

REVISTA GENERAL DE MARINA



FUNDADA EN 1877

AGOSTO-SEPTIEMBRE 2011





EL APOYO LOGÍSTICO DE LA ARMADA.
SU EVOLUCIÓN Y SITUACIÓN ACTUAL

CARTA DEL DIRECTOR	211
PRÓLOGO DEL ALMIRANTE JEFE DEL APOYO LOGÍSTICO	213
Almirante Manuel Otero Penelas	
LA ARMADA Y LA INDUSTRIA DE DEFENSA	219
Capitán de navío Carlos Martínez Merello	
LHD JUAN CARLOS I. DE UNA NECESIDAD A UNA REALIDAD	227
Capitán de navío (Ing.) José C. Ferreiroa Martínez y capitán de corbeta (Ing.) Francisco J. Pérez Villalonga	
BUQUE DE APROVISIONAMIENTO DE COMBATE BAC CANTABRIA	235
Capitán de navío (Ing.) Salvador Vila Sánchez	
EL PROGRAMA BAM	241
Capitán de navío (Ing.) Javier Blanco Tirado y teniente de navío (Ing.) Arturo Navarra Sáez	
EL PROGRAMA F 105	249
Capitán de navío (Ing.) Antonio Sánchez Godínez	
S 80 UN PROGRAMA EN CONSTRUCCIÓN	261
Capitán de fragata (Ing.) Nicolás Monereo Alonso	
EL ARMA AÉREA DEL SIGLO XXI, UNA NUEVA FILOSOFÍA DE ADQUISICIÓN Y SOSTENIMIENTO	273
Capitán de navío Santiago González Gómez y capitán de fragata Luis Nardiz González de la Madrid	
LA SASIM. PROGRAMAS DE MODERNIZACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA FUERZA DE INFANTERÍA DE MARINA	283
Coronel de Infantería de Marina José María Manso Porto	
EL MANTENIMIENTO EN LA ARMADA	295
Vicealmirante Estanislao Pery Paredes	
LA APORTACIÓN DE LOS SERVICIOS DE RESPUESTOS, COMBUSTIBLES Y MUNICIONAMIENTO AL MANTENIMIENTO	303
Coronel de Intendencia Lorenzo Rodríguez; capitán de navío (Ing.) Fontano Fernández y capitán de fragata León Manero	
ACTUACIONES EN INFRAESTRUCTURA	315
Dirección de Infraestructura	
LA EFICIENCIA ENERGÉTICA Y LA GESTIÓN AMBIENTAL EN LA ARMADA	335
Capitán de navío Juan Rico Palma	
APOYO A LAS UNIDADES: EL TRANSPORTE LOGÍSTICO	349
General de brigada de Intendencia Antonio Araguas Álvarez, coronel de Intendencia José M.^a Dávila López	
APLICACIONES LOGÍSTICAS DE GESTIÓN DEL MATERIAL EN LA ARMADA	359
Coronel de Intendencia Víctor M. Galán Millán y Teniente coronel de Intendencia Jorge de Ramos Duránte	
LA CONTRATACIÓN EN LA JAL: MODELOS DE CONTRATOS CENTRALIZADOS	371
Coroneles de Intendencia Rafael Ramis Melantuche y Juan de la Herrán Vidaurrazaga	
EL ARSENAL DE CARTAGENA EN EL SIGLO XXI	387
Vicealmirante Jaime Muñoz-Delgado Díaz del Río	
LA BAHÍA DE CÁDIZ, BASE Y APOYO DEL NÚCLEO DE LA FUERZA DE LA ARMADA	403
Vicealmirante José Ángel Pita Rodrigo	
EL ARSENAL DE FERROL	415
Vicealmirante Francisco José Cortés Uría	
ARMENAL DE LAS LAS PALMAS. LA NECESIDAD DE ADAPTACIÓN	423
Capitán de navío Javier Feal Vázquez	

EDITA:



Depósito legal: M. 1.605-1958
ISSN: 0034-9569
NIPO: 075-11-010-X (edición en papel)
NIPO: 075-11-009-7 (edición en línea)

Director: Capitán de navío Antonio M. PÉREZ FERNÁNDEZ
Corrección de estilo: Servicio de Publicaciones de la Armada
Diseño gráfico y maquetación: REVISTA GENERAL DE MARINA
Impresión: Imprenta del Cuartel General de la Armada

Dirección y Administración:

Cuartel General de la Armada - Montalbán, 2 - 28071 MADRID
Teléfono: 91 379 51 07. Fax: 91 379 50 28
Correo electrónico: regemar@fn.mde.es

Publicidad:

Vía Exclusivas, S. L.
Macarena Fernández de Grado. Modesto Lafuente, 4 - 28010 MADRID
Teléfono: 91 448 76 22. Fax: 91 446 02 14
Correo electrónico: viaexclusivas@viaexclusivas.com

Precio ejemplar (IVA incluido):

España 1,65 €
Unión Europea 2,10 €
Otras naciones 2,25 €

Suscripción anual (IVA incluido):

