

CONSUMO MILITAR DE COMBUSTIBLE¹

Eugenio Varela Münchmeyer
Teniente 1°

Introducción

Con el advenimiento de la máquina de combustión interna, el petróleo comenzó a ser militarmente importante, ya que con ella se logró una movilidad militar y capacidad de combate sin precedentes en el mar, en tierra y luego en el aire. Durante la Primera Guerra Mundial se hizo inevitable la mecanización de la guerra y, por ende, la dependencia del petróleo por parte de las organizaciones castrenses. El acceso al petróleo y la seguridad de abastecimiento se transformaron en consideraciones militares importantes antes de la Segunda Guerra Mundial, a medida que la estrategia en la guerra fue revolucionada por el poder del petróleo.

Como consumidor gubernamental, la participación de las Fuerzas Armadas en los mercados particulares del petróleo no está guiada primordialmente por consideraciones comerciales, siendo el objetivo, primario *asegurar*, en tiempo de paz, los abastecimientos de petróleo para la defensa nacional y desarrollar planes y capacidades, anticipadamente, para satisfacer los requerimientos de guerra.

El consumo de combustibles derivados del petróleo por parte de las Fuerzas Armadas, en tiempo de paz, es de un promedio general de sólo entre 2 a 3% del consumo nacional, entre los países de Occidente, incluyendo los de Sudamérica. Lo anterior se reconoce, aunque la mayoría de los gobiernos manejan los volúmenes y tipos de productos usados por sus Fuerzas Armadas como información reservada, por la diferencia entre sus importaciones y producciones con relación a los consumos en el área civil. En general, el uso militar de combustibles derivados del petróleo en un país varía debido a una serie de factores que incluyen el tamaño y estructura de sus Fuerzas Armadas, la doctrina estratégica y táctica, la geografía y, por supuesto, la extensión en la cual están involucradas las Fuerzas Armadas en las hostilidades propias del país o el área geográfica donde está ubicada.

El petróleo en la actualidad suple más de dos tercios de las demandas totales de energía destinada a uso militar en el mundo. En el caso de los Estados Unidos abarca el 65% de la demanda militar de energía convencional, seguido por la electricidad, 21%; gas natural, 7%; vapor, 4%; carbón, 2%, y recursos renovables, 1%.

El consumo militar de energía puede ser categorístico, de acuerdo a sus usos en "instalaciones" y "movilización". El primero consiste en combustibles comerciales y fuentes de energía no derivadas del petróleo (energía solar y otras). En la categoría de "movilización" —la esencia de la capacidad combativa convencional— no hay sustitutos viables para el petróleo para operaciones de tierra y aire, e incluso, la introducción de plantas nucleares en buques no ha podido liberar a las armadas de su uso. Los aviones, buques y vehículos de combate, que forman la fuerza de guerra de una nación, pueden significar el 90% del consumo total de combustibles derivados del petróleo asignados a las Fuerzas Armadas de ese país.

¹ Extractado de *Petroleum Economist*, con datos adicionales del Oil Platts Gram.

La composición del equipamiento de los arsenales militares y sus características de consumo de combustible determinan la mezcla de la demanda militar de combustibles derivados del petróleo. Por ejemplo, un tanque MT en persecución excede los 27 litros por hora de consumo, y un avión F-15 en empuje máximo puede llegar a quemar 15 litros por segundo.

En los países desarrollados el combustible de aviación ocupa aproximadamente el 65% de las demandas militares, seguido por el diesel, 20%; los combustibles residuales, 10%; las gasolinas automotrices, 4%; y otros, 1 %. Los países en vías de desarrollo y subdesarrollados tienen una tendencia de equiparidad en las demandas de diesel y combustible de aviación (35% cada uno), seguido por las gasolinas automotrices y poco uso de combustibles residuales.

Siendo las Fuerzas Armadas un consumidor primario de combustible de aviación, a menudo y en tiempos de paz el sector militar compite con los consumidores comerciales por la demanda, especialmente en lo que se refiere a queroseno de aviación; sin embargo, el consumo militar no llega a ser más allá de un tercio del mercado de dicho combustible, mas en algunas circunstancias el consumo militar de combustible de aviación puede llegar a ser la mitad del comercial, como sucedió en Corea del Sur durante 1984, con el JP-4.

