

# EL BUQUE: ¿UNA TECNOLOGIA ESTANCADA?

*Carlos Rivas Mora*  
Capitán de Fragata  
*Jorge Bosaans Vivanco*  
Capitán de Fragata

Resulta muy comprensible que para la mayoría de las personas la ingeniería naval o la industria naval muestren un aparente estancamiento en su desarrollo en los últimos años, vista a través de lo que, en justicia, es el sujeto de estas disciplinas: El buque.

En efecto, aun con una perspectiva de tiempo mucho más amplia resulta razonable argumentar que los buques no han variado grandemente en sus configuraciones, apariencias y rendimientos. Este hecho nos resulta mucho más evidente dado que nuestra experiencia diaria nos muestra un mundo donde todo cambia y progresa en forma espectacular: los automóviles que conocimos desde niños ni se asemejan a los de hoy, sin hablar de sus capacidades y rendimientos; el desarrollo de la aviación, en sus ochenta años de vida, ya ha llevado al hombre a la luna, y a sus instrumentos a explorar el universo. El factor común de progreso que todos los campos ofrecen es la velocidad, y resulta natural esperar que cualquier elemento que progresa lo haga en esos términos: mayor velocidad. No es el caso del buque. Desde los fenicios hasta hoy, las velocidades corrientes de los buques no han variado sino por un factor de 2 ó 3, lo que resulta en extremo modesto tomado como progreso según los estándares del mundo actual. Del mismo modo, las apariencias de los buques, sean éstos de guerra o mercantes,

tampoco han variado grandemente para quien no está relacionado con el ramo.

No obstante, no podemos esperar que el buque y todas las ciencias y técnicas asociadas hayan podido mantenerse al margen de los progresos vertiginosos del mundo de hoy. No ha sido así, y no podría ser. Toda la tecnología actual se encuentra aplicada a los buques, y, naturalmente, éstos están siendo objeto de espectaculares progresos, como todo el mundo en que vivimos. Así, vemos cómo la computación y el control digital intervienen en todos los procesos que se verifican en el buque; las comunicaciones y la electrónica sitúan los buques por satélite con gran rapidez y precisión; el uso de contenedores ha hecho el manejo de las cargas más expedito, más seguro y más barato, para sólo mencionar tres campos. En fin, todo el buque es un completísimo muestrario de progresos técnicos, pero se sigue desplazando a 18 nudos (33 Km/h). No resulta fácil de aceptar, pero así es; la casi totalidad de los buques mercantes navegan a velocidades que varían entre los 14 y 19 nudos, y los buques de guerra, aunque dotados con capacidades especiales, la mayor parte del tiempo se desplazan a velocidades similares.

La explicación es muy simple, las leyes físicas que rigen el desplazamiento de un buque en el agua imponen limitaciones muy costosas o difíciles de superar. Tales leyes, provenientes principalmente de la

hidrodinámica, señalan que la potencia requerida en un buque varía aproximadamente con la tercera potencia de la velocidad que queremos imprimir a la nave, como producto combinado de las diversas resistencias al movimiento que el buque debe superar. Un ejemplo puede ilustrar lo anterior. Un destructor de 2.500 toneladas de desplazamiento demanda una potencia propulsiva de 15.000 HP para navegar a 18 nudos, y si el mismo buque debe navegar a 34 nudos empleará 60.000 HP. Por otra parte, un petrolero que desplaza 25.000 toneladas, vale decir, 10 veces el desplazamiento del destructor, requiere sólo de 10.000 HP para desarrollar su velocidad de crucero de 16 nudos.

De este modo puede comprenderse que son razones de índole económica y práctica las que determinan este aparente estancamiento del desarrollo naval, que en realidad no es tal. Aparte de la muy diversa y extensa aplicación de nuevas tecnologías en el interior del buque, que el presente trabajo no pretende cubrir, en el plano exclusivo del buque-casco, o plataforma, hay notables progresos ya adoptados o en vías de adoptarse. Hablar de ellos en términos tan generales como "buque" es en extremo difícil, de modo que para fines de orden intentaremos una subdivisión arbitraria: buques de guerra y mercantes. No será considerada, en este caso, la tecnología de buques especiales y de sistemas costafuera, los que en sí constituyen un tema para ser tratado independientemente.