España 14,88 €
Unión Europea 19,57 €
Otras naciones 20,16 €

VENTA EN ESTABLECIMIENTOS

MADRID.—Museo Naval. Paseo del Prado, 5 / Ministerio de Defensa. Pedro Teixeira, 15, bajo / Almacén del Centro de Publicaciones. Camino de los Ingenieros, 6 / Librería Náutica *Robinson*. Bárbara de Braganza, 10 / Librería *Moya*. Carretas, 29 / *Diálogo Libros*. Diego de León, 2 / Librería *Castellana*. Paseo de la Castellana, 45
BARCELONA.—Librería *Collector*. Pau Claris, 168
BURGOS.—Librería *Del Espolón*. Espolón, 30
CÁDIZ.—Librería *Jaime*. Corneta Soto Guerrero, s/n
CARTAGENA.—Museo Naval. Menéndez Pelayo, 8
FERROL.—*Central Librería*. Dolores, 2 y Real, 71 / *Kiosko Librería*. Sol, 65
SANTANDER.—Librería *Estudio*. Avenida de Calvo Sotelo, 21
SEVILLA.—Museo Marítimo *Torre del Oro*. Paseo de Cristóbal Colón, s/n
TARRAGONA.—Librería Náutica *Cal Matías*. Sant Pere, 45 (Serrallo)
VISO DEL MARQUÉS (CIUDAD REAL).—Archivo Museo Don Álvaro de Bazán
ZARAGOZA.—Publicaciones *ALMER*. Cesáreo Alierta, 8

VENTA ELECTRÓNICA

publicaciones.venta@oc.mde.es / www.fragata-librosnauticos.com / centrallibrera@telefonica.net

LA EFICIENCIA ENERGÉTICA Y LA GESTIÓN AMBIENTAL EN LA ARMADA

Juan RICO PALMA



Introducción



AS distintas especies de *Homo* que han poblado el planeta Tierra se han caracterizado por el uso más o menos eficaz del fuego, hasta el punto que se puede establecer una línea temporal de las sucesivas formas de hogueras, hogares y hornos paralela a la de los *Homo antecesor*, *Homo erectus*, *Homo habilis*, *Homo sapiens neanderthalensis* y los actuales *Homo sapiens sapiens*, a los que nos honramos en pertenecer. La historia del género humano está, pues, ligada de una u otra forma a la eficiencia energética. El hombre es un animal inteligente, pero energéticamente ineficiente por razón de

nacimiento, como veremos.

Estamos viviendo una época de gran agitación filosófica, política, científica y tecnológica acerca de temas como la eficiencia energética, el cambio climático, la capa de ozono, el desarrollo sostenible, la gestión ambiental y la responsabilidad social, sin que siempre se tengan claras las relaciones, de existir, entre estos conceptos. Se habla mucho de ellos y no siempre de manera correcta y se trabaja mucho y no siempre en la línea adecuada.

Me propongo repasar la mayoría de estos conceptos, con la intención de aclarar los porqués de las actividades de la Armada en relación con el medio ambiente.

Los ciclos del carbono

La vida sobre la Tierra comenzó hace unos tres mil seiscientos millones de años, si bien no se parecía mucho a lo que hoy conocemos. Un punto de

inflexión de enorme importancia se sitúa hace unos tres mil millones de años. En aquellos tiempos aparecen unos organismos, las cianobacterias, con una característica curiosa. Se trata de unos seres vivos que aprovechan la energía del sol para generar alimento y expulsan al medio, como un residuo de su metabolismo, el mayor veneno que ha conocido la historia del planeta, Oxígeno. Con esto modificaron la atmósfera de la Tierra y consiguieron dos cosas, hacer desaparecer el resto de los organismos vivos anteriores, que no soportaban el oxígeno, e imponer el actual estilo de metabolizar el carbono.

Las plantas actuales toman dióxido de carbono (CO_2) del aire, agua (H_2O) del suelo y merced a la energía del Sol, mediante la fotosíntesis, expulsan Oxígeno (O_2) al aire y generan azúcares, que forman la base del resto de los compuestos vitales. Se trata de la forma más elemental y eficiente de almacenar energía y retirar carbono de la atmósfera. Acto seguido, los animales se comen las plantas y obtienen la energía que necesitan gracias al proceso de respiración, por el que se queman los azúcares con el Oxígeno del aire y se expulsan dióxido de carbono y agua. Se cierra así el ciclo del carbono atmosférico. En este proceso se secuestra temporalmente parte del CO_2 atmosférico, el cual queda convertido en componente de los seres vivos, si bien se devuelve con la muerte y la consiguiente descomposición.

En el medio acuático, en el que se desenvuelve la actividad naval, el ciclo del Carbono tiene una variante de enorme importancia. Muchos de los organismos que mueren no llegan a ser comidos, caen al fondo sin ser descompuestos por mecanismos de oxidación. De este modo, parte del Carbono sale del ciclo normal. Mediante este mecanismo se genera el petróleo. También sucede que muchos de los organismos marinos usan parte del CO_2 disuelto en el agua para generar el carbonato cálcico (CaCO_3) con el que forman sus esqueletos y conchas. A la muerte de estos organismos, los esqueletos y las conchas también van a los fondos y conformarán rocas. Se retira de este modo el Carbono del ciclo atmosférico o biológico para pasar al ciclo geológico.

Como se ha visto, el proceso de respiración es neutro desde el punto de vista del CO_2 atmosférico, ya que se trata de una forma de devolver el que se había fijado por las plantas. Lo mismo ocurre con la combustión de maderas o productos o restos vegetales. Esta es la razón por la que son tan bien recibidos por los sectores conservacionistas el biodiesel, el bioetanol y los pelets de biomasa, porque son neutros respecto de las emisiones de CO_2 .

Llegados a este punto, es el momento de preguntarnos la importancia que puede tener en nuestra vida la mayor o menor emisión de CO_2 y su captura en forma de materia viva o como rocas de carbonato. ¿Por qué hay quien considera mejor que los vehículos funcionen con biodiesel en lugar de gasóleo o gasolina? La respuesta la encontraremos en la Termodinámica.

