

BACSI

Área Funcional n.º 2

La sostenibilidad ambiental como potenciador de las capacidades militares

IVÁN GONZÁLEZ LÓPEZ
Capitán del Ejército del Aire

En el originario proyecto BACSI existían líneas de acción relacionadas con la eficiencia energética. Sin embargo, aún no se había llegado a deducir la importancia nuclear de la sostenibilidad como amalgama del mismo. El avance y desarrollo del proyecto permitió obtener esta conclusión de forma lógica, cambiándose su denominación a BACSI (Base Aérea Conectada Sostenible Inteligente).

Sostenibilidad» es la capacidad de mantener algo durante largo tiempo sin agotar los recursos. Estos recursos pueden ser humanos, técnicos o materiales

Estamos inmersos en un cambio de paradigma que pone en duda la necesidad de ciertos recursos humanos debido a la automatización de procesos o a la emergencia de los vehículos aéreos no tripulados pero, si bien puede haber aeronaves que vuelen sin pilotos a bordo, no existen aeronaves que vuelen sin energía. Este ejemplo característico nos lleva a deducir que es imposible concebir un proyecto de base aérea futura sin tener en cuenta la variable energética. Términos como conectividad, realidad aumentada y digitalización no pueden concebirse sin energía eléctrica. Los sistemas de armas tampoco pueden operar sin combustibles.

Energía y Medio Ambiente están íntimamente relacionados, por lo que su gestión debe de ser integral e integradora

El uso no sostenible de las fuentes energéticas lleva al encarecimiento de las mismas, a una mayor dificultad de aprovisionamiento y, finalmente, a su agotamiento. Por lo tanto, al hablar de energía debemos añadir la variable medioambiental al concepto de sostenibilidad. Estaríamos ha-

en general, y gestión ambiental en particular. No es una cuestión únicamente de imagen social o de prevención de sanciones económicas por incumplimientos legales, sino que la propia necesidad de garantizar la capacidad operativa requiere de forma inexorable que se integre la variable medioambiental.

Hace tiempo que existe un marco normativo en las Fuerzas Armadas (FFAA) españolas, como la Instrucción 56/2011¹, que hace referencia a cuestiones relativas a sostenibilidad ambiental y eficiencia energética en el ámbito del Ministerio de Defensa, no resultando una situación novedosa para el Ejército del Aire:

- Siguiendo la estela de la Directiva 107/1997², en el año 1998 se implantó un primer Sistema de Gestión Ambiental (SGA) en la base aérea de Getafe según el estándar internacional ISO 14001.

- El jefe de Estado Mayor del Ejército del Aire sancionó la Política Ambiental del Ejército del Aire que, en su versión del año 2017, contempla la necesidad de potenciar medidas de eficiencia energética utilizando, en lo posible, energías renovables, dentro del compromiso de impulsar aquellas medidas que permitan un ahorro en el consumo de recursos naturales y en el uso racional de los mismos.

- Desde el año 2018, somos el único Ejército de la OTAN que ha logrado la certificación de la totalidad de



Certificado ISO 14001 del Ejército del Aire

blando de sostenibilidad ambiental como la aptitud de mantener nuestra capacidad operativa a largo plazo sin agotar los recursos naturales.

Esa capacidad solo se puede alcanzar con una adecuada gestión,

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE



Objetivos de desarrollo sostenible de la ONU

sus emplazamientos en base al citado estándar, un hito que nos coloca a la vanguardia de la gestión ambiental tanto en el mundo militar como en el resto de las administraciones públicas españolas. Dentro del alcance de esta certificación no se encuentra únicamente el Ejército del Aire, sino el resto de organismos nacionales e internacionales ubicados en nuestras instalaciones, como por ejemplo la Unidad Militar de Emergencias, el Centro de Satélites de la Unión Europea, la Agencia Española de Cooperación y Desarrollo, la Guardia Civil o la Policía Nacional, entre otros muchos. Todos ellos utilizan nuestros procedimientos de gestión, únicos y comunes en todo el territorio nacional.

Todo lo explicado hasta el momento es pasado y presente, pero la BACSI es un proyecto de futuro.