Teniendo en cuenta la mencionada prioridad de la seguridad en el abastecimiento, las Fuerzas Armadas prefieren firmar contratos de largo plazo (en general, un año), incluso durante períodos de precios bajos, donde los comerciantes recurrirán al mercado spot (compras sin acuerdo previo) para ahorrar divisas. Es más aún, el combustible para uso de las Fuerzas Armadas y su manejo de acopios no es estacional, en el sentido comercial, ya que sigue los programas de entrenamiento trazados. Además, influye en el nivel mínimo que las Fuerzas Armadas deben asegurarse para satisfacer necesidades ante una emergencia, las que a veces son reemplazadas por acuerdos con proveedores, quienes aseguran un abastecimiento en determinadas circunstancias. Pero si estos proveedores son extranjeros, los gobiernos firmantes deberán asegurarse de que cumplirán los contratos de abastecimiento en tiempos de crisis, o que el gobierno del proveedor no confiscará inadvertidamente las disponibilidades del primero para suplir sus emergencias.

Los costos asociados al combustible militar no están limitados a comprar combustible. Las Fuerzas Armadas también arriendan almacenamientos comerciales, fletan buques-tanque y utilizan los sistemas de oleoductos comerciales para suplementar su propia red de distribución, compuesta de buques-tanque, terminales marítimos, sistemas de oleoductos, camiones, depósitos de distribución y otros.

Acopios de productos refinados

Hay dos categorías de almacenamiento de combustibles militares, ambos de productos refinados. Los "acopios para tiempos de paz", que sostienen la operación normal y están definidos por una serie de niveles para su manejo; y los "acopios para tiempos de guerra", que deben sostener el consumo de un conflicto hasta el momento en que el sistema logístico para la guerra pueda entregar combustible al área del conflicto. Este último, normalmente está medido en "días de operatividad en combate", y la reserva está basada en una planificación previa de los consumos en un conflicto. Por ejemplo, Estados Unidos mantiene cerca de 10.080.000 metros cúbicos como reserva para tiempos de guerra, repartida fundamentalmente en Europa y el Pacífico.

El acceso a acopios civiles es una opción abierta a las fuerzas militares durante emergencias nacionales declaradas, pero los acopios civiles normalmente están, en su gran

mayoría, en crudo o combustibles que no cumplen las especificaciones militares, los que aún así les son atractivos a medida que se consume el acopio propio de las Fuerzas Armadas. Por tanto, el acceso de éstas a dichos acopios debe ser una importante decisión de parte de los gobiernos en guerra, particularmente durante conflictos que puedan ser acompañados con interrupción del abastecimiento de petróleo al país.

Especificaciones del combustible militar.

En la actualidad existe una gran multiplicidad de tipos de combustibles y lubricantes, incluso con especificaciones únicas y aditivos únicos, que no tienen contrapartida comercial; lo anterior, debido a los complejos diseños de máquinas y armas a ser usadas bajo condiciones extremas.

La seguridad y los requerimientos de la misión son altamente responsables en la determinación de combustibles con especificaciones únicas. Pero el uso militar de combustibles no comerciales puede tener serias implicancias, debido a los altos costos, disponibilidad limitada y restricciones de distribución. Esto se soluciona por muchas Fuerzas Armadas al agregar los aditivos necesarios a combustibles comerciales, una vez que están dispuestos para su uso. En general, los combustibles y lubricantes marinos y aéreos exigen propiedades físicas y químicas mucho más estrictas que los de uso terrestre, donde se usan generalmente con características comerciales.

Para mayores informaciones, véase la tabla adjunta.

Combustibles terrestres

La estandarización de los combustibles terrestres fue una de las prioridades de los aliados en la Segunda Guerra Mundial. En vista de la multiplicidad de combustibles durante tiempos de paz, y fue reducida al máximo posible en orden a mejorar su distribución y versatilidad en la operación de maquinarias. En un principio no hubo especificaciones restrictivas a la industria. Las fuerzas militares usaban la gasolina en la misma área donde era producida, ya que los ajustes de refinación para otoño y primavera aseguraban la apropiada composición del combustible para esa región. Sin embargo, las estaciones en Europa y en el Pacífico sur son opuestas, por lo que la gasolina traída desde Norteamérica a alguna región no era satisfactoria en la otra, haciendo por tanto difícil desviar embarques de gasolina durante emergencias. El combustible almacenado en la selva, en tambores, era susceptible de "engomarse", a menos que fuese lo suficientemente estable. El uso de combustibles "grado invernal", en climas templados, a menudo detienen los vehículos por sellos de vapor en sus cañerías de combustible; por otro lado, el combustible para climas tropicales no tenía la adecuada volatilidad o propiedades de partida en frío en climas más helados. La estabilidad de la oxidación de la gasolina especial no era suficiente, y los problemas sobrevinieron debido a que los ejércitos no consumían el combustible almacenado al ritmo que lo hacían los consumidores comerciales.