El balance energético de la Tierra

Hace unos cuatro mil seiscientos millones de años, cuando se formó la Tierra, su temperatura era tan alta que los materiales que la formaban no se encontraban en estado sólido. El planeta, claramente, se ha enfriado, de modo que podemos afirmar que en sus primeros estadios la Tierra era exotérmica, al menos hasta que su superficie alcanzó temperaturas que permitieron la aparición de la vida. Desde entonces, el balance energético del planeta, la diferencia entre la energía recibida y la energía emitida, se debería haber mantenido, si no a cero, variando en un estrecho margen; pero la vida te da sorpresas.

Medida la radiación de la Tierra desde el espacio, se corresponde con la de un cuerpo a -18°C , lo que dista mucho de la realidad, en concreto unos 33°C , que es lo que separa esa temperatura de los 15°C que se han calculado como temperatura media del planeta (1).

Los diferentes gases y otros componentes de la atmósfera no absorben de igual forma los distintos tipos de radiaciones. Algunos gases, como el oxígeno y el nitrógeno son transparentes a casi todas las radiaciones, mientras que otros como el vapor de agua, dióxido de carbono, metano y óxidos de nitrógeno son transparentes a las radiaciones de corta longitud de onda (ultravioleta y visible), pero absorben radiaciones largas (infrarrojas). Esta diferencia es decisiva en la producción del efecto invernadero. Curiosamente, los gases que producen el invernadero necesario para la vida son los que se producen por la actividad de los seres vivos. Se puede decir que la naturaleza tiene sus propios mecanismos de regulación.

Desde principios del siglo XX se está detectando un aumento progresivo de la temperatura media de la Tierra y, aunque se ha discutido mucho sobre si esa tendencia era natural o provocada por la acción humana, en la actualidad la mayoría de los expertos considera que se debe a la emisión a la atmósfera de grandes cantidades de gases de invernadero procedentes de la quema de combustibles fósiles. En concreto, desde la *Revolución Industrial*, el hombre ha provocado un aumento en el contenido de CO_2 del 25 por 100. Estas emisiones han ocasionado un aumento de temperatura a una velocidad que algunos modelos climáticos estiman en 100 veces superior a la de los últimos 18.000 años, cuando se inició el actual periodo interglaciar, que denota una tendencia no natural (2).

Para la amplia gama de escenarios de emisión de CO_2 estudiadas por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), se estima que la temperatura media de la superficie terrestre ascienda entre 1,4 y

(1) SNHEIDER, S. H. (2001): *Un clima cambiante. Investigación y Ciencia*. Temas 26, 47-57.

(2) KARL, T. R.; NICHOLLS, N. & GREGORY, J. (2001): *El clima que viene. Investigación y Ciencia*, Temas 26, 90-96.

5,8°C para finales del siglo XXI, que las zonas terrestres experimenten un calentamiento más alto que los océanos, y que las latitudes altas se calienten más que los trópicos. Se estima que la elevación del nivel del mar asociada con dicho cambios esté comprendido entre 0,09 a 0,88 m. En general, se espera un aumento en las precipitaciones en latitudes altas y en zonas ecuatoriales, y que disminuyan en zonas subtropicales aunque aumenten las fuertes precipitaciones (3). Con que fuese cierto que se vaya a cumplir la mitad de todo esto, sería para preocuparse.

Las eficiencias energéticas

Al principio aseveré que el *hombre* es un animal energéticamente ineficiente por razón de nacimiento. La inteligencia que caracteriza al género humano es posible, entre otras cosas, al aumento relativo de la capacidad craneal, es decir, el aumento del neurocráneo en detrimento del cráneo masticador. Hay quien considera que es la cocina la responsable de la evolución y algunas características del *hombre* (4). Haciendo una simplificación enorme, la planta toma el CO₂ y el agua y los transforma en zanahoria; luego el conejo se come la zanahoria y la reduce a CO₂ y agua. Cuando aparece el *hombre*, se come el conejo asado o guisado con zanahorias en una hoguera; es decir, que para obtener su comida usa no sólo la energía propia, sino la que han almacenado los árboles en forma de madera y antes de comer ya ha comenzado a emitir gases de efecto invernadero, CO₂ y agua, a la atmósfera. Podremos decir que la cultura apareció alrededor del fuego, y el fuego abrió la caja de Pandora de la contaminación. Vemos que el conocimiento, la cultura y la utilización han sido obtenidas al coste de utilizar recursos naturales.

El uso del plural en este apartado es intencionado, ya que el término Eficiencia Energética tiene diferentes definiciones según el aspecto que consideremos. Cuando hablamos en términos termodinámicos la eficiencia se establece como la relación de la energía de salida a la energía de entrada. Es una variable adimensional, KWh de salida/KWh de entrada. El segundo principio de la Termodinámica nos dice que no hay sistema perfecto, por lo que la eficiencia será siempre inferior a uno, o al 100 por 100 si elegimos indicarla en porcentajes. No obstante, esta eficiencia no nos indica mucho, o casi nada, sobre los efectos sobre el medio ambiente, más allá de la entropía. En realidad, cuando hablamos de eficiencia energética estamos pensando en los costes

(3) Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Documento técnico V. cambio climático y biodiversidad. 2002.

(4) Cordón, Faustino: *Cocinar hizo al Hombre*. Barcelona, Editorial Tusquets, 1979.

energéticos. Lo que nos interesa no es la eficiencia, como tal, del proceso, sino lo que gastamos en él y como disminuirlo.