Energía y Medio Ambiente están íntimamente relacionados, por lo que su gestión debe de ser integral e integradora

La BACSI se divide en seis áreas funcionales (AA.FF.)³, siendo el AF n.º 2 la encargada de la eficiencia energética y de la sostenibilidad medioambiental. Todas las AA.FF. tienen una serie de subproyectos⁴ que intentan lograr el proceso, gradual pero ininterrumpido, de transformación de las bases aéreas con el horizonte puesto en el año 2040. Los subproyectos del AF n.º 2 son liderados desde la Sección de Protección del Medio Ambiente –encontrada en la Dirección de Ingeniería e Infraestructuras del Mando de Apoyo Logístico– y se han propuesto con los siguientes planteamientos iniciales:

– Alineación con los compromisos ambientales nacionales, europeos e internacionales adquiridos por España: como ejemplo, podemos

destacar los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) de la ONU⁵ o, en el ámbito de la Unión Europea (UE), el establecimiento de unos objetivos vinculantes para 2030⁶.

– Reducción del 40% de gases de efecto invernadero (GEI) en comparación con 1990 (con una propuesta de aumentar esta reducción al 55% en 2030 y al 90% en 2050).

– Generación mediante energías renovables del 32% de la energía consumida.

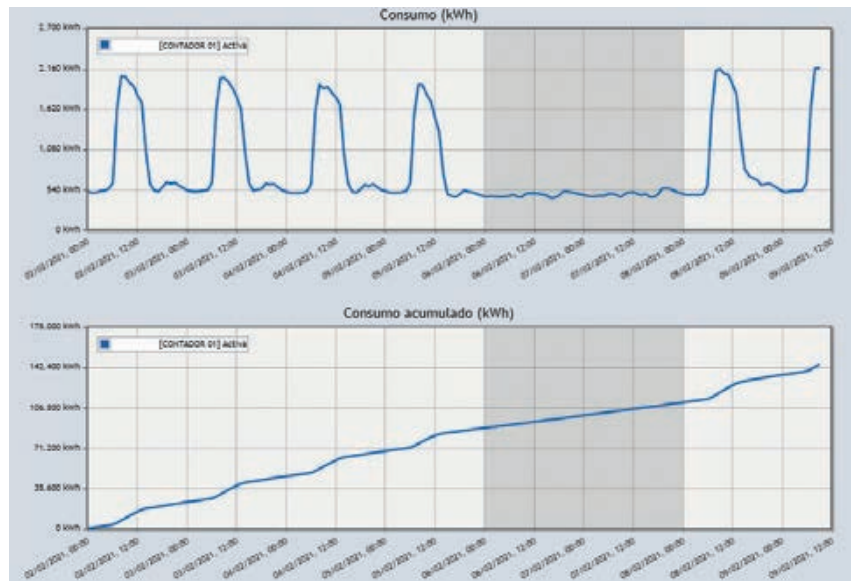
– Mejora de la eficiencia energética en al menos un 32,5% (objetivo indicativo).

En este sentido, el SGA del Ejército del Aire incluye el cálculo de la huella de carbono como uno de los múltiples indicadores de desempeño ambiental que permiten conocer qué cantidad de GEI⁷ emitimos y cómo está variando nuestra generación año a año, considerando asimismo las emisiones por fugas de gases fluorados, que tienen un potencial de calentamiento atmosférico muy superior al CO₂⁸.

Pero la UE no se queda en el corto plazo. Hemos de ser conscientes de que las regulaciones irán en el sentido de la «hoja de ruta hacia una economía baja en carbono competitiva en 2050», que obligará a reducir las emisiones un 80% por debajo de los niveles de 1990 pero mediante hitos intermedios (reducciones del orden del 40% en 2030 y del 60% en 2040). Asimismo, no sería descartable que en un futuro próximo se incorporaran al régimen para el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero, tal y como ya ocurre con los operadores civiles⁹, las instalaciones y sistemas de armas militares.

Por último, la estrategia europea de adaptación al cambio climático¹⁰ ha llevado al Ejército del Aire a participar en grupos de trabajo específicos en el Ministerio de Defensa, bajo dirección de DIGENIN, con el objeto de adaptarse al cambio climático y establecer medidas de mitigación.