## BUQUES DE GUERRA

En los buques de tamaño medio y mayor, los progresos más notables se hallan más en las maquinarias empleadas que en sus cascos y elementos exteriores. Sin embargo, se debe mencionar el ya generalizado empleo de hélices de paso variable, estabilizadores y, últimamente, la proa en forma de bulbo, usada hasta hace poco exclusivamente en buques mercantes, pero que la urgente necesidad de economizar combustible ha hecho atractiva para ciertos diseños de buques de guerra.

El campo de los buques pequeños y rápidos es el que muestra mayores nove-

dades de diseños, y esto por algunas razones fáciles de identificar. En primer lugar, existe una tendencia de amplia aceptación orientada a "achicar" el buque de guerra, buscando con ello una mayor efectividad en el uso de los recursos financieros de defensa, por la vía de las notables reducciones de costo operacionales que estos buques ofrecen y mediante la diversificación del número de plataformas, desconcentrando el costoso armamento en varios buques. En segundo lugar, diversos nuevos diseños de cascos y de medios propulsores sólo son aplicables a embarcaciones de muy reducido desplazamiento. A continuación se describen brevemente los ejemplos más notables en este campo.

## Aerodeslizador y buque de efecto de superficie

Tal vez el aerodeslizador (*hovercraft*) es una de las más conocidas formas de embarcación no convencional. Existe desde hace ya más de 20 años, y tiene diversos usos comerciales y militares. Consiste en separar completamente la embarcación del agua mediante la creación de un colchón de aire que lo sustenta, y luego impulsarla con hélices aéreas.

Inglaterra es el país que más ha desarrollado el aerodeslizador, y es también el que más usos le ha dado. La diversificación de su uso se prevé limitada por las dificultades que presentan los diseños de tonelaje medio y mayor, que requieren muy altas potencias para mantener el colchón de aire.

Estados Unidos, por su parte, planea tener en 1991 un total de 66 lanchas de desembarco con colchón de aire, ingenio que ha sido llamado "el mayor avance en la guerra anfibia desde la Segunda Guerra Mundial y la primera mejora significativa en el diseño de lanchas de desembarco desde la década del 30". Estas embarcaciones tendrán una eslora de 27 metros, 15 de manga y 60 toneladas de capacidad de carga, y desarrollarán 30 nudos.

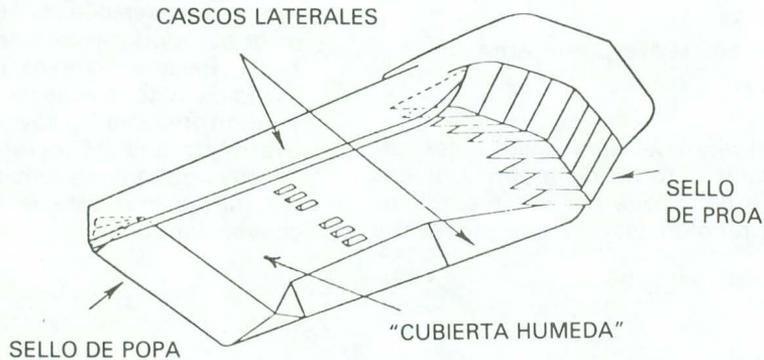
Una variedad actual del aerodeslizador lo constituyen los llamados Buques de Efecto de Superficie (*Surface Effects Ship, SES*) que han reemplazado las faldas flexibles del aerodeslizador por rígidos cascos

laterales que permanecen semisumergidos y que tienen una propulsión no aérea sino convencional, con hélice marina. Esta configuración ofrece una atractiva eficiencia propulsiva, con consumos de combustible moderados.

Hasta 1984 existía un atractivo proyecto de un buque de efecto de superficie de

3.000 toneladas para la Armada de Estados Unidos, que fue cancelado por razones presupuestarias.

En la actualidad, el Servicio de Guardacostas de dicho país se encuentra probando un buque de 200 toneladas de desplazamiento, que es el más grande construido hasta la fecha.



