativas «verdes» a su Cuartel General, a sus estructuras de mando y a sus agencias, estableciendo una contabilidad «verde» y líneas base de consumo para poder medir el progreso. Por otro lado, y a través de sus centros de excelencia, estos principios y prácticas para la mejora de la eficiencia energética y sostenibilidad medioambiental son también tenidos en cuenta e implantados en sus programas de formación, entrenamiento y ejercicios. Por último, la Organización de Ciencia y Tecnología (STO, por sus siglas en inglés) de la OTAN dedica parte de sus esfuerzos de investigación a sentar las bases de un futuro militar más ecológico para la Agencia a través de distintos grupos de investigación, alguno de los cuales se describe más adelante.

En lo que concierne al apoyo de la OTAN a los esfuerzos de sus aliados, la Agencia actúa como una plataforma para apoyar y fomentar la cooperación entre los aliados, a través de la cual las naciones puedan compartir sus conocimientos, buenas prácticas y tecnologías verdes, con el fin de contribuir a los esfuerzos de los aliados para mejorar la defensa verde a nivel nacional, y en sus operaciones de despliegue.

Las distintas iniciativas a nivel nacional e internacional que se han lanzado en los últimos años para explorar el desarrollo de soluciones tecnológicas y la adopción de nuevos enfoques y políticas que contribuyan a la reducción del consumo energético en operaciones militares son de vital importancia para evitar la pérdida de vidas humanas que ocurre durante el transporte del combustible y reducir vulnerabilidades de campamentos militares y sistemas de armas, que quedan desprotegidos durante el tiempo que duran las operaciones de repostaje. El grave riesgo que supone para las tropas el suministro de combustible en misiones de despliegue en entornos comprometidos, así como el elevado impacto económico para la misión y la alta ineficiencia en el uso de recursos y combustible, queda reflejado en unas estadísticas

tomadas de la biblioteca multimedia de la OTAN, en su sección dedicada a la «energía inteligente»²³:

- «3.000 soldados de los EE. UU. resultaron muertos o heridos del año 2003 al 2007 como consecuencia de ataques a convoyes de combustible/agua en Afganistán/Iraq».
- «De media, se produce una baja por cada 24 convoyes de suministro en Afganistán/Iraq».
- «El coste del transporte de combustible a áreas peligrosas puede ascender a 600 USD por galón, o incluso más».
- «Solo un tercio del combustible quemado en un generador diésel convencional se convierte en electricidad. Los otros dos tercios se desperdician en forma de calor».
- «En Malí, la carretera para el transporte de suministros recibe el nombre de —carretera hacia el infierno—, debido a los ataques y accidentes».
- «Hoy en día, un soldado carga con una media de 7 baterías distintas que pesan en torno a un 20 % del total del peso de la carga que llevan con ellos».

Como resultado de estos esfuerzos conjuntos de los aliados a través de la Agencia, se ha desarrollado, en el ámbito de la logística, la «política de combustible único» de la OTAN, que promueve el uso de un combustible único para todas las aeronaves, vehículos y equipos terrestres, la «política de generación de energía para infraestructuras de fuerzas desplegadas», y la visión sobre «combustibles del futuro».

En el ámbito de los sistemas de armas, el Grupo de Armamento Naval se está ocupando de la contaminación marítima, la gestión de residuos y la eficiencia energética y generación de energía; el Grupo de Armamento del Ejército ha desarrollado una serie de proyectos que contienen elementos ambientales y de ahorro de energía; y el Grupo Consultivo sobre Industria está examinando la implementación de tecnologías ecológicas de doble uso (civil/militar) en el desarrollo de sus capacidades siempre que dicha implementación no vaya en detrimento de la eficacia operativa.

²³ NATO LIBGUIDES. «Smart Energy». Disponible en <http://www.natolibguides.info/smartenergy>. Consultado el 15 de diciembre de 2019.

En el ámbito de la protección del medio ambiente, la OTAN cuenta con una base sólida de principios, políticas y estándares (STANAG) sobre gestión medioambiental aplicable a sus operaciones.