- La gestión energética es parte de la gestión medioambiental: ya somos conscientes de que la



Datos de monitorización energética en una base aérea española

sostenibilidad medioambiental es un concepto que lleva implícito la eficiencia energética, ya que no puede haber sostenibilidad sin ser eficientes energéticamente. Por ese motivo, a partir de ahora siempre que se mencione el término ambiental deberá entenderse que incluye la variable energética.

Hasta el momento sabemos cuánto nos cuesta nuestra energía, pero desconocemos qué procesos consumen más, cuándo se generan los mayores consumos y cómo podemos mejorar la eficiencia de los mismos, con el ahorro económico que todo ello conlleva. Dos ejemplos ilustran lo anterior: en los años



Punto de carga de vehículos eléctricos basado en energía solar en el ACAR de Getafe



Instalación de paneles fotovoltaicos en el aeródromo militar de León

2014 y 2015 se realizaron estudios de energía reactiva¹¹ y se instalaron baterías de condensadores para corregirla¹², con una inversión de 186 000 € y un ahorro anual de 93 000 €. Otras acciones desarrolladas pasan por las modificaciones de potencias contratadas¹³, con ahorros anuales en el año 2016 del orden de 230 000 €.

Uno de los primeros subproyectos iniciados en este AF es el de monitorización energética de bases aéreas. Recientemente se ha generado un Acuerdo Marco de Monitorización Energética -vigente hasta el año 2022 y consecuencia de un estudio piloto realizado en la base aérea de Cuatro Vientos en 2018-, de manera que, en este preciso instante, se está monitorizando el consumo energético de las bases aéreas de Cuatro Vientos, Getafe, Alcantarilla y San Javier, de las maestranzas de Madrid y de Albacete y del aeródromo militar de León.

En paralelo, se está estableciendo un sistema de identificación, control y auditoría de los usos energé-

ticos en instalaciones militares que nos permita la toma de decisiones de manera razonada y científica, optimizar los recursos disponibles y ser capaces de dimensionar suministros de energías alternativas.

Aprovechando la experiencia del SGA del Ejército del Aire, en base a la norma ISO 14.001, el reducido pero dedicado equipo de auditores internos y la estructura existente del Sistema de Asesoramiento y Gestión Ambiental¹⁴, se ha iniciado de forma piloto un segundo subproyecto piloto en la maestranza aérea de Albacete con el fin de evaluar la posibilidad de implantación de la norma ISO 50.001 de Sistemas de Gestión de la Energía (SGE) en el Ejército del Aire.

- Tendencia hacia la autosuficiencia energética: España

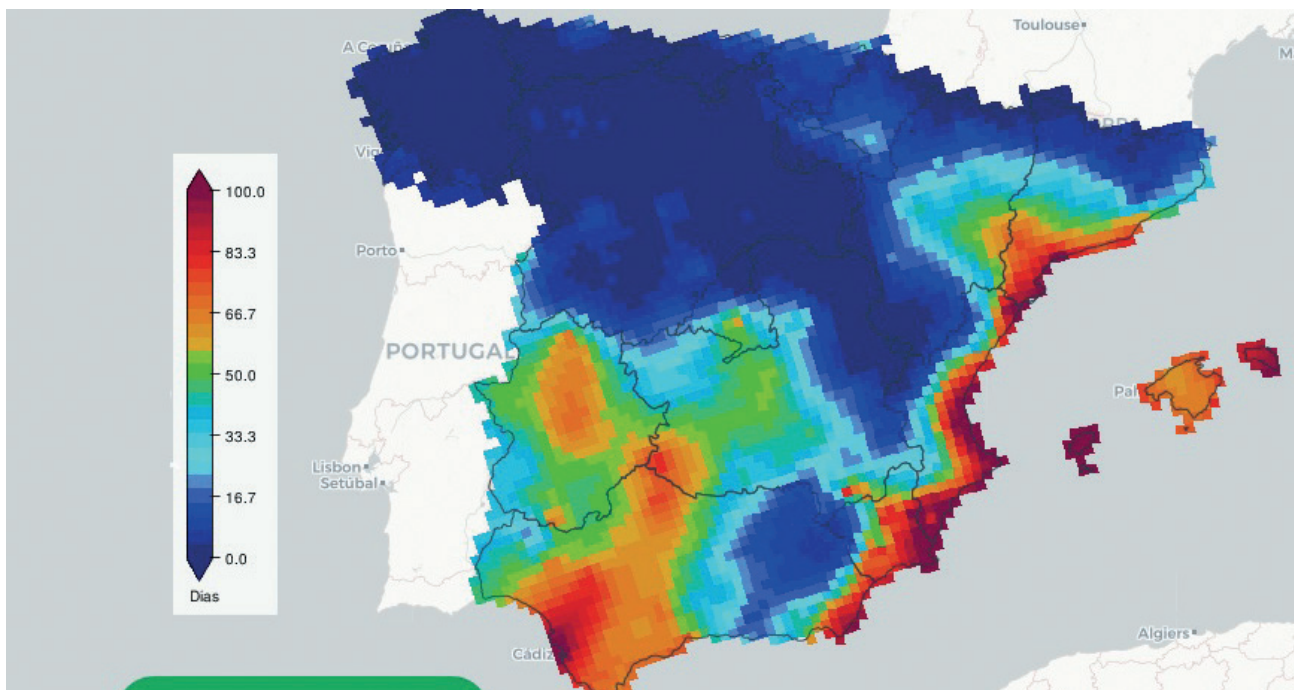
presenta una importante vulnerabilidad geoestratégica en materia energética, teniendo una gran dependencia de la energía exterior. La autosuficiencia cobra especial relevancia en la proyección de la

