

# LA ESPUMA DE AFEITAR EN LA LUCHA CONTRA INCENDIOS

Santiago GIBERT PALOU DE COMASEMA



A espuma con aire comprimido se ha venido usando durante varias décadas para diferentes fines, como en las centrales de limpieza y desinfección, en los centros de lavado de coches, en la industria alimentaria para conseguir chocolatinas esponjosas, o en las consabidas espumas de afeitarse, pero no ha sido hasta la última década cuando se ha desarrollado esta técnica en el ámbito de los sistemas contraincendios (C. I.), utilizándose una espuma de excelentes características para la extinción del fuego y con grandísimas ventajas en este ámbito sobre el resto de las alternativas.

Pues bien, esta espuma no es más que una de las armas, la más letal, de todas las que dispone una nueva unidad revolucionaria, adquirida recientemente por la Armada para la lucha contraincendios, y que aquí se viene a presentar: El VRAC.

El VRAC, o Vehículo Remolcador Autopropulsado Contraincendios, procede de un Programa de I + D cuyo objetivo inicial era emular las funciones del P 25, vehículo C. I. que opera en los buques americanos tipo LHD/LHA.

El principal objeto de este vehículo es el de proporcionar una ágil y eficaz actuación frente a una emergencia sobre la cubierta de vuelo de las características de un buque de asalto anfíbio o de un portaaviones. Basado su diseño en este compromiso, el VRAC se caracteriza por sus reducidas dimensiones, que le confieren una elevada maniobrabilidad, y por su gran versatilidad, teniendo en cuenta todos los medios de extinción de los que dispone: agua, espuma, CO<sub>2</sub> y polvo seco, además de sus capacidades como vehículo remolcador para arrastrar, empujar y posicionar helicópteros y otras aeronaves.

Casualmente, existe otra unidad en el Ejército de Tierra, también denominada con las mismas siglas VRAC, si bien éstas responden a las de Vehículo

de Reconocimiento de Áreas Contaminadas, y por tanto su ámbito de actuación es el de la guerra NBQ.

### Origen de la necesidad

El origen de este programa fue una recomendación efectuada en diciembre de 2006 por el Área de Vuelo del Departamento de Control del Buque del CEVACO, dirigida al jefe de Programa de Construcción del buque LHD *Juan Carlos I* en la que, basándose en la experiencia obtenida con los medios C. I. existentes en el *Príncipe de Asturias* (PDA), se sugería la adquisición de un vehículo C. I. similar al *P 25* americano, para su operación a bordo del LHD.

Para la realización de estos cometidos, el PDA hasta la fecha viene utilizando conjuntamente el equipo extintor de incendios TAU-PFP 220/80 y el tractor remolcador de 8.600 libras TA-8.6. Esto conlleva ciertos inconvenientes: se precisan tres personas para su uso más eficiente (en lugar de dos); no se dispone de un cañón o monitor que proyecte la espuma desde los puestos del



Vehículo *P 25*. (Foto: J. Regodón).

conductor o del acompañante, lo que aumenta el tiempo de reacción; los mecanismos están expuestos a la intemperie, por lo que hay corrosiones y fallos que reducen su fiabilidad; problemas importantes de estanqueidad que disminuyen su operatividad y, por tanto, su disponibilidad; no dispone de dos medios de aplicación simultáneos para atajar el incendio (manguera y monitor), etcétera.

Con objeto de paliar estas deficiencias, en lugar de efectuar la adquisición de este suministro directamente de la empresa americana fabricante del *P 25* (Entwistle, Co.), de mayor tamaño y peso que el deseado para nuestras unidades, y al ser una necesidad operativa prioritaria como medio de seguridad para las operaciones de vuelo en buques de la Armada, se solicitó a la SDG TECEN, responsable de los programas de I + D, iniciar un nuevo programa para la obtención de esta unidad prototipo. La empresa elegida para este fin fue EINSA, S. A., especializada en el diseño y fabricación de equipos de apoyo en tierra para la aviación.