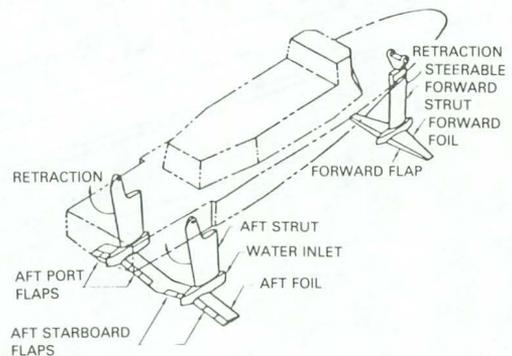
ESQUEMA DEL AERODESLIZADOR

**El hidroala**

El objetivo del hidroala (*hydrofoil*) es también levantar el buque con el objeto de eliminar el roce de la obra viva con el agua y así lograr altas velocidades. Esto se consigue instalando dos alerones (uno a proa y otro a popa) que soportan el peso del buque mediante mástiles retráctiles. Estos alerones, provistos de flaps, cumplen la misma función que las alas de un avión, logrando una fuerza de sustentación adicional durante la navegación.

Cerca de un tercio del empuje dinámico del buque es soportado por el alerón retráctil de proa en forma de "T" invertida. A popa se instala un alerón retráctil en forma de "W", con dos mástiles de apoyo, que aporta mejores características de estabilidad y maniobrabilidad.

La propulsión se efectúa con motores diesel cuando el buque navega apoyado en su casco, y con turbina a gas cuando lo hace con los alerones. En ambas formas, en



ESQUEMA DEL HIDROALA

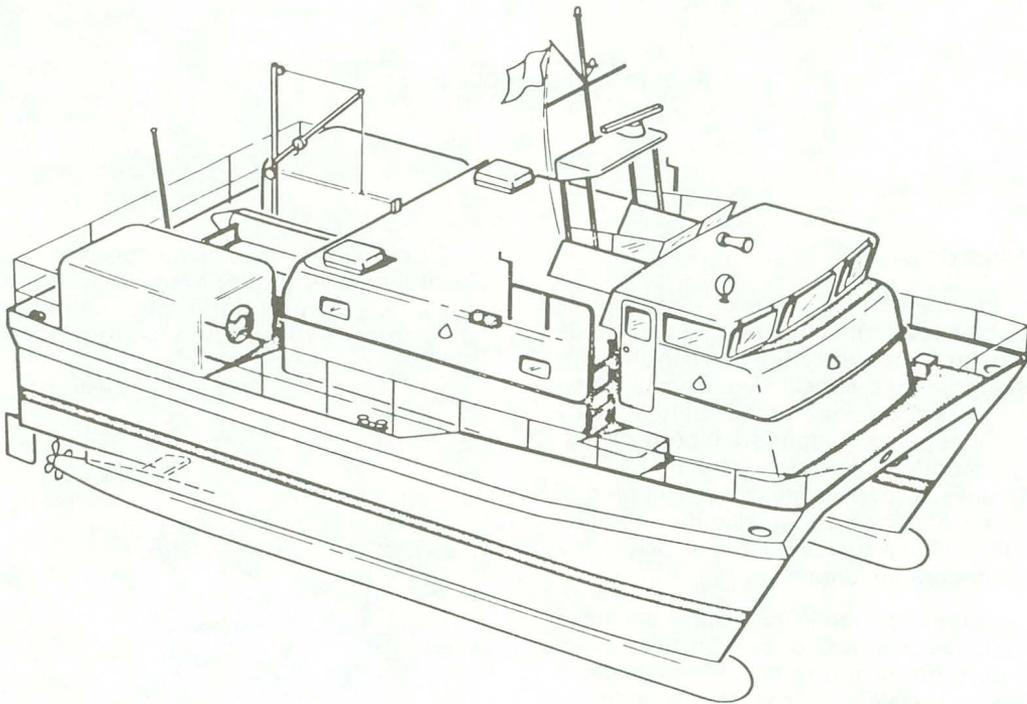
lugar de hélices convencionales, las máquinas accionan una bomba que produce un *jet* de agua o chorro. A bajas velocidades, el sistema de *jet* de agua es ligeramente menos eficiente que las hélices convencionales, pero tienen menor costo, mayor simplicidad, fácil mantenimiento y baja vulnerabilidad al daño. Puede alcanzar velocidades superiores a 50 nudos y posee excelentes características de maniobrabilidad y estabilidad, lo que lo convierte en una excelente plataforma misilera.