La Armada, consciente del papel de su aportación a la eficiencia nacional y global, mira los costes desde tres puntos de vista diferentes, el energético, el económico y el ecológico y ha iniciado actuaciones que disminuyan cada tipo de costes. Desde el punto de vista puramente energético, KWh gastado/KWh de producto, llevamos tiempo cambiando las luminarias incandescentes por bombillas de bajo consumo y los balastos de los fluorescentes por balastos electrónicos. En esta misma línea se sitúa la cogeneración. Los sistemas de cogeneración son sistemas de producción conjunta de electricidad y de energía térmica útil (calor) partiendo de un único combustible. En un proceso de cogeneración, el calor se presenta en forma de vapor de agua a alta presión o en forma de agua caliente. Se utiliza el vapor caliente que sale de una turbina de producción de energía eléctrica, para suministrar energía para otros usos. Hasta hace poco lo usual era dejar que el vapor se enfriara, pero con esta técnica, con el calor que le queda al vapor se calienta agua para distintos usos, calefacción y agua caliente sanitaria. La microcogeneración es el término empleado para denominar la cogeneración hasta 50 KW. La Armada está instalando centrales de microcogeneración en las que el gas natural es la energía primaria, como en la Residencia Logística de Manoteras y está en proceso de instalar otras en los Alojamientos Logísticos de Oficiales y de Suboficiales de Madrid.

Otra forma de mirar los costes energéticos es desde el punto de vista puramente económico, euro/KWh. En esta línea nos encontramos con otro ramillete de actuaciones, entre las que no podemos considerar la de consumir menos por las buenas. Se trata de continuar con la actividad a menor coste. La primera de las actuaciones va directamente a la factura eléctrica. Se están modificando algunos contratos para evitar las penalizaciones por exceso de potencia. Se trata de adecuar cada contrato a la tarifa más económica. Otra forma de disminuir el coste económico de la factura eléctrica es mediante el uso de baterías de condensadores, para evitar la energía reactiva. En la actualidad, los puntos de mayor consumo ya cuentan con estos elementos.

Pero no sólo estamos actuando sobre la energía eléctrica. Una de las actuaciones estrella de eficiencia energética desde el punto de vista económico es el cambio de calderas que se está realizando en Madrid. En el Cuartel General de la Armada, en las Instalaciones de la Armada en Pío XII (JAL-EGN), en las Instalaciones deportivas de Madrid y en el Parque de Automóviles Naval núm. 1 se ha cambiado el sistema de calefacción y agua caliente sanitaria de calderas de gasóleo a gas natural, mediante contratos de servicios energéticos, que no sólo reducen el coste de los KWh térmicos, sino que además interiorizan los costes de mantenimiento en el de la energía consumida. El problema fundamental de este tipo de actuaciones radica en que para poder obtener una disminución de coste económico es necesario contar con el presupuesto y su

estructura. No están en el mismo saco los euro/KWh de gasóleo y los de gas natural ni los euro/KWh eléctricos, por lo que los cambios no pueden siempre ser rápidos.

El tercer punto de vista sobre los costes es el que se conoce como coste ecológico. Vimos que el problema del sobrecalentamiento se podía achacar al aumento de los gases de efecto invernadero, en especial de CO₂, de modo que podríamos definir el coste ecológico como TM de CO₂/KWh.

Si lo analizamos, ésta es la aproximación universal al problema de la eficiencia. Los dos anteriores análisis de costes y las acciones derivadas pueden rehacerse bajo el prisma del coste en toneladas de CO₂ emitidas. Claramente, el cambio de luminarias, la cogeneración, el uso de baterías de condensadores y el cambio de calderas y combustibles implican una reducción en las emisiones de dióxido de carbono. Bajo esa visión, una actuación prevista es la sustitución del calefactado de la piscina de las Instalaciones Deportivas de San Fernando, actualmente mediante caldera de gasóleo, por el uso de energía geotérmica, que no tiene emisiones de CO₂.

La Armada también participa en el Plan de Activación de la Eficiencia Energética en Edificios de la Administración General del Estado, aprobado por acuerdo del Consejo de Ministros de 11 de diciembre de 2009 (5). El objeto de este Plan es conseguir que 330 centros consumidores de energía, pertenecientes a la Administración General del Estado, reduzcan su consumo de energía en un 20 por 100 en el año 2016. La Ley de Contratos del Sector Público ofrece un nuevo tipo contractual, el Contrato de Colaboración Público Privado cuya singularidad lo hace especialmente adecuado para convertirse en el marco jurídico en el que se desarrolle el contrato con Empresas de Servicios Energéticos (ESE), entendidas como aquellas empresas que mejoran la eficiencia energética de los edificios, recuperando las inversiones a través de los ahorros energéticos conseguidos.

La eficiencia en los buques

La Armada tiene una característica claramente diferencial respecto de los Ejércitos, que son los buques. Si nuestra principal actividad se desarrolla a bordo, también es a bordo donde hay que buscar la eficiencia energética que perdimos cuando dejamos de navegar a vela. Las dos líneas fundamentales de la Armada en este campo pasan por el buque eléctrico y la pila de combustible, aunque desde el punto de vista de la eficiencia, en términos de costes, son dos promesas. El buque eléctrico es el que está totalmente propulsado por motores eléctricos alimentados por generadores. El motor eléctrico es capaz

(5) BOE núm. 22 de 26 de enero de 2010.