Como ya es sabido, los programas de I + D se centran en la obtención de tecnologías, demostradores y prototipos de interés, siendo ésta la principal diferencia con los programas de adquisición, que se orientan a obtener sistemas que generalmente ya se encuentran operativos. En el ámbito del Ministerio de Defensa, en lo que respecta a los programas de Desarrollo, se trata principalmente de actividades de desarrollo tecnológico que tienen por finalidad la obtención, en el ámbito nacional, de prototipos de sistemas de armas o equipos que satisfagan las necesidades de las Fuerzas Armadas.

En el caso que nos ocupa, el proyecto incluye el diseño, desarrollo, manufactura y pruebas de un prototipo completamente funcional. El destino de este prototipo es el LHD *Juan Carlos I*, como parte integrante del equipamiento de apoyo en tierra a las aeronaves o «Tren Amarillo» (denominación que de momento perdura, no así el color de las nuevas unidades, que pasa a ser blanco, desde los nuevos requisitos de compatibilidad con gafas de visión nocturna).

El buque LHD *Juan Carlos I*, que dispone de diversas configuraciones alternativas: plataforma eventual de portaaviones, buque anfibia, transporte estratégico combinado y configuración de misiones humanitarias o, más genéricamente, de operaciones MOOTW (*Military Operations Other Than War*), tiene unos requisitos incluso más rigurosos que los del *Príncipe de Asturias* en lo que respecta al servicio de vuelo a bordo, ya que la variedad de aeronaves a las que debe dar servicio es mayor y más exigente, como lo es la capacidad para operaciones de vuelo de aeronaves tales como el *Chinook* del Ejército de Tierra, o el posible relevo del *Harrier AV 8B* por el *F 35B*, versión aeronaval del *JSF (Joint Strike Fighter)*. Estas exigencias, además de un engrosamiento de la cubierta de vuelo, un mayor tamaño de los ascensores de aeronaves y un gran surtido de elementos pertenecientes al Tren Amarillo, invitan a dedicar una especial atención a los medios de extinción de incendios en su cubierta de vuelo, y ahí es donde entra en juego nuestro VRAC.

## Características del VRAC

La fuente de energía primaria es un motor diésel que a su vez alimenta a tres motores hidráulicos (dos para la traslación y uno para el subsistema de extinción), a través de bombas hidráulicas de caudal variable. Su peso en vacío (tara) es de 5.300 kg, y sus dimensiones son de 5 x 2,5 x 1,65 metros.

Sólo precisa de dos personas para su operación completa: posicionamiento del vehículo y accionamiento del chorro actuador. Ambas funciones pueden efectuarse de forma simultánea.

— Como vehículo contra incendios. Para la aplicación de los agentes extintores, el VRAC cuenta con los siguientes medios:

- Cañón/monitor mixto: está instalado en la parte delantera del vehículo y se opera desde el puesto de conducción. Consta de dos medios de lanzamiento constituidos por un cañón de polvo seco acoplado a un tubo de lanzamiento de agua-espuma.
- Lanza manual mixta: la lanza dispone de dos salidas independientes, una para agua/espuma y la otra para polvo seco, y recibe los agentes extintores a través de dos mangueras independientes semi-rígidas de 30 m, dispuestas en una devanadera única de enrollamiento eléctrico o manual.
- Las capacidades de los depósitos de agua, concentrado de espumógeno y polvo seco son de 2.900 l, 200 l y 150 kg, respectivamente.
- La espuma actuadora del vehículo puede ser alimentada a través de las estaciones de la red C. I. del buque. Por tanto, todos los materiales afectados están adecuados para operar con agua salada.
- El equipo utiliza el espumógeno multiexpansión de la Armada, que garantiza la «calidad» de la espuma aun con agua salada. La mezcla de este espumógeno se realiza en cualquier circunstancia al 2 por 100.
- Este vehículo dispone de un sistema adicional de inyección de espuma por aire comprimido, tal y como se verá en detalle más adelante.
- Adicionalmente el vehículo dispondrá de estibas necesarias para alojar equipos de respiración y tres extintores de CO<sub>2</sub> de seis kilos.
- El vehículo cuenta con la capacidad de alojamiento y operación de un equipo de corte HOLMATRO para las operaciones de rescate.
- Como medida de autoprotección, el VRAC cuenta con un sistema de rociadores de agua/espuma, que resguarda la parte inferior del vehículo.
- Su velocidad máxima actuando como vehículo contra incendios es de 22 km/h.