### Swath (small waterplane area twin hulls)

Este diseño consiste en instalar dos cascos laterales en forma de torpedos, unidos a la base del buque por sus respectivos mástiles o columnas, los que proveen la

boyantez necesaria para mantener el casco del buque fuera del agua, disminuyendo en gran medida la resistencia por roce, que es la gran limitante de velocidad. De este modo se obtiene la principal característica de este tipo de embarcación, que es de una reducida potencia para una velocidad dada.

La segunda ventaja del *Swath* es su notable maniobrabilidad y condiciones marineras, que lo hacen muy apto como plataforma para operar helicópteros, con mejores condiciones que las que puede ofrecer un buque monocasco, hidroala o aerodeslizador. Existen diversos prototipos en el rango de 50 toneladas de desplazamiento, y se han presentado proyectos para buques *Swath* de hasta 935 toneladas (Vosper Thornycroft) que, se señala, ofrecerían una plataforma más estable que una fragata convencional.



ESQUEMA DE UN PATRULLERO SWATH DE 48 TONELADAS

### Propulsión electromagnética superconductor

Un grupo de investigación de la Universidad de Kobe, Japón, ha desarrollado un modelo de buque sin hélice, propulsado en base al empuje producido por un electromagneto superconductor. Las pruebas de tanque de los modelos han demostrado que el diseño funciona, y se planea construir un buque de 10.000 toneladas que alcance velocidades cercanas a los 100 nudos.

El diseño consiste esencialmente en un electromagneto superconductor dispuesto a lo largo de un túnel de agua de mar dentro del casco, de proa o popa. Se instala electrodos positivos y negativos en el agua y se hace pasar corriente eléctrica, produciéndose una reacción de acuerdo a la ley de la mano izquierda, de Fleming, que empuja el agua hacia popa, tirando el buque hacia proa. La superconductividad se obtiene cuando algunos metales son enfriados (con helio líquido) a tal punto que su resistencia eléctrica disminuye prácticamente a cero; por tanto, no se pierde energía al transmitir la corriente.

### BUQUES MERCANTES

En el diseño de buques mercantes, en cuanto a casco, el desarrollo técnico de los últimos años se ha concentrado en lo económico: mayor eficiencia propulsiva y menores costos de capital. Existen numerosos y novedosos elementos y medios que están siendo empleados, y otros por adoptarse en el futuro. La velocidad, salvo en algunas aplicaciones muy específicas, no ha visto progresos categóricos debido, como ya se explicó, al enorme "costo" en potencia que cada nudo extra significa, que no retorna los dividendos deseados por la variación de precio de un transporte más rápido de la carga.

### Proa en forma de bulbo

Esta innovación consiste en agregar una protuberancia en forma de bulbo en la

proa, bajo la línea de agua del buque, con el objeto de disminuir la resistencia por formación de olas. Puede aumentar la velocidad del buque en un 5 a 7% para la misma potencia de propulsión.

### Superestructuras exteriores

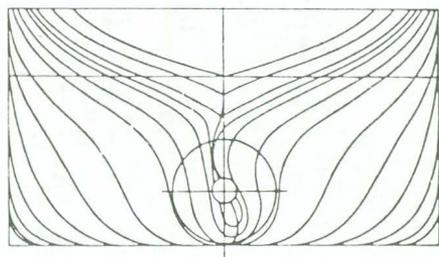
Hasta hace pocos años todos los buques presentaban gran número de superficies curvas en sus estructuras a la vista, buscando la menor resistencia al viento, mayor resistencia estructural y, tal vez, una más estética y armoniosa línea. Hoy, en cambio, es notable ver como los nuevos buques casi no tienen superficies curvas, que han sido reemplazadas por superficies planas