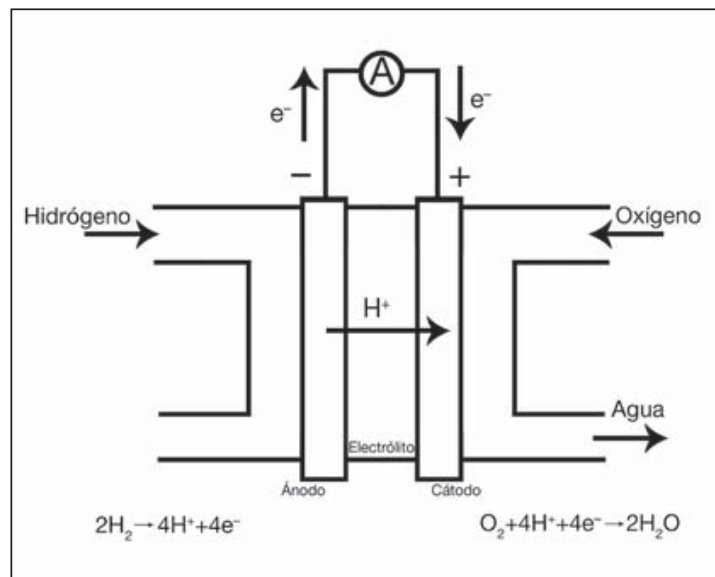
de ofrecer un alto valor de par a bajas velocidades, así como soportar fuertes fluctuaciones de par. Otra característica propia es su facilidad de regulación de la velocidad así como la rapidez de respuesta a un cambio de régimen, lo que aporta a la plataforma una gran capacidad de maniobra. No obstante, hasta ahora, al comparar la propulsión eléctrica con una convencional, aquella tiene, de modo general, peor rendimiento, además de un mayor peso. Desde el punto de vista de los costes ambientales no cambia gran cosa. Se espera, sin embargo, que cambie con la disponibilidad de nuevas tecnologías en los campos de la electrónica de potencia, motores de imanes permanentes y superconductores, o sistemas POD. En línea con estos cambios, cabe esperar mejoras apreciables en el consumo de combustible y por tanto en las emisiones de gases de efecto invernadero.

El primer buque con propulsión eléctrica en la Armada ha sido el BIO Hespérides. Esta plataforma ha servido como un primer paso de la Armada en el conocimiento de ese tipo de plantas. El buque *Juan Carlos I* es el primer buque de combate eléctrico que ha incorporado las tecnologías disponibles, utilizando como sistema de propulsión dos sistemas POD de doble hélice.

Desde el año 2001 hasta la actualidad, se han llevado a cabo tres programas de I + D cuyo objetivo final era el desarrollo, construcción y navalización de una planta de producción de energía eléctrica mediante una pila de combustible.

Las pilas de combustible son sistemas electroquímicos en los que la energía de una reacción química se convierte directamente en electricidad. A diferencia de la pila eléctrica o batería, una pila de combustible no se acaba ni necesita ser recargada; funciona mientras el combustible y el oxidante le sean suministrados desde fuera de la pila. Una pila de hidrógeno consiste en un ánodo en el que se inyecta el hidrógeno y un cátodo en el que se introduce oxígeno. Los dos electrodos están separados por un electrolito iónico conductor.

Su principio de funcionamiento es inverso al de una electrólisis. En la electrólisis se separa el agua en sus dos componentes, hidrógeno y oxígeno, mientras que en una pila de combustible se obtendría una corriente eléctrica por medio de la reacción entre estos dos gases. El sistema opera con dos tipos de gases,



Esquema Funcionamiento Pila de Combustible.

combustible y oxidante, que pasan a través de las superficies del ánodo y cátodo opuestas al electrolito, respectivamente, y generan energía eléctrica por oxidación electroquímica del combustible, el hidrógeno, y la reducción electroquímica del oxidante, el oxígeno. Se transforma entonces la energía química, almacenada en el enlace interno de la molécula H_2 , en energía eléctrica y vapor de agua. Este concepto nuevo ofrece ventajas sustanciales sobre la tecnología clásica de combustión, no solamente por el aumento de la eficiencia, sino también porque la única emisión producida es vapor de agua.

El gran avance que para la Armada suponen estos sistemas es la posibilidad de obtener energía sin necesidad de estar en contacto con la atmósfera. Esta capacidad permite a un submarino convencional navegar en inmersión durante semanas sin necesidad de salir a superficie a tomar aire para cargar los generadores, con mínimas emisiones de ruido.

Con la inclusión en el *S 80* de un sistema que se ha venido llamando AIP (Air Independent Propulsion), se pretende añadir otro generador basado en pila de combustible con capacidad para cargar baterías, en inmersión y sin necesidad de estar en contacto con el aire. Esta posibilidad permite al submarino operar sin salir al exterior durante largos periodos de tiempo, lo que le proporciona capacidades que lo hacen superior a otros submarinos similares.

El oxígeno, normalmente obtenido del aire, se almacena a bordo en estado puro. La opción adoptada es la del transporte en un tanque criogénico al igual que se ha hecho en otros submarinos con sistemas de generación AIP. El almacenamiento a bordo del hidrógeno presentó desde el primer momento mayores inconvenientes debido por un lado a su alta inflamabilidad, y por otro al gran volumen y peso necesarios con los sistemas tradicionales de almacenamiento en recipientes a presión, en tanques criogénicos o en hidruros metálicos. Por ello se optó por la obtención del hidrógeno a bordo a partir de etanol, cuya molécula (CH_3-CH_2-OH) tiene un gran contenido de hidrógeno (6).

La ventaja ecológica del uso del etanol es que se obtiene de cereales, lo que permite denominarlo bioetanol. Es, por tanto, un producto renovable y biodegradable, además de que sus emisiones de dióxido de carbono pueden considerarse neutras, ya que lo que se hace es devolver a la atmósfera el que absorbieron los cereales con que se fabrica.