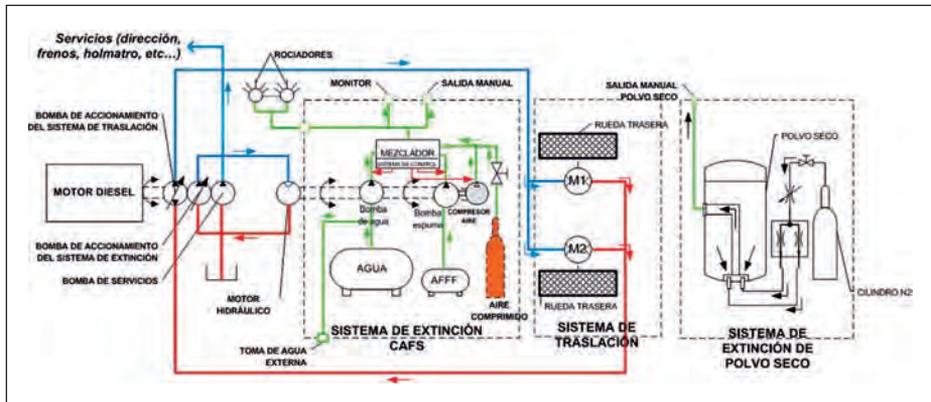


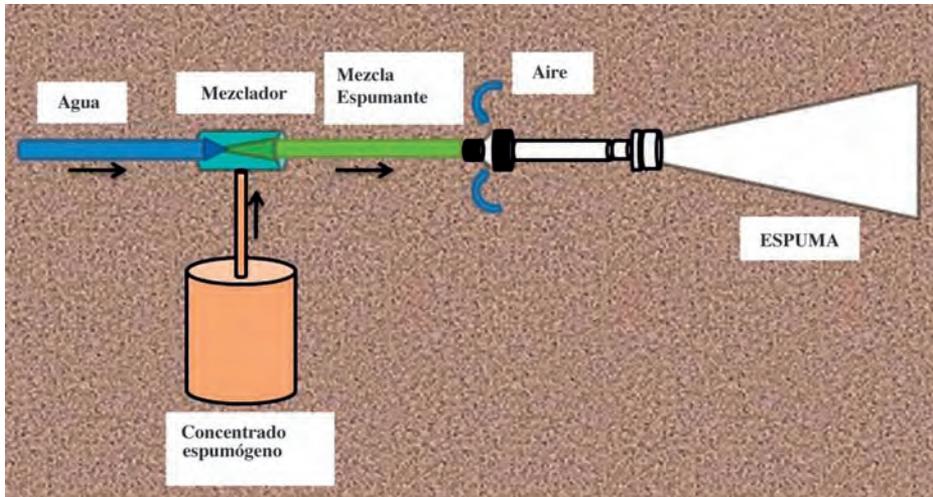
Diagrama Básico de Operación del VRAC.

— Como vehículo remolcador:

- El tractor y los componentes de C. I. constituyen una unidad íntegra.
- La potencia de su motor diésel de 62 kW, de cuatro cilindros refrigerados por líquido, es transferida a las ruedas traseras mediante una transmisión de tipo hidrostático de alta presión. Este tipo de transmisión garantiza una adecuación a las condiciones de tracción solicitadas en cada momento, permitiendo una marcha suave sin tirones, así como una precisión extrema en las maniobras lentas de aproximación, características muy significativas en el remolcado de aeronaves.
- Su velocidad máxima, actuando como vehículo remolcador de aeronaves es de seis kilómetros por hora.
- La tracción a la barra máxima es de 900 kg (8.600 lb).

## Espumas contra incendios

No es intención de este apartado profundizar en los distintos tipos de espumas y sus características; sin embargo, es conveniente dar un pequeño repaso para los que no se encuentran muy familiarizados con este tema. Lo que habitualmente se denomina espuma es una combinación del aire con una mezcla espumante. A su vez, esta solución espumante está formada por agua y por concentrado espumógeno. Su formación se produce tal y como se muestra en el gráfico. La espuma cubre las superficies combustibles, extinguiendo el fuego por sofocación y produciendo el doble efecto de enfriar y evitar el



Formación de la espuma.

contacto con el aire. Además, evita la emanación de vapores inflamables, previniendo así la reiniciación del fuego.