Por último, en lo referente a la cooperación internacional, la OTAN aspira a proporcionar una plataforma para que los aliados se beneficien del conocimiento especializado, experiencia y mejores prácticas de países socios, de otras organizaciones internacionales y de la industria. Las líneas de investigación y actuación en OTAN son siempre coordinadas con las de estos otros actores externos con el fin de evitar duplicidades e identificar espacios de interés común y cooperación. En este sentido, se ha demostrado ya la utilidad y el beneficio mutuo resultante de la cooperación entre la Alianza y la industria a través de ejercicios OTAN que la industria utiliza como bancos de pruebas para la demostración de la eficacia e interoperabilidad de sus tecnologías de energía «inteligentes», como los ejercicios *Capable Logistician*.

Ejercicios «Capable Logistician» de la OTAN

Los ejercicios *Capable Logistician*²⁴ son ejercicios multinacionales realizados por los aliados y auspiciados por OTAN, llevados a cabo en distintas ubicaciones, con el objetivo principal de practicar y mejorar la planificación, gestión y ejecución de la logística multinacional en apoyo a la fuerza, en un escenario de cooperación entre fuerzas aliadas, y centrándose en la interoperabilidad y estándares OTAN.

Hasta la fecha de este artículo, se han llevado a cabo tres de estos ejercicios: el ejercicio CL13 (Eslovaquia, año 2013), el CL15 (Hungría, año 2015), y el CL19 (Polonia, año 2019). En los tres ejercicios, el Cuartel General de la OTAN estableció una unidad de energía inteligente con equipo y personal de los Estados miembros de la OTAN, cuyos objetivos generales eran:

- Demostrar el potencial de las tecnologías innovadoras para reducir las ineficiencias en uso del combustible en campamentos militares de despliegue.

²⁴ MICHAELIS, Susanne. « Capable Logistician CL19 – NATO SMART ENERGY UNIT». Smart Energy Officer, NATO HQ. 28 mayo 2019. http://www.natolibguides.info/ld.php?content_id=32333295.

- Demostrar el impacto positivo de las capacidades de energía inteligente sobre el aumento de la eficacia operativa.
- Probar la interoperabilidad y evaluar las normas de la OTAN a este respecto.

Aunque los generadores diésel seguirán siendo la principal fuente de energía en campamentos militares desplegados en ejercicios y misiones a lo largo de las próximas décadas, la OTAN estima que el malgasto de combustible podría reducirse entre un 5 y un 20 % a través de una mejor planificación y un mejor conocimiento de los flujos de energía en los campamentos militares desplegados, sin que ello suponga un gasto adicional ni la instalación de ningún nuevo equipo. Con una inversión moderada, se estima que el consumo de combustible podría reducirse hasta en un 80 % sin disminuir el confort de los soldados, y mejorando la eficacia operativa de los campamentos.

Las pruebas y demostraciones a lo largo de estos tres ejercicios CL fueron los siguientes:

- CL13: instalación de una tienda militar con aislamiento térmico y luces LED, una pila de combustible de hidrógeno y paneles fotovoltaicos para generación de energía sin combustible.
- CL15: instalación de más de 50 equipos [microrredes inteligentes, generadores de energía híbridos y tecnologías renovables] para suministrar energía inteligente a otras unidades logísticas, simulando escenarios de cortes del suministro eléctrico, contaminación por diésel y de destrucción de la infraestructura debido a inundaciones.
- CL19: despliegue de una unidad de energía inteligente con más de 30 equipos innovadores para la generación, almacenamiento, distribución y consumo de energía más inteligente, interactuando con el resto de las unidades logísticas integradas multinacionales (MILU, por sus siglas en inglés).
 - Entre los equipos innovadores desplegados para la unidad de SE, había modernos generadores diésel, generadores híbridos, paneles fotovoltaicos, *software* de control de micro redes, tiendas aisladas térmicamente, aire acondicionado de alta eficiencia energética, iluminación LED, unidades de producción y purificación de agua atmosférica, soluciones de sombreado para las tiendas, *kits* de medición de consumo energético no in-

trusivos, y una herramienta para la simulación energética del campamento.

- La unidad de energía inteligente se centró en la mejora de la funcionalidad e interoperabilidad entre los equipos desplegados, y en la demostración de los beneficios de estos equipos para la reducción del consumo de combustible, que alcanzó un 80 %.

Participación del Ministerio de Defensa en iniciativas y proyectos I+D+i en el entorno OTAN

A través de la Organización para la Ciencia y la Tecnología (STO, por sus siglas en inglés) de la OTAN, distintas direcciones y organismos dependientes del Ministerio de Defensa español han participado en grupos de investigación como el SAS-083 «Power and Energy in Military Operations» (Dirección General de Armamento y Material - DGAM) o el SET-173 «Fuel Cells and Other Emerging Manportable Power Technologies for the NATO Warfighter» (Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial - INTA/Área de Energía).