fuerza, puesto que cuanto menos se depende de la cadena logística más capacidad de despliegue se posee y durante más tiempo se puede mantener, es decir, más sostenible es esa proyección.

Con los datos obtenidos de los subproyectos de monitorización energética y de implantación del SGE estaremos en condiciones de abordar este objetivo, particularmente mediante la optimización de procesos y otros subproyectos del AF como son:

- La construcción bioclimática de edificios, que permite la ocultación

Sostenibilidad» es la capacidad de mantener algo durante largo tiempo sin agotar los recursos. Estos recursos pueden ser humanos, técnicos o materiales



Número de días al año con temperaturas mínimas superiores a 20.º C. Período 2041-2070. (Imagen: AdapteCCa.es)

del mismo aprovechando las formas naturales del terreno, reducir el impacto paisajístico y mejorar el aislamiento energético, todo ello integrando y mimetizando arquitectónicamente los generadores de energía asociados.

- El dimensionamiento de alternativas energéticas no basadas en combustibles fósiles, como pueden ser el uso del hidrógeno renovable como fuente de energía térmica o para vehículos pesados, energía solar fotovoltaica para la genera-

ción de electricidad, combustibles sintéticos para aeronaves o la aerotermia, así como los sistemas de acumulación asociados que permitan el uso de la energía cuando no se está produciendo, como la pila de combustible o el hidrógeno a presión o en forma de metanol.

En el AF n.º 2 ya trabajamos en una propuesta integral, con mezcla de tecnologías, que se encuentra bastante avanzada. Sin embargo, se requiere trabajar con un cierto grado de incertidumbre puesto que se desconoce con exactitud cuáles van a ser las variables climáticas en 2040 o cómo evolucionará el precio de las tecnologías alternativas (o incluso si surgirán nuevas). Sí que es probable que los precios de los sistemas de aprovechamiento de energías renovables sigan disminuyendo. También es muy probable que la demanda energética de los procesos de climatización, principalmente energía eléctrica, aumente. En los modelos regionales para 2021-2050, los

mayores cambios respecto a 1971-2000 se proyectan en verano, con incrementos de temperatura entre 1,1 y 2,8.º C y descensos de hasta el 30% de las precipitaciones, independientemente del escenario de emisiones. Consecuencias derivadas serán la reducción de los días de nieve y de viento y el aumento de los períodos de sequía; asimismo, el incremento de temperatura favorecerá la diseminación de especies exóticas invasoras, como el mosquito tigre¹⁵, que actúan como vectores de graves enfermedades que aún no se han transmitido de forma autóctona en territorio nacional.