La espuma es un agente extintor empleado principalmente para combatir incendios con líquidos combustibles e inflamables (Clase B); no obstante, se utiliza cada vez más con los sólidos (Clase A). No debe aplicarse ni en los fuegos eléctricos o energizados (Clase C), ni en los metales combustibles (Clase D).

La expansión de una espuma es la relación que existe entre el volumen de espuma que se genera y el volumen de la mezcla espumante, lo que da una idea de la proporción de aire que forma la espuma. Esto nos permite dividir las espumas según su expansión: las espumas de baja expansión, en las que dicha relación puede llegar a ser hasta de 20:1; las de media expansión, en las que la proporción va de 20:1 hasta 200:1, y las espumas de alta expansión, donde la proporción se sitúa entre 200:1 y 1.000:1.

Asimismo, existen diferentes tipos de espuma según sea la naturaleza o la composición de su concentrado espumógeno o la proporción de la mezcla espumante. En general, y sin ser demasiado exhaustivos, podríamos decir que básicamente las espumas más utilizadas son las de media/baja expansión formadoras de película (como la archiconocida espuma formadora de película sintética acuosa, o AFFF, con componentes fluorados) y las de alta expansión. Las de alta expansión se usan para inundación de un recinto, ya sea por incendio en un espacio confinado o por un incendio tridimensional (cuando el fuego no está originado en una superficie sino en un volumen). Las espumas



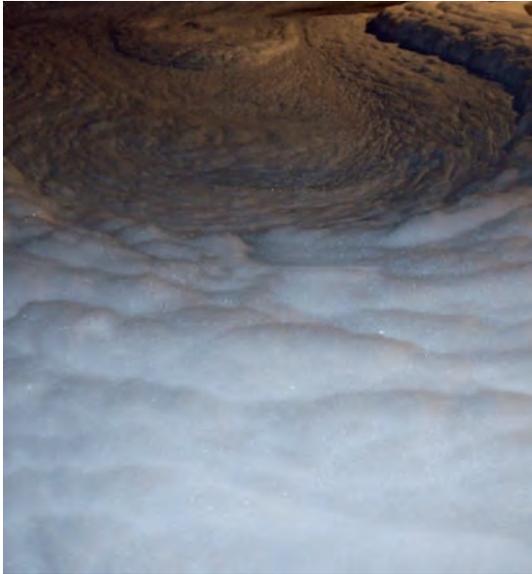
Inundación de un hangar con espuma de alta.  
(Foto: Viking «Aplicaciones de los Sistemas de Espuma»).

formadoras de película establecen una manta de espuma que se extiende sobre la superficie del líquido incendiado. No obstante, en la Armada se utiliza un espumógeno multiexpansión específicamente diseñado, de base sintética sin componentes fluorados, capaz de poder ser utilizado con los distintos generadores de a bordo (de baja, media o alta expansión), cuya concentración en la mezcla espumante es del 2 por 100 para cualquiera de las expansiones.

### **La espuma con aire comprimido**

Como se ha citado anteriormente, la principal arma del VRAC en la lucha contraincendios es la utilización de una espuma de excelentes características: la espuma por inyección de aire comprimido o CAF (*Compressed Air Foam*).

Esta espuma se produce al inyectar aire (o nitrógeno) a presión en el flujo de la solución de ésta. Se obtiene así una espuma de alta energía y de burbujas uniformes de pequeño diámetro, fuertemente impulsadas en forma de chorro. La calidad de la espuma así obtenida resulta ser mucho mejor que la de las espumas tradicionales (la calidad se mide por su capacidad de expansión y por el tiempo que las burbujas mantienen su estructura o «tiempo de drenaje»).



Espuma de gran calidad, CAF. (Foto: del art. de Neal Brooks publicado en *Fire Apparatus*).