Además, personal del Área de Energía del INTA ha formado parte del proyecto «Improving Efficiency and Operational Range in Unmanned Vehicles using Fuel Cells (IUFCV)» junto con el Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO) de Australia y la Universidad de Sevilla, financiado por el Programa de Ciencia para la Paz y la Seguridad (SPS), para el desarrollo de sistemas híbridos pasivos de pila de combustible y baterías para vehículos no tripulados.

Grupo de investigación SAS-083. Power and Energy in Military Operations (DGAM)

Tal y como describe el *Informe Anual 2013* de la STO²⁵, este grupo de investigación se centró en «a) el análisis del impacto del necesario incremento de potencia y demanda energética en las operaciones militares, b) la definición de la línea base de consumo energético y potencia actuales, que permita conocer los requisitos mínimos de consumo y potencia en operaciones, y c) la

²⁵ NATO STO. «Science and Technology Organization 2013 Annual Report». Julio 2014. https://www.nato.int/nato_static_fl2014/assets/pdf/pdf_topics/20180522_STO_Annual_Report_2013.pdf.

definición de indicadores de rendimiento y de modelos que permitan llevar a cabo un análisis de escenarios para la optimización de la potencia y consumo energéticos».

Como resultado de esta investigación, las naciones aliadas participantes fueron capaces de identificar áreas de mejora en las operaciones y de comprender dónde y de qué manera actuar para mejorar la eficiencia energética y reducir costes, se desarrolló una metodología para calcular el coste total de la energía (FBCE, Fully Burdened Cost of Energy), que tiene en cuenta todos los gastos de personal, recursos y logística necesarios para el transporte y protección del combustible, y un modelo de predicción del consumo de combustible (FCPM, por sus siglas en inglés) para operaciones de despliegue, que integraba todos los factores operacionales en la cadena de suministro (transporte, infraestructuras, recursos humanos, mantenimiento, protección y almacenamiento de la energía).

La aplicación de estas metodologías y conocimiento por parte del ejército canadiense demostró el ahorro de más de 1 millón CAD (dólares canadienses) a través de la sustitución de generadores TQG (Tactical Quiet Generators) por la siguiente generación de generadores energéticamente más eficientes AMMPS (Advanced Medium Mobile Power Source) en una brigada de aviación de combate en Afganistán.

Grupo de investigación SET-173. Fuel Cells and Other Emerging Manportable Power Technologies for the NATO Warfighter

Tal y como describe el informe final de este grupo de investigación²⁶, y más resumidamente en el artículo «Frontline NATO: Energy, Science and the Warfighter» de la publicación *Journal of Energy Security*²⁷, el grupo de investigación SET-173 se centró en la aplicabilidad de tecnologías de pila combustible y otras tecnologías emergentes de generación de energía para la alimentación de baterías recargables para los múltiples sistemas y aparatos electrónicos que proporcionan la superioridad en combate, tanto en uniformes de combate

²⁶ NATO STO. «Fuel Cells and Other Emerging Manportable Power Technologies for the NATO Warfighter – Part I: Power Sources for Manportable / Manwearable Applications». Octubre 2014. <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a616465.pdf>.

²⁷ HUSNIAUX, Albert; GHANMI, Ahmed y GIETTER, Marc. «Frontline NATO: Energy, Science and the Warfighter». *Journal of Energy Security*. 20 noviembre 2013. http://www.ensec.org/index.php?option=com_content&view=article&id=468:frontline-nato-energy-science-and-the-warfighter&catid=139:issue-content&Itemid=425.

WT (Wearable Technology), como en sistemas portátiles y en sistemas dirigidos por control remoto, en sustitución de generadores convencionales, con sus problemas de mantenimiento y necesidad de suministro de combustible, y de pequeñas baterías no recargables, con una elevada huella logística y medioambiental.

Las pilas de combustible ofrecen muchas ventajas respecto a los generadores convencionales; son más silenciosas, tienen una firma térmica mínima, requieren de menos mantenimiento y pueden ser utilizadas en interiores, gracias a sus bajas emisiones. Su utilización para la carga de baterías recargables elimina la necesidad de suministro de baterías y, por lo tanto, simplifica la logística de la misión.