Por otro lado, se confirman subidas anuales del nivel del mar de 1 a 4 milímetros en el Atlántico y de 2,5 a 3 milímetros en el Mediterráneo¹⁶, lo que supone unos 80-100 centímetros a final de siglo. Puede parecer una altura no relevante, pero la extensión en superficie generará consecuencias muy graves por la invasión de agua marina, por



Control de suministro energético en punto de carga para vehículos eléctricos asociados a instalación fotovoltaica



Registrador de datos en centro de transformación

ejemplo en los sectores agrícolas por salinización de los suelos. Finalmente, se prevé además que cada vez haya mayor número de fenómenos meteorológicos extremos, que pueden tener importantes repercusiones en las instalaciones militares, tal y como ocurrió en 2019 y 2020 con las DANA¹⁷ en la Academia General del Aire.

- Mejora de las capacidades de sigilo: obviando las implicaciones naturales, sociales y legales, la mayoría de los impactos negativos medioambientales que generan las actividades militares tienen asociado un impacto negativo para las mismas al aumentar su visibilidad y marcar localizaciones mediante:

- El ruido de los sistemas de armas, grupos electrógenos, motores de compresión,...

- Las emisiones atmosféricas visibles procedentes de calderas, quemadores de cabinas de pintura, motores, etc.

- El impacto paisajístico al obviar la integración arquitectónica con el entorno, extremo especialmente sensible en instalaciones críticas como almacenes de sustancias peligrosas (combustibles, explosivos, etcétera), sistemas de mando y control o hangares de aeronaves.

De esta manera, las acciones en sostenibilidad ambiental están muy relacionadas con las capacidades de sigilo, buscando alcanzar la «huella logística cero».

- La calidad ambiental del emplazamiento redundará en la calidad de vida del personal que en el mismo trabaja o habita. De esta manera, si el entorno de la base aérea está contaminado (el suelo, las aguas subterráneas o el aire) se producirán afecciones a la salud de las personas. Obviar esta cuestión supone sabotear nuestro recurso humano y, por lo tanto, compromete nuestra sostenibilidad.

La calidad del agua que se bebe en las unidades y del aire que se respira es fundamental para preservar nuestra capacidad operativa. No es una cuestión baladí a considerar en un escenario de menor aporte hídrico, de avance de desertización y de acuíferos sobrexplotados y contaminados.

Por otro lado, una optimización de los procesos que reduzca la cantidad y peligrosidad de los residuos generados requerirá instalaciones más pequeñas y más fácilmente proyectables, además de importantes ahorros económicos.

Todos estos aspectos también se contemplan desde el AF n.º 2.

-Aprovechamiento del recurso humano. La gestión ambiental requiere un abordaje multidisciplinar y mucha investigación. La única manera de abordarlo con las estructuras de personal actuales es intentar captar el talento e iniciativa del personal del Ejército del Aire, especialmente en su dimensión curricular, no estrictamente militar, al no existir una formación específica en los planes de estudio de nuestros centros formativos. Una labor del AF n.º 2 es detectar en nuestro personal esos conocimientos e inquietudes no visibles para integrarlos en grupos de trabajo que generen y desarrollen los diferentes subproyectos, puesto que la BACSI será la base aérea de todos¹⁸.

Del mismo modo, con el fin de potenciar las capacidades técnicas de nuestro personal, se está incluyendo formación en gestión y auditorías energéticas dentro del curso de asesoría medioambiental del Ejército del Aire, único curso de especialización en Medio Ambiente de las FFAA españolas. Es impartido en la Escuela de Técnicas Aeronáuticas por miembros de la Sección de Protección del Medio Ambiente. Se realiza en dos convocatorias anuales, formándose entre 50 y 75



Captadores de energía solar térmica en el aeródromo militar de Lanzarote

asesores ambientales cada año (incluyendo personal de la Unidad Militar de Emergencias, del Ejército de Tierra, de la Armada y de la Guardia Civil).

REFLEXIÓN FINAL: LA RENTABILIDAD DE LA GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL.

Con frecuencia se esgrime el argumento de que la gestión medioambiental detrae recursos de las operaciones. Por ejemplo, el coste de producción de 1 kilogramo de hidrógeno renovable es de aproximadamente 7€, suministrando una energía similar a la 2,8 kilogramos de gasóleo¹⁹. Evidentemente, a día de hoy, no se puede competir en términos absolutos, simplemente por una cuestión de escala de producción. Sin embargo, la experiencia con otras energías renovables hace creer que es posible la reducción del coste a la mitad para el año 2030²⁰.