Con esta técnica se produce en el mismo equipo mezclador la solución espumante y la espuma, que es enviada, ya formada, a través de las mangueras, y aplicada con monitores, o bien con lanzas de chorro lleno. Se obtiene así una espuma de burbujas muy finas y uniformes, más consistentes y resistentes al calor, de lento drenaje y con buena adherencia a las superficies verticales. En las CAF no se establecen los índices de expansión como en el resto de las espumas, pues la relación aire-mezcla espumante se mantiene dentro de un intervalo pequeño, del que se obtienen espumas «secas» o «húmedas», en función del tipo de fuego a extinguir.

Además de las ventajas citadas anteriormente sobre los otros tipos de espuma, hay que añadir las que se derivan de su formación en el primer tramo del sistema, en lugar de hacerlo a la salida: al ser un fluido de menor peso (al menos la mitad del fluido va a ser aire), se obtendrá un mayor alcance de la espuma, alcance que se incrementa todavía más por el aporte energético suministrado por el aire comprimido. Además, en el caso de aplicarse con mangueras, este menor peso del fluido en su interior se traduce en una mayor facilidad en su manejo.

Pero esta espuma tiene todavía otra particularidad que la hace superior a todas las demás: el aire comprimido expande el agua a su relación superficie-masa (SMR) máxima. Esto le permite absorber el calor de inmediato, acelerando así la extinción del incendio, y disminuir las cantidades de espumógeno y de agua necesarias para esta extinción, economizando estos recursos y eliminando los daños adicionales producidos por el agua.

Ya desde sus orígenes se ha demostrado la ventaja del sistema CAF frente a los rociadores normales o los nebulizadores. También ha quedado demostrada la economía derivada del menor uso de agua y la menor necesidad de concentración de espumógeno, y además se mejoró la visibilidad en la zona de fuego protegida por el sistema CAF. Adicionalmente, en el año 2003 el National Research Council of Canada (NRCC), junto al fabricante de CAF



Rociadores agua-espuma.



CAF.

Comparación después de 40 segundos. (Fotos: informe de pruebas de FireFlex Systems & NRCC).

canadiense FireFlex Systems Inc, realizaron series de ensayos comparativos para evaluar esta tecnología. A continuación se muestran los resultados que se obtuvieron en dos ensayos de incendios idénticos para rociadores y boquillas situados a 4,42 m sobre el suelo, donde se usó espuma Clase B en un sistema de rociadores agua-espuma (en concentración 3 por 100) y en un sistema CAF (en concentración del 2 por 100).

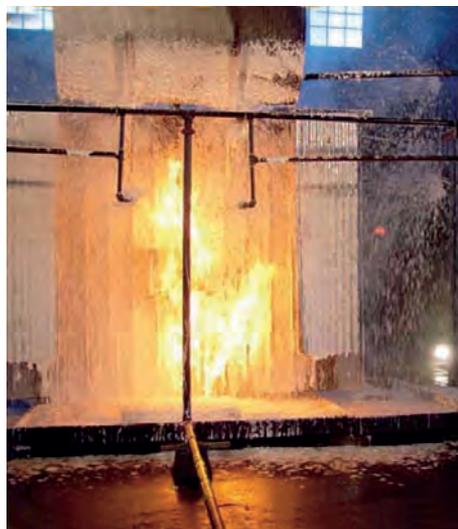
Como puede apreciarse, el sistema CAF extinguió el fuego en el 33 por 100 del tiempo requerido por el sistema agua-espuma, y el tiempo de reignición resultó 2,6 veces más largo con un flujo del 60 por 100 menor y una concentración de espuma 1/3 también menor, utilizando, en definitiva, mucha menos agua y concentrado de espumógeno. Este ensayo también se repitió elevando la altura de los actuadores a 7,62 m, obteniéndose resultados similares.

	Rociadores agua-espuma	Boquillas CAF
Tipo de espuma, concentración	Clase B, 3 por 100	Clase B, 2 por 100
Flujo de la solución GPM	60 (227) l/min	23,8 (90) l/min
Densidad de aplicación	0,1 (4,07) l/min/m <sup>2</sup>	0,04 (1,63) l/min/m <sup>2</sup>
Ratio de expansión	3,5:1	10.9:1
Tiempo de drenaje	< 1 min	3 min 30 s
Tiempo de extinción	<b>2min 32s</b>	<b>0 min 50 s</b>
Tiempo de reignición	9 min 00s	23 min 35 s

Comparación agua-espuma y CAF. (Tabla: informe pruebas FireFlex Sys. & NRCC).