La Cumbre de Río

La Constitución Española recoge: *Todos tienen el derecho a disfrutar de un medio ambiente adecuado para el desarrollo de la persona, así como el*

(6) MONEREO ALONSO y COSTELL BERGES: *El cambio climático y la eficiencia energética. El futuro de una Flota verde*. El caso español. IEEE. Documento de opinión 36/2011.

deber de conservarlo. Los poderes públicos velarán por la utilización racional de todos los recursos naturales, con el fin de proteger y mejorar la calidad de la vida y defender y restaurar el medio ambiente, apoyándose en la indispensable solidaridad colectiva (7).

Se empieza a vislumbrar lo que luego se llamaría desarrollo sostenible. A pesar de que el concepto de desarrollo sostenible empieza a generarse en la década de los setenta del siglo pasado, es en la cumbre de Río (8) donde toma carta de naturaleza. En realidad, no es que se produzca el nacimiento de conceptos nuevos, sino que por primera vez, se ponen negro sobre blanco y cargando sobre los Estados la responsabilidad de velar por el medio ambiente. En eso radica su importancia.

El principio 24 de la declaración de Río (9) dice que la guerra es, por definición, enemiga del desarrollo sostenible y el principio 25 que la paz, el desarrollo y la protección del medio ambiente son interdependientes e inseparables. La protección del Medio Ambiente es un reto permanente de la sociedad tanto a nivel nacional como internacional y en la actualidad estamos asistiendo a un espectacular crecimiento de la conciencia colectiva sobre el deterioro ambiental de nuestro planeta debido a la acción del hombre. Pocos asuntos consiguen acercar posturas tan, a priori, distantes como las del Ministerio de Defensa y la de la responsable del Comité de Desarme de Greenpeace, quien en una conferencia en el Congreso Nacional de Medio Ambiente dijo:

Hay una relación circular entre pobreza, deterioro del medio ambiente y guerra. Los vínculos entre estas cuestiones hacen imposible abordarlas de forma aislada. En ocasiones, la pobreza y el deterioro del medio ambiente llevan a una creciente competencia por la tierra o por recursos naturales cada vez más escasos y la situación deriva en una guerra. A su vez, las guerras tienen siempre impactos medioambientales devastadores y agravan la pobreza y la exclusión. Si los efectos del cambio climático no se frenan y la sequía avanza en amplias zonas del mundo, se agudizarán el hambre, los desplazamientos masivos de población, el desequilibrio y los conflictos. Son importantes las iniciativas para controlar, por ejemplo, el comercio de diamantes o la transparencia en las ventas de petróleo y garantizar que no contribuyen a financiar conflictos; pero también lo es reducir algunas de las principales causas del calentamiento global como el consumo de combustibles fósiles y la pérdida de biodiversidad. Estas son las grandes amenazas del

(7) Constitución Española. Art. 45.

(8) Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Río de Janeiro (Brasil) del 3 al 14 de junio de 1992.

(9) Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo.

futuro y no pueden abordarse por separado. De lo contrario, el día de mañana será aún más conflictivo (10).

Esta afirmación de Greenpeace no dista mucho de lo que el Ministerio de Defensa expresa en su memoria de Responsabilidad Social: *El riesgo medioambiental es una de las principales amenazas que pueden afectar a nuestra seguridad. El cambio climático, la escasez de agua y la pérdida de biodiversidad plantean riesgos de naturaleza humanitaria, política y de seguridad internacional (11).* No es extraño, por tanto, que el Ministerio de Defensa haya sido pionero en el ejercicio de la sostenibilidad y en dejar evidencia de ello.

La gestión ambiental

La regulación de la protección del medio ambiente en el Ministerio de Defensa comienza en 1992 (12), si bien es en 1997, tomando como excusa la creación del Ministerio de Medio Ambiente y la reestructuración del Ministerio de Defensa (13), que supuso la asunción de nuevas competencias por parte del Director General de Infraestructura (14), cuando se elabora, de forma totalmente pionera en el sector público, una política ambiental sólida y eficaz, plasmada en la Directiva 107/1997 del ministro, que ha permitido que germine en el ámbito de las Fuerzas Armadas un compromiso firme y decidido de respeto y cuidado del medio ambiente.

El principio 4 de la Declaración de Río dice que a fin de alcanzar el desarrollo sostenible, la protección del medio ambiente deberá constituir parte integrante del proceso de desarrollo y no podrá considerarse en forma aislada.

Es por ello que, en la Directiva 107/1997, la Política Ambiental del Ministerio de Defensa no pasaría de ser una declaración unilateral, encomiable, aunque vacía, si no se llega a completar con el párrafo subsiguiente:

Para ello, se establecerá un Sistema de Gestión Medioambiental (SGA) uniforme a todos los niveles del Departamento, basado en los principios de la ISO 14000, que asegurará la continua revisión y control de los efectos sobre el medio ambiente, de una forma simple, clara y efectiva (15).

(10) Mabel González Bustelo, responsable de desarme de Greenpeace en CONAMA 2008.