Aunque ya se han probado pilas de combustible de hidrógeno, metanol y propano en algunos ejercicios militares por varias fuerzas aliadas, existen aún muchas dificultades por resolver, tales como su vida útil, fiabilidad, sensibilidad a las temperaturas, su alto coste inicial y coste por kW, o la incapacidad por el momento para operar con combustibles convencionales como el JP8, línea en la que se está investigando y consiguiendo avances, aunque aún en entornos de laboratorio.

Proyecto IUFCV (Improving efficiency and operational range in low-power unmanned vehicles through the use of hybrid fuel-cell power systems)

El Área de Energía del INTA (Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial) ha formado parte del proyecto IUFCV junto con el CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization) de Australia y la Universidad de Sevilla.

Este proyecto, financiado por el Programa de Ciencia para la Paz y la Seguridad (SPS), se centra en el desarrollo de sistemas híbridos pasivos de pila de combustible y baterías para vehículos no tripulados de acuerdo con las especificaciones de tres plataformas existentes: un vehículo submarino autónomo, y dos vehículos no tripulados terrestres, que serán probados en condiciones operativas.

Tal y como se explica en la propia página web del proyecto²⁸, «la principal ventaja de los sistemas híbridos de generación de energía

²⁸ <http://iufcv.com/objectives/>. Consultado el 15 de diciembre de 2019.

con pilas combustible cuando se comparan con los sistemas que cuentan únicamente con baterías para almacenarla, es que pueden conseguir una energía específica y una densidad energética más altas, proporcionando un suministro de energía redundante que reduce la probabilidad de fallo, mejora el rendimiento y ofrece la posibilidad de usar diferentes tipos de combustibles para alimentar a la pila, tales como hidrógeno, metano, GLP, etc.».

Contexto nacional en relación con la eficiencia energética y el cambio climático

El marco legal de la política energética y climática en España encuentra sus raíces en la transposición del marco legislativo de la UE a la legislación nacional, que a su vez se encuentra fuertemente condicionado por los acuerdos y compromisos adquiridos a través del Acuerdo de París, ratificado por la UE en 2016 y posteriormente por España en 2017.

Las directivas europeas referentes a la mejora de la eficiencia energética y fomento de la utilización de energías renovables han sido transpuestas de forma parcial y dispersa, y a veces incompleta, a la legislación española a través de los siguientes reales decretos, reglamentos y códigos técnicos, principalmente:

- Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios (transposición parcial de la Directiva 2010/31/UE).
- Real Decreto 564/2017, de 2 de junio, por el que se modifica el Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios.
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), (aprobado por Real Decreto 1027/2007 y modificado por Real Decreto 238/2013).
- Código Técnico de la Edificación (CTE), (aprobado por Real Decreto 314/2006 y modificado por Real Decreto 732/2019).
- Real Decreto 56/2016, de 12 de febrero, por el que se transpone la Directiva 2012/27/UE relativa a la eficiencia energética, en lo referente a auditorías energéticas, acreditación de proveedores de servicios y auditores energéticos y promoción de la eficiencia del suministro de energía.

- Real Decreto 1597/2011, de 4 de noviembre, por el que se regulan los criterios de sostenibilidad de los biocarburantes y biolíquidos, el Sistema Nacional de Verificación de la Sostenibilidad y el doble valor de algunos biocarburantes a efectos de su cómputo (transposición parcial de la Directiva 2009/28/CE).

Además, como resultado de las provisiones establecidas en las directivas y paquetes legislativos europeos, así como de los compromisos adquiridos a través del Acuerdo de París, existe una serie de planes, estrategias y programas nacionales, encaminados a la mejora de la eficiencia energética, fomento de las energías renovables y reducción de GEI, entre ellos:

- Plan de Acción de Eficiencia Energética (PAEE) 2014-2020, resultante de la exigencia prevista en el artículo 24.2 de la Directiva 2012/27/UE, como herramienta central de la política energética española cuya ejecución permitirá alcanzar los objetivos establecidos en la directiva de eficiencia energética.
- Estrategia a Largo Plazo para la Rehabilitación Energética en el Sector de la Edificación en España (ERESEE) 2014, en cumplimiento de la obligación prevista por el artículo 4 de la Directiva 2012/27/UE.
- Programa de renovación energética de edificios e infraestructuras existentes de la Administración general del Estado: cofinanciación de actuaciones integrales o parciales en edificios, infraestructuras y alumbrado exterior que consigan una reducción de las emisiones de CO₂ y del consumo de energía final, mediante la mejora de la eficiencia energética.
- Programa de ayudas para la rehabilitación energética de edificios existentes (Programa PAREER-CRECE): cofinanciación de actuaciones de reforma que favorezcan el ahorro energético, la mejora de la eficiencia energética, el aprovechamiento de las energías renovables y la reducción de emisiones de dióxido de carbono, a través de mejora de la envolvente térmica, mejora de la eficiencia de instalaciones térmicas y de iluminación, y sustitución de energía convencional por biomasa o geotérmica en las instalaciones térmicas.
- Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030 (actualización borrador del 20 de enero de 2020), en respuesta a las obligaciones impuestas por el Reglamento de Gobernanza del llamado «paquete de invierno» de la UE, que

establece la estrategia y planes necesarios para alcanzar los objetivos de la UE y garantiza la coherencia y comparabilidad y transparencia de la información presentada por la Unión y sus Estados miembros a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y del Acuerdo de París.

Por último, y ya particularizando para el ámbito del sector público de la defensa, el Ministerio de Defensa español cuenta con una política energética y medioambiental cuyas líneas y directrices aparecen reflejadas en dos instrucciones:

- Instrucción 56/2011, de 3 de agosto, del Secretario de Estado de Defensa sobre sostenibilidad ambiental y eficiencia energética en el ámbito del Ministerio de Defensa, en la que quedan recogidos el fuerte compromiso del Ministerio de Defensa para desarrollar sus actividades y operaciones militares de manera respetuosa con la conservación del medio ambiente, para mejorar la eficiencia en el uso de los recursos y en el consumo energético, requiriendo del Ejército de Tierra, Armada y Ejército del Aire, así como de los órganos directivos y organismos autónomos del Departamento, que cumplan con los preceptos establecidos en esta instrucción e incorporen los principios de ahorro y eficiencia energética y de utilización de fuentes de energía alternativas entre los principios generales de su actuación y en sus procedimientos de contratación.

Para ello, se opta por implementar el Sistema de Gestión Ambiental ISO 14001 en sus bases, acuartelamientos y establecimientos, así como en el marco de las misiones y operaciones internacionales, en la medida de lo posible.

En operaciones OTAN, se adoptarán las recomendaciones del documento AJEPP-3 «Environmental Management System in NATO Operations», y se tendrán en cuenta las consideraciones ambientales del STANAG 7141 «Joint NATO Doctrine for Environmental Protection During NATO Led Military Activities» durante la planeación de dichas operaciones.

Para lograr los objetivos marcados por esta Instrucción, los ejércitos, órganos directivos y organismos autónomos del Departamento deberán emplear, al menos, la doceava parte del total de sus recursos de inversión en infraestructura a actuaciones relacionadas con la sostenibilidad ambiental y la eficiencia energética, y deberán asignar los recursos financieros, materiales y humanos que permitan mantener apropiadamen-

te los sistemas de gestión ambiental y programas de eficiencia energética implementados en sus respectivas estructuras orgánicas.

La Instrucción establece la aplicación gradual de los recursos de infraestructura desde la fecha de entrada en vigor hasta el 31 de diciembre de 2013 y con plena vigencia a partir del 1 de enero de 2014.

- Instrucción 59/2014, de 4 de diciembre, del Secretario de Estado de Defensa, que modifica la Instrucción 56/2011, de 3 de agosto, sobre sostenibilidad ambiental y eficiencia energética en el ámbito del Ministerio de Defensa, extendiendo la aplicación gradual de los recursos de infraestructura hasta el 31 de diciembre de 2016 y con plena vigencia a partir del 1 de enero de 2017, debido a la situación de recuperación económica en la que se encontraba el país.

Además, el Ministerio de Defensa cuenta con su sistema propio de gestión de la infraestructura, denominado SINFRADEF, que contiene información relacionada con el medio ambiente y la eficiencia energética de los recintos militares del Ministerio de Defensa.