Combustibles navales

Comparado con los combustibles terrestres, el crecimiento del consumo de combustibles navales ha sido moderado por el advenimiento de la propulsión nuclear. Las especificaciones de los combustibles se mantienen estrictas desde que las operaciones navales pueden significar períodos en la mar en que se opere desde aguas antárticas a aguas tropicales, en tránsito silencioso durante maniobras de guerra. Durante la Segunda Guerra Mundial fue introducido el Navy Special Fuel Oil (NSFO), o Burner Fuel Oil, por los Estados Unidos, compuesto de una mezcla de un 40% de destilado grado Cutter Stock para mejorar

la combustión del petróleo Bunker C estándar, además de su viscosidad y condiciones de precalentado. Era esencial una baja viscosidad para operaciones de abastecimiento de combustible en la mar, contra el tiempo, en vista de que la vulnerabilidad del buque, contra ataque enemigo, crecía en la medida que se restringía su maniobrabilidad por estar atado al petrolero durante un tiempo mayor. Las capacidades de estabilidad en almacenamiento y repelencia al agua fueron mejoradas, debido a la necesidad de lastrar con agua de mar los estanques de los buques.

Más tarde, en 1960, la Armada de Estados Unidos decidió establecer un combustible para propulsión, único, de modo de simplificar la logística. En 1969 se decidió convertir los buques para que consumieran un combustible de baja ceniza, utilizable en calderas, motores diesel y turbinas a gas, para lo cual fue diseñado un calendario faseado del cambio, de modo de minimizar el impacto sobre la industria, pero las condiciones de mercado variaron en el intertanto, con lo que este combustible se volvió más caro que el diesel. Por lo anterior, dicha armada volvió al diesel como su combustible de uso habitual para propulsión de buques.

Peligros de incendio durante faenas de combustible y combate requirieron combustibles de altos puntos de inflamación; esto produjo que el combustible para propulsión de la Armada de Estados Unidos fuese especificado para un punto de inflamación mínimo de 140 °F.

Combustibles de aviación

Los aviones comerciales vuelan en un amplio rango de lugares con diferentes temperaturas, como también lo hacen los aviones militares, pero los primeros no tienen la necesidad de aceleraciones rápidas o maniobras de evasión, donde la capacidad de reencendido de la máquina tiene importancia. Tampoco los aviones comerciales vuelan a las alturas que lo hacen los militares. También hay diferencias en tierra, como ser, el hecho de que los aviones militares pasan mucho más tiempo en tierra que los comerciales, lo que en climas fríos puede acarrear problemas en la ignición inicial de los motores fríos, lo que introdujo la necesidad de combustibles que mantuvieran sus propiedades críticas a bajas temperaturas.

El primer combustible para turbinas de aviación militar fue el JP-1, introducido en 1944, pero su especificación de un punto de congelamiento, de -76 °F, y su estrecho rango de refinación (300°F a 500°F) limitó los incentivos comerciales para producirlo en cantidades suficientes para abastecer a las Fuerzas Armadas de los Estados Unidos. Al año siguiente fue adoptado el JP-2 con el objeto de expandir la posibilidad de obtención, pero por ser un combustible de alta viscosidad y experimental fue rápidamente reemplazado por el JP-3, en 1947. Este combustible era de fácil obtención comercial, ya que esencialmente era una mezcla de gasolina y queroseno, pero se detectaron problemas de rendimiento de los aviones, eventualmente atribuidos a las características de presión de vapor del JP-3, producidos en altas razones de ascenso y a grandes alturas. Debido a esto último fue diseñada una nueva especificación para un combustible que tuviera una baja presión de vapor; así, en 1951 se introdujo el JP-4, el que, con algunas modificaciones, es el combustible que más se ocupa en la aviación militar en la actualidad.