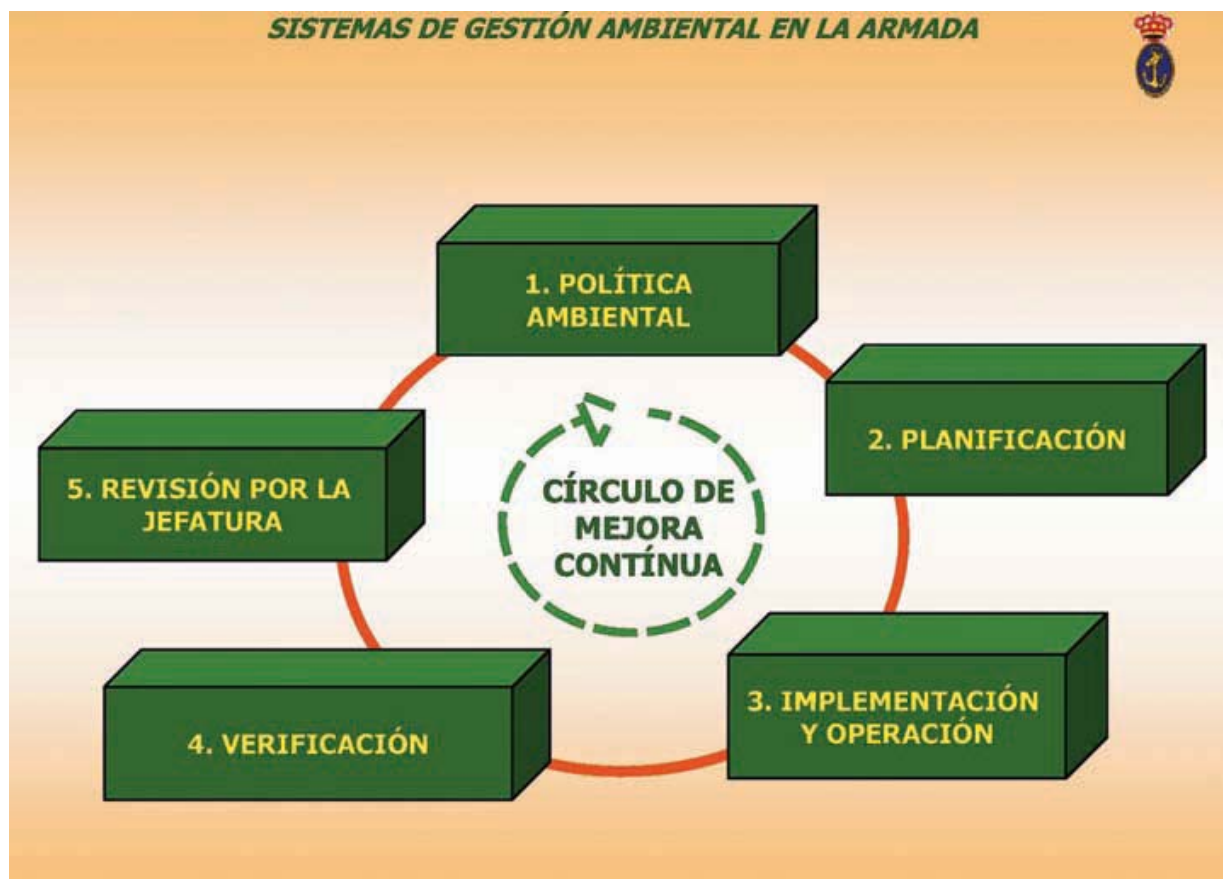
(11) Memoria de Responsabilidad Social 2009. Ministerio de Defensa.

(12) Directiva 01/92, de fecha 2 de enero de 1992

(13) Real Decreto 1883/96

(14) Preparación, planeamiento y desarrollo de la política medioambiental, así como la supervisión y dirección de su ejecución.

(15) Directiva 107/1997 del Ministro de Defensa.



Infografía nuevo Cuartel General de la FIM.

La Armada ha sido pionera en el establecimiento de estos Sistemas de Gestión Ambiental. El Campo de Adiestramiento de la Sierra de El Retín se convirtió, en 1998, en la primera instalación militar de Europa en contar con un Sistema de Gestión Ambiental certificado. Desde entonces, el número de SGA implantados en la Armada ha llegado a 45, de los que 26 cuentan con la certificación otorgada por empresas independientes acreditadas por ENAC.

Esto ha permitido a la ministra de Defensa afirmar que *Nuestro compromiso con el respeto al medio ambiente es un compromiso basado en hechos y acreditado por organismos independientes. En este sentido, cabe destacar que España es el país de la Unión Europea que tiene más instalaciones militares certificadas por la norma medioambiental ISO 14001* (16).

Pero no todo es gratuito. El mantenimiento de las certificaciones de nuestros Sistemas de Gestión Ambiental supone un gasto de alrededor de 55.000

(16) *Líneas Generales de la Política de Defensa*. Comparecencia de la ministra Carme Chacón.



Certificado ISO 14.001 Base Naval de Rota.

euros anuales. Es por ello que hemos iniciado un proceso de unificación de los SGA que nos lleven a disminuir la factura de las certificaciones.

Entre los beneficios de los Sistemas de Gestión Ambiental en la Armada, podemos encontrar el mejor control en el consumo de recursos. De hecho, se puede constatar, no sólo el aumento en la eficiencia energética, del que ya hemos hablado, sino un claro ahorro en el consumo de agua. En lo referente a la gestión de los residuos, podemos afirmar que el 100 por 100 de los residuos peligrosos generados en las actividades de la Armada se gestionan de manera correcta y se puede dar evidencia de ello mediante los Documentos de Control y Seguimiento que establece la legislación. Además, todas las instalaciones de la Armada cuentan con un punto limpio

adecuado a su tamaño y actividad, muchos de ellos construidos gracias a la colaboración del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (MMARM).

También en colaboración con el MMARM se han efectuado varias actuaciones de descontaminación de suelos. En concreto, se ha descontaminado el barranco bajo los generadores de la estación radio de Guardamar de Segura, en Murcia, así como dos actuaciones, una sobre tierra y otra sobre aguas subterráneas en las instalaciones del Tercio de Armada, en San Fernando.