Pero esa supuesta rentabilidad actual de las energías tradicionales frente a las emergentes cambia cuando se empiezan a considerar costes indeterminados o indirectos: por ejemplo, según la OTAN²¹, en Afganistán e Iraq se produjo una baja mortal por cada 24 convoyes de suministro de combustible, con un coste de transporte de 600 USD (unos 500 €) por cada galón (cada 3,8 litros aproximadamente), lo que es llamativo considerando que dos tercios de la energía del combustible

usado en generadores se pierde en forma de calor y únicamente un tercio se convierte en electricidad.

Dicho en otras palabras, al considerar el balance total del coste de las actuales cadenas logísticas, deberíamos intentar valorizar estos otros costes:

- Cuánto vale la vida de los militares que suministrarán esa energía en los transportes, considerando que habrá bajas.

- El coste del transporte considerando también las horas invertidas en ello por quienes lo transportan.

- La eficiencia energética final de la fuente de energía seleccionada.

- El coste que tiene la dependencia energética de un país, especialmente desde el prisma de competitividad con otros ejércitos. España es un importador energético de primer orden y para muestra algunos ejemplos:

- El 51% del consumo de energía final en España procede de productos petrolíferos (del cual el 34,7% procede de África y el 25,2% de Oriente Medio).

- El 81,6% del gas natural tuvo entrada por el gasoducto del Magreb. Destaca también la importancia de GNL²² de Trinidad y Tobago con un crecimiento del

300%, en este caso a través de buques²³, que pueden llegar a requerir escolta de forma análoga a lo que se realiza dentro de la EU NAVFOR Operación Atalanta²⁴.

- Solo un 7,2% procede de energías renovables, fuentes de energía que una vez instaladas apenas dependen de la cadena logística.

- Podrían añadirse cuestiones adicionales como los costes futuros de descontaminación de suelos y aguas contaminadas por hidrocarburos, que no sucederían utilizando fuentes de energía renovables.

De esta manera, la gestión ambiental como forma de lograr la sostenibilidad ambiental de nuestras instalaciones y operaciones nos sitúa ante un enorme campo de trabajo dentro de un concepto como el de la BACSI que requiere, ante todo, de un cambio de paradigma para situarnos en 2040 en una posición ventajosa como nación y como ejército. Para ello es necesario:

- Mentalizar que las inversiones en sostenibilidad ambiental siempre son rentables a medio y largo plazo.

- Focalizar la captación de fon-



Estudio acústico en el aeródromo militar de Lanzarote

dos nacionales y europeos, como por ejemplo los fondos del plan de ayudas europeo para hacer frente a las consecuencias económicas de la pandemia COVID-19²⁴.

- Generar sinergias con universidades y empresas privadas, puesto que existen un enorme campo de I+D+I por descubrir y desarrollar.

- Articular mecanismos de contratación más flexibles y ágiles, considerando que la envergadura de los proyectos del AF n.º 2 obligan a recurrir a contrataciones plurianuales o contratos mixtos de servicios energéticos. ■

NOTAS

¹Instrucción 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.

²Directiva 107/1997, de 2 de junio, del Ministerio de Defensa sobre la protección del Medio Ambiente en el ámbito del Departamento.

³Plan Estratégico BACSI. Julio 2020.

⁴Los subproyectos actualizados pueden consultarse en la propia página web de la BACSI <https://ejercitodelaire.defensa.gob.es/EA/bacsi/>

⁵25 de septiembre de 2015, con metas específicas para alcanzar en los próximos 15 años. <https://www.un.org/sustainable-development/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>. En noviembre de 2019 DIGENIN solicitó información de inversiones en relación a los ODS 6, 7, 9 y 15.

⁶En la Unión Europea se aprobó en 2008 el paquete europeo de energía y cambio

climático 2013-2020, que establecía los objetivos «20/20/20» en materia de porcentajes de energías renovables, eficiencia energética y reducción de gases de efecto invernadero (a alcanzar en 2020). En las conclusiones del Consejo Europeo de octubre de 2014, se aprobó el marco de políticas de energía y cambio climático 2021-2030 («Marco 2030»). Estos objetivos se revisaron, al alza, en 2018.