El JP-4 es un combustible de amplio rango de refinación, mezcla de nafta pesada y queroseno, con un inusualmente bajo punto de inflamación, de aproximadamente -20 °F y un rango explosivo entre -20 °F a -70 °F bajo condiciones de equilibrio. Los peligros inherentes a la volatilidad del JP-4 llevaron a la elaboración de un combustible menos

peligroso, el JP-5, que luego fue adoptado por la Armada de los Estados Unidos en 1952, para usarlo en sus portaaviones, pero algunos desincentivos económicos del JP-5, tales como el estrecho rango de refinación (300 °F a 550 °F), hicieron que muchas refinerías desistieran de su producción en cantidades suficientes como para que se transformara en el combustible estándar para todas las bases aéreas militares en tierra. Desde una perspectiva militar, esto fue, quizás, desafortunado, ya que los problemas con la volatilidad del JP-4 se intensificaron durante la Guerra de Vietnam, donde Estados Unidos comenzó a perder aviones por impactos de armas de bajo calibre. La búsqueda de un combustible que no explotara cuando los estanques fueran perforados por balas culminó, en 1967, con la introducción del JP-8, un derivado del Jet A-1 comercial con aditivos anticorrosivos, inhibidores de formación de hielo y disipadores de cargas estáticas.

Impacto en el mercado de combustibles

La mayoría de las especificaciones de los combustibles militares fueron originalmente diseñadas para productos obtenidos de una destilación directa de crudos dulces y livianos. Sin embargo, hasta la fecha, la mezcla de los diferentes crudos mundiales ha cambiado con la disminución de campos petrolíferos maduros, el incremento de la producción de crudos pesados por la OPEP y el crecimiento de la disponibilidad de crudos no OPEP, que son relativamente más pesado y menos dulces. Mientras tanto ha decaído la demanda mundial de combustibles residuales en comparación con producto destilados. Las refinerías han respondido ajustando sus procesos e invirtiendo en capacidades de *cracking* (craqueo), para obtener más productos ligeros (limpios) desde los residuos finales de la refinación. Sometiendo a este proceso los excesos de residuos de la refinación, han sido capaces de refinar crecientes proporciones de crudos más pesados y reciclar productos del craqueo a sus combustibles diesel y Jet. Como resultado, menos y menos combustible adquirido por las Fuerzas Armadas viene de destilaciones directas, y cantidades crecientes provienen del craqueo. Aun cuando la calidad de los combustibles productos de este proceso es mejorada por medio de hidrogenación, procesos cáusticos y por aditivos químicos, el producto final es aún diferente en su estructura molecular al refinado en forma directa, llevando esto a problemas de estabilidad del combustible y de rendimiento de las aeronaves.

Los adelantos comerciales en el escenario mundial de los combustibles en tiempos de paz pueden alterar las premisas estratégicas de la planificación militar para el abastecimiento de combustible durante la guerra. Las Fuerzas Armadas deben ajustarse a los cambios del mercado de combustibles como cualquier cliente, incluso cuando ellos tienen un impacto adverso a su política de abastecimiento de combustible. Aun así, las características únicas del combustible especificado por las Fuerzas Armadas ha requerido a menudo un compromiso entre extremos, de que el diseño de equipos y objetivos de rendimiento dicten las especificaciones de los combustibles, o permitir que las consideraciones sobre los combustibles a usar determinen el curso del desarrollo de armas convencionales y su uso. A la fecha, la industria privada ha tomado el reto, pero en acopios de guerra, en el volumen del consumo militar y requerimientos logísticas, podría ser difícil para la industria satisfacerlas, debido a un mercado deteriorado y/o a la destrucción de capacidades industriales claves. Por ello, en guerra, el líder político de una nación debe tomar en cuenta, por adelantado, esta vulnerabilidad del abastecimiento de combustibles para sus Fuerzas Armadas.