Es importante resaltar aquí, por el impacto que puede tener para las políticas, estrategias y planes de acción energéticos del Ministerio de Defensa y los tres Ejércitos, que el borrador del «Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030» presentado por España a la CE no incluye ninguna referencia explícita a las exenciones al sector de la defensa, tal y como sí hacía el «Plan Nacional de Acción de Eficiencia Energética 2017-2020» a efectos de contabilización de los edificios propiedad de las Fuerzas Armadas o de la Administración central utilizados para fines de defensa para el inventario de edificios climatizados de la Administración central sujetos a la tasa de renovación del 3 % anual según la Directiva Europea de Eficiencia Energética.

Participación del Ministerio de Defensa y Fuerzas Armadas en iniciativas y proyectos I+D+i a nivel nacional

La política de I+D+i del Departamento, plasmada en la Estrategia de Tecnología e Innovación para la Defensa 2015, define algunas metas tecnológicas relacionadas con el ámbito de la generación y eficiencia energética en operaciones.

Algunas metas, como la de «almacenamiento de energía», o la de «micro generación de energía eléctrica» tienen como objetivo desarrollar tecnología aplicable a defensa de forma horizontal, incluyendo tecnologías de almacenamiento en sus diversas variantes, pilas de combustible o energías renovables aplicables hasta una escala de micro red.

En su aplicación a sistemas, la mejora de la eficiencia energética pasa por metas como la de «generación y gestión de energía eléctrica en bases y campamentos» y metas de electrificación y mejora de propulsión en plataformas terrestres, navales y aéreas, así como la mejora en la eficiencia energética del sistema combatiente.

Algunos de los proyectos más destacados en este ámbito se describen de forma resumida a continuación.

Proyectos del programa COINCIDENTE (DGAM)

Proyecto ATHEMTO

Este proyecto, realizado por el INSIA-UPM con la colaboración del INTA, se centra en el desarrollo de un sistema de propulsión híbrida para un vehículo táctico (URO VAMTAC), que permite mejorar la eficiencia energética y reducir las emisiones contando además con importantes ventajas a nivel táctico (reducción de firma térmica y acústica, mejora del par de arranque, incremento del rango).

Proyecto ALPAM

Este proyecto, llevado a cabo por la empresa Albufera Energy, se centra en el desarrollo de una batería primaria de aluminio-aire, más ligera que las convencionales y más respetuosa con el medio ambiente. Si bien su aplicación estaba centrada en el sistema de combatiente o como apoyo al mismo, se trata de un primer paso en el desarrollo de baterías metal-aire para su uso en defensa.

Proyectos de innovación de ejércitos

PC VERDE

Ejército de Tierra, a través de la BRIAC (Brigada de Infantería Acorazada) y del MALE (Mando del Apoyo Logístico del Ejército)

realizaron el desarrollo de un sistema de generación y almacenamiento de energía renovable sobre vehículo TOA que permita alimentar a un puesto de mando móvil. El proyecto ha tenido dos fases de prototipo avanzado hasta la fecha, que ha sido probado en diversos ejercicios. Combina energía fotovoltaica y eólica con baterías de plomo-gel y un grupo electrógeno auxiliar.

Grupo electrógeno de velocidad variable y cogeneración

Desarrollado por personal del Parque y Centro de Mantenimiento de Material de Ingenieros (PCMMI), este grupo electrógeno permite la regulación de potencia a través de la variación en velocidad, lo que permite mejorar la eficiencia respecto a los grupos electrógenos convencionales en un 20 %, y generando agua caliente sanitaria o calefacción.

Oficina de Campaña Antártica

Dentro de los diversos proyectos de eficiencia energética realizados por la Oficina de Campaña Antártica (OCA) en la Base Gabriel de Castilla, cabe señalar la instalación de turbinas eólicas y el uso de grupos electrógenos de alta eficiencia (velocidad variable y cogeneración del proyecto anteriormente mencionado) en campañas pasadas. Actualmente se está desarrollando un proyecto en colaboración entre DGAM y la OCA para la instalación de sistemas de generación de energía mediante pilas de combustible de metanol, que permitan la generación distribuida para alimentar tanto la red de sensores distribuidos a lo largo de la isla en la que se sitúa la Base para el registro de datos ambientales y geológicos durante su operación normal, como la alimentación de estos mismos sensores y de los equipos de comunicación durante el invierno, cuando la Base se queda vacía.