CAF 1.



CAF 2.

Protección de un transformador eléctrico. (Fotos: informe pruebas FireFlex Sys. & NRCC).

También se hicieron pruebas para determinar el potencial del CAF, en lugar de los rociadores de agua, para proteger los grandes transformadores eléctricos. Estas pruebas demostraron que sistemas CAF bien diseñados pueden ofrecer protección adecuada ante fuegos tridimensionales en transformadores hasta 12 MW, con ahorros significativos en el consumo de espuma.

De momento, su utilización se está difundiendo principalmente en los Estados Unidos, así como en otros países precursores en su uso, Australia y, principalmente, Canadá, aunque ya haya comenzado a introducirse tímidamente en el resto de los países occidentales. En España, al margen del VRAC, sólo existen once unidades vehiculares que se encuentran dotadas de este innovador sistema de espuma. Éstas se encuentran distribuidas entre Galicia, Madrid, Cantabria y Canarias, aunque está prevista su introducción en los parques de Bilbao.

## Conclusiones

En este artículo se ha pretendido dar a conocer al VRAC, un vehículo multipropósito, remolcador y contraincendios, procedente de un programa de I + D que próximamente va a formar parte del tren amarillo del buque LHD *Juan Carlos I*.

Como vehículo remolcador, es capaz de empujar, arrastrar y posicionar con precisión helicópteros y otras aeronaves, con una capacidad de tracción a la barra de 8.600 libras.

En su faceta contraincendios, además de los sistemas tradicionales de agua, espuma, CO<sub>2</sub> y polvo seco, esta unidad está dotada de un sistema de espuma CAF de gran efectividad y extremadamente eficiente. Las características de esta espuma de gran calidad y su modo de proyección a chorro sobre el lugar del incendio le confieren innumerables ventajas: mayor alcance, mayor tiempo de degradación de la espuma, mejor barrera combustible-vapor, mayor aislamiento de la radiación, reducción significativa de la cantidad necesaria de agua y espumógeno, mayor maniobrabilidad en su aplicación con mangueras, mejora de la visibilidad del área de fuego, mayor facilidad para la limpieza después del fuego, excelente resistencia a la reignición y, lo que es más importante, mayor rapidez en la extinción del fuego.

Además de la primera unidad prototipo, en principio estaría también previsto dotar al buque LHD *Juan Carlos I* de una segunda unidad, así como ampliar este suministro al *Príncipe de Asturias*. Aunque en los escritos por los que se inició este programa de I + D se incidía en su idoneidad para su uso en los portaaviones y buques de asalto anfibio de la Armada, la versatilidad y efectividad de este vehículo también podrían hacer recomendable su adquisición por otras unidades, como la Unidad Militar de Emergencias (UME), puesto que ya ha sido utilizado exitosamente incluso en incendios forestales localizados.

#### BIBLIOGRAFÍA

- Documento de diseño del VRAC. Por la empresa fabricante EINSA, S. A.  
 Escritos, actas de reunión y documentación diversa pertenecientes al Programa VRAC.  
 ASSELIN, J. P. (FireFlex Systems); CRAMPTON, G. P.; KIM, A. (National Research Council of Canada-NRCC); RICHARDSON, J. K. (Ken Richardson Fire Technologies Inc.): *Los Sistemas de Espuma con Aire Comprimido (CAF) para la extinción de incendios*.  
*Pliego de Prescripciones Técnicas del Espumógeno Multiexpansión*, específico de la Armada Española.  
 WORKMAN, Martin (director de producto): *Aplicación de los Sistemas de Espuma*. División de Riesgos Especiales de Vicking Corp.  
 NFPA 11-Standard for Low, Medium, and High Expansion Foam, National Fire Protection Association, Quincy, MA, 2005.  
 BROOKS, Neal: «CAFS-Straight answers for the beginner or the experienced user». (Published in *Fire Apparatus Magazine*. A Four Part Article. January, February, March, & April 2005).