⁷Los gases de efecto invernadero (GEI) son gases que no permiten que la radiación solar reflejada en la superficie terrestre se libere al espacio, reteniendo ese calor en la atmósfera y aumentando la temperatura terrestre. Es un concepto similar al de los invernaderos de cultivo de plantas. Principalmente son el dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O) y los gases fluorados.

⁸RD 552/2019, de 27 de septiembre, por el que se aprueban el Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas y sus instrucciones técnicas complementarias. Apéndice 1. Tabla A. Clasificación de los refrigerantes.

⁹Directiva 2003/87/CE, modificada por el Reglamento (UE) 421/2014, traspuesta por la Ley 1/2005, de 9 de marzo.

¹⁰Comisión Europea. Abril de 2013.

¹¹La energía reactiva es energía eléctrica que introduce un desfase entre tensión e intensidad. Es absorbida desde la red por algunos equipos eléctricos que posteriormente la devuelven a la misma, no transformándose en trabajo útil. Su existencia se penaliza en las facturas de consumo eléctrico porque, aunque no es realmente utilizada, es necesario generarla, transportarla y neutralizarla.

¹²Aeródromos militares de Lanzarote y de León, acuartelamientos aéreos de Tablada, Bardenas, Peñas del Chache, Getafe y Bobadilla, maestranza aérea de Sevilla, Agrupación del Cuartel General del Ejército del Aire y las bases aéreas de Son San Juan, Gando y Cuatro Vientos.

¹³La potencia eléctrica contratada debe de analizarse y optimizarse caso a caso: una potencia demasiado elevada encarece de forma innecesaria la factura final, mientras que una potencia demasiado reducida provocará excesos de potencia (consumos por encima de la potencia contratada) que son penalizados económicamente por las compañías eléctricas.

¹⁴Regulados por la Instrucción General 90-31 «El Sistema de Gestión Ambiental del Ejército del Aire». Jefe de Estado Mayor del Ejército del Aire. 18 de octubre de 2016.

¹⁵El mosquito tigre (*aedes albopictus*) es vector de más de 22 enfermedades contagiosas, como la malaria, el dengue, la fiebre amarilla, el virus del Nilo Occidental y el chikungunya. Se introdujo en España en mercancías procedentes del sureste asiático. Hasta el momento se ha extendido a Baleares, Cataluña y Comunidad Valenciana. Fuente: *Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras*.

¹⁶Resumen Ejecutivo de CLIVAR-España. El clima en la Península Ibérica.

¹⁷Depresión atmosférica aislada en niveles altos, también denominada «gota fría».

¹⁸El AF n.º 3 está elaborando un subproyecto relativo al «Mapa del conocimiento de una BACSI». Su objetivo es identificar y relacionar personas para facilitar la transferencia de conocimientos entre ellas.

¹⁹<https://www.aeh2.org/hidrogeno/>

²⁰IDAE. *Evolución tecnológica y prospectiva de costes de las energías renovables*. PER 2011-2020. La generación eléctrica con energía fotovoltaica ha pasado de una media de 22 céntimos de €/kWh en 2010 a la mitad en 2020, mientras que en el caso de la energía eólica este descenso ha sido mucho más discreto y presenta menores márgenes de reducción.

²¹<https://natolibguides.info/smartenergy>

²²GNL. Gas Natural Licuado.

²³MITERD. *Libro de la Energía de España*. 2018 (último disponible)

²⁴Fuerza aeronaval cuyo objetivo es proteger del ataque de los piratas al tráfico marítimo y pesqueros en el océano Índico occidental. Para ello se establece un sistema de patrulla y vigilancia marítima compuesto por entre cuatro y siete buques y entre dos y cuatro aviones de patrulla marítima (Fuente: defensa.gob.es)

²⁵Fondos NextGen UE. Reglamento UE 2020/2094. Pueden financiar medidas para garantizar una transición energética hacia una economía neutra desde el punto de vista climático. El Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia española presenta una fecha límite del 31 de julio de 2021 para la aprobación de los planes nacionales, debiendo estar comprometidas el 100% de las ayudas el 31 de diciembre de 2023. Uno de los cuatro ejes de este plan es la transición ecológica, que incluye la utilización de fuentes de energías renovables.



Curso de formación de asesoría medioambiental en el Ejército del Aire