Algunos suelos contaminados son tan extensos, o cuentan con unos niveles de contaminación tan elevados, que el coste de la descontaminación clásica es casi inabordable. Es por ello que se precisa recurrir a nuevas técnicas y nuevas fórmulas de financiación. En esta línea se sitúa la colaboración que se ha emprendido con el Centro de Investigaciones Energéticas, Medio Ambientales y Tecnológicas (CIEMAT), la Asociación para la Investigación y el Desarrollo Industrial de los Recursos Naturales (AITEMIN) y la Universidad Politécnica

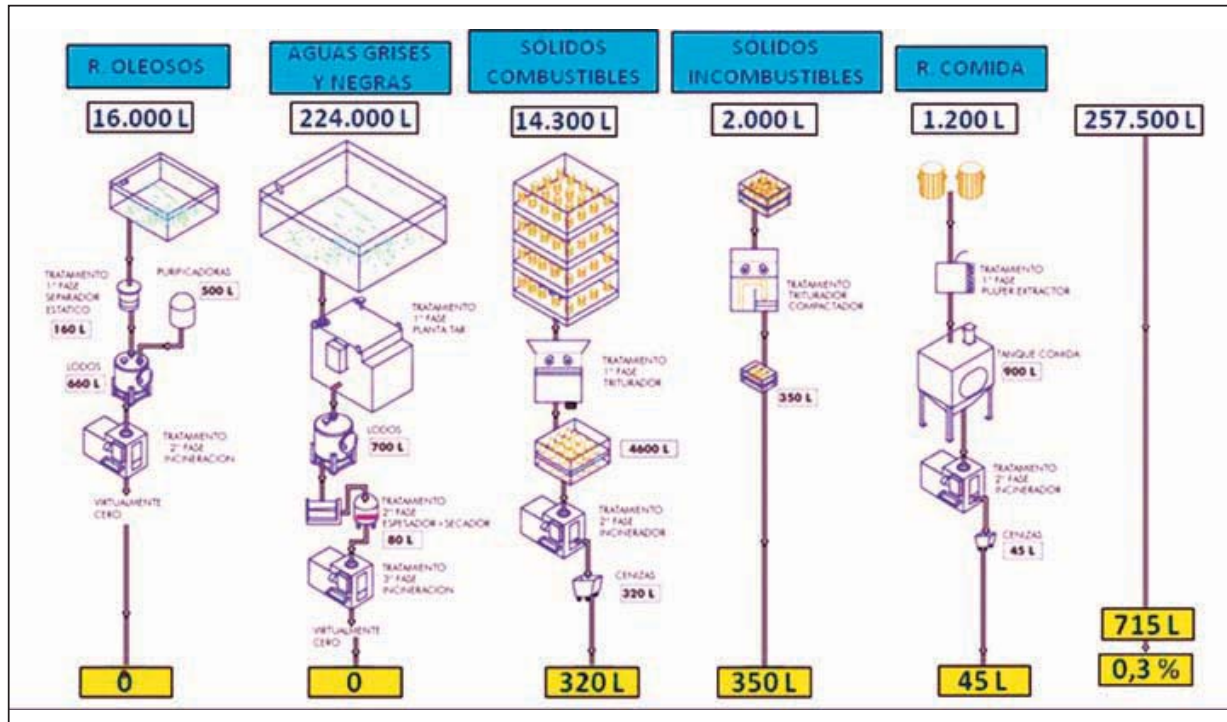


Punto Limpio Estación Naval de Puntales.

de Madrid para el inicio de un programa LIFE de la Unión Europea para determinar los mejores métodos para la descontaminación de suelos altamente contaminados por hidrocarburos. En este proyecto se usará como laboratorio la planta petrolera de la Clica, en San Fernando.

De nuevo los buques

No se puede cerrar una visión de lo que se realiza en las Armada en relación con el medio ambiente sin pasar por lo que representa nuestra razón de ser, los buques. Recordemos que en el medio acuático, en el que se desenvuelve la actividad naval, el ciclo del Carbono tiene una variante de enorme importancia, es el lugar donde más CO₂ se retira del ciclo atmosférico. Es por ello que toma tanta importancia la lucha contra la contaminación marina. Si el desastre del Torrey Canyon en 1967 sirvió para dar origen al OILPOL, que más tarde llegaría a MARPOL; el del *Prestige* en 2002 sirvió para que la Unión Europea pusiese coto a los petroleros de casco simple. El Buque de



Soluciones en el *Juan Carlos I*.

Aprovisionamiento en Combate *Cantabria* cuenta con doble casco en la zona de los tanques de combustible y está preparado, no sólo para el transporte y el aprovisionamiento, sino para recoger y almacenar unos 2000 m³ de residuos contaminantes.

A pesar de que el convenio MARPOL excluye los buques de guerra y buques de estado, la Armada tiene el firme propósito de que sus buques cumplan con sus preceptos, en lo relativo a la prevención y lucha contra la contaminación. En este sentido, un objetivo prioritario es alcanzar el «Buque de contaminación cero» en sus programas de nuevas construcciones. Como ejemplo, el nuevo Buque de Acción Marítima *BAM* incorpora un sistema de gestión integral de residuos y el *Juan Carlos I* cuenta con sistemas que permiten alcanzar una reducción del volumen de contaminantes almacenados hasta el 0,3 por 100 del valor inicial.

Finalizaremos hablando del desguace. Tras la aprobación del protocolo de Hong-Kong sobre el desguace y reciclado de buques, la Unión Europea ha comenzado con la implantación de lo que se conoce como Pasaporte verde de los buques, es decir, una relación de todos los materiales peligrosos que forman parte de su estructura o que se han transportado, de modo que se pueda establecer el método más seguro, desde el punto de vista ambiental, de desguace. En la Armada ya se tienen en cuenta estos criterios y los buques de nueva construcción ya incorporan este pasaporte verde.