**ESPECIFICACIONES MILITARES
PARA LAS PRINCIPALES PROPIEDADES DE LOS COMBUSTIBLES**

Propiedad	Consideraciones militares	Descripción técnica
Punto de inflamación (flash point)	La más baja temperatura a la cual la mezcla aire y vapor de combustible se inflamará cuando sea expuesta a una llama; es un indicador de la volatilidad y contaminación del combustible.	Un alto punto de inflamación es más seguro y más estable para el manejo del combustible, su almacenamiento y vulnerabilidad en el combate, debido a choques y perforaciones al estanque por armas de bajo calibre. La seguridad con respecto al combustible almacenado a bordo de buques también debe considerarse.
Punto de congelamiento (Freeze point)	Es la más baja temperatura a la cual desaparecen todos los cristales de hidrocarburos cuando el combustible es calentado, después de haberlo enfriado al punto donde se cristaliza el combustible.	Un bajo punto de congelamiento previene que los sistemas de combustible no se obstruyan por hielo o cristales de combustible. Los aviones militares están generalmente expuestos a temperaturas más bajas que los aviones comerciales, debido a los climas extremos y a las grandes alturas donde vuelan. Un bajo punto de congelación se necesita para las partidas en frío en climas helados, de noche o cuando se está expuesto a elementos adversos como faenas de combustible en aguas heladas del mar. Para reducir el punto de congelamiento, producto de la contaminación de agua en el combustible, pueden usarse inhibidores de formación de hielo.
Punto de escurrimiento (Pour point)	Es la más baja temperatura a la cual se observa escurrimiento del combustible en condiciones de laboratorio.	Un bajo punto de escurrimiento es necesario para asegurar un alto nivel de fluidez requerido por máquinas bastante complejas. Critico para filtros, separadores y líneas de combustible en turbinas a gas y máquinas diesel. El punto de escurrimiento de un combustible no necesariamente indica que el combustible pueda ser manejado satisfactoriamente para usos militares a esas temperaturas.

Propiedad	Consideraciones militares	Descripción técnica
Punto de enturbiamiento (Cloud point)	La temperatura en que cristales de parafínicos en suspensión aparecen en el combustible, causando que se torne turbio.	<p>La precipitación de parafina sólida (ceras) puede obstruir filtros y líneas de combustible, particularmente en turbinas a gas y motores diesel.</p> <p>El punto de enturbiamiento es normalmente un factor limitante para la operatividad a bajas temperaturas de los combustibles diesel ocupados en fuerzas militares terrestres.</p>
Propiedades de humo	El nivel de emisión de humo durante la combustión.	<p>El humo de escape es fundamentalmente un problema de diseño y operación de la maquinaria, pero los aditivos del combustible pueden afectar a la densidad de los humos emitidos. Combustibles de bajos índices de humo eliminan emisiones visibles y reducen la oportunidad de ser detectados por aviones, tanque y buques. Sin embargo, algunos tanques están equipados con sistemas de gases de escape que pueden producir humo, vaporizando el combustible diesel para efectos tácticos.</p>
Viscosidad (Viscosity)	La medida de la resistencia de un líquido a fluir. Es el mayor determinante en la forma de la atomización del combustible. Baja viscosidad significa alta fluibilidad, pero puede resultar una combustión poco pareja, reduciendo el poder de salida de la máquina y economía del combustible menor, ya que entra a la cámara de combustión muy atomizado y falla en penetrar suficientemente a la cámara. Una alta viscosidad puede llevar a una combustión pobre, debido a una mala atomización al entrar a la cámara de combustión, a la que entra como un chorro.	<p>Se necesita una baja viscosidad para asegurar un apropiado flujo en faenas de combustible a bajas temperaturas, por mangueras o cañerías delgadas. Es importante para las bombas de combustible de las calderas, quemadores de las mismas y también en los inyectores de los motores diesel y turbinas a gas.</p>

Propiedad	Consideraciones militares	Descripción técnica
Conductividad	Medida de conductividad de la carga eléctrica, en el combustible.	El aditivo antiestático es usado por algunas naciones con el propósito de disipar la carga estática del combustible, la que se produce por el movimiento del mismo. La carga eléctrica puede derivar en la inflamación de mezclas de aire/combustibles. Esto es particularmente importante para los combustibles Jet, cuya pureza, alta velocidad de bombeo y movimientos a través de microfiltros pueden causar cargas estáticas en el fluido.
Antioxidación	Medida de la habilidad del combustible, con o sin inhibidores químicos, para resistir la formación de gomas a través del tiempo y para mantener estable su composición química.	Las propiedades de oxidación son una muy importante especificación de estabilidad del combustible militar. Muchos acopios de combustibles militares, particularmente reservas para la guerra, no son rutinariamente rotadas sino mantenidas inmóviles por largos periodos (a veces años), y de ahí, corriendo el riesgo de que se degrade. Adicionalmente dondequiera que abastecimientos comerciales sean distribuidos en estanques o tambores, los combustibles almacenados para necesidades militares en ellos se deterioran más rápidamente, ya que los tambores tienen más porcentaje de combustible en contacto con la superficie del contenedor, que los estanques mayores.