Grand Smart Box

El sistema Grand Smart Box, un centro de gestión de fuentes de energía fue desarrollado para el Segundo Escuadrón de Apoyo al Despliegue Aéreo (SEADA) del Ejército del Aire. Permite un uso altamente eficiente de los grupos electrógenos en bases desplegables, reduciendo el consumo de combustible y las emisiones asociadas. Se trata de un sistema de electrónica de potencia que permite la gestión inteligente de distintas fuentes de generación de energía, tanto grupos electrógenos de distintas potencias como de fuentes renovables.

Proyectos de INTA

Proyectos Subdirección General de Sistemas Aéreos / Área de Energía

La experiencia del Área de Energía en tecnologías limpias incluye el desarrollo del proyecto AVIZOR para el desarrollo de un vehículo aéreo no tripulado (UAV, por sus siglas en inglés) impulsado por pila de combustible, desarrollo de proyectos de I+D+i sobre baterías, supercondensadores y pilas de combustible, evaluación de sistemas de energía solar y el desarrollo de una microrred inteligente que integra sistemas de almacenamiento en batería y pila de combustible.

Proyectos Subdirección General de Sistemas Terrestres

La experiencia del proyecto GREENMAR, para el desarrollo de un sistema de climatización por geotermia y aerotermia y soluciones modulares de construcción, experiencia posteriormente aprovechada para el desarrollo del hangar del A-400M en Sevilla y otras instalaciones del Ejército del Aire, ha hecho que la colaboración con las empresas participantes se extienda a otros proyectos para la mejora de la eficiencia energética (ENERGYSIS y MAGISTER).

Proyecto ENERGYSIS

Este proyecto, realizado en colaboración con industria española, se centra en el desarrollo de un sistema eficiente de generación de energía transportable que opere como una isla energética, a través del empleo de energías renovables y autónomas (geotérmica y solar térmica) y de una gestión sencilla de los recursos energéticos necesarios para climatización y agua caliente sanitaria (ACS) de estructuras modulares de baja demanda energética utilizadas en situaciones de crisis, áreas de difícil acceso o afectadas por catástrofes naturales, campos de refugiados y campamentos de militares en operaciones de despliegue.

Proyecto MAGYSTER

Tal y como se describe en la propia página del proyecto²⁹, este proyecto se centra en la implementación de un sistema de edificación modular, incorporando una serie de nuevas tecnologías

²⁹ <https://gaptek.eu/proyecto-magyster/>. Consultado el 1 de diciembre 2019.

para conseguir la activación positiva de todos los elementos constructivos, envolventes, forjados, cimentaciones.

El objetivo final es la obtención de módulos arquitectónicos activos capaces de integrar geotermia y energías renovables, y que permitan conseguir una reducción del tiempo de montaje y ofrezcan la posibilidad de ser desmontado/montado en otra ubicación con la misma configuración o incluso con otra diferente.

Conclusiones

Cambio climático, huella de carbono, mitigación, sostenibilidad ambiental, desarrollo sostenible, eficiencia energética, transición ecológica, son palabras clave / *key words*, que cada vez van a estar más presentes en nuestras vidas, e inevitablemente, en la sociedad en general.

El sector de defensa no es ajeno a todo lo anterior y tanto el Ministerio de Defensa como sus Fuerzas Armadas, están comprometidos con la protección del medio ambiente y la sostenibilidad energética formando parte de sus estrategias y políticas de defensa como consecuencia de la legislación y normativa, tanto nacional como internacional, que les afecta.

La sostenibilidad energética, el empleo eficiente y sostenible de la energía, constituyen un reto para los Ejércitos y la Armada, ya que en el ámbito operacional y en el desarrollo de sus actividades deben aunar el cumplimiento de los objetivos de la defensa nacional —el cumplimiento de la misión como decimos los militares— con los objetivos de sostenibilidad energética a los cuales el Gobierno de España se ha comprometido, así como los propios de la Unión Europea y de la OTAN.

La transición del sector de la defensa y la seguridad hacia la sostenibilidad energética concierne a todos los implicados, desde el propio Ministerio a la industria de defensa y a los organismos y centros de investigación. El esfuerzo conjunto y coordinado de todos estos actores permitirá y asegurará una transición energética y ecológica del sector hacia modelos operativos más sostenibles, y que nuestras Fuerzas Armadas sean una vez más un ejemplo a seguir, en este caso en sostenibilidad energética, contribuyendo a la lucha contra el cambio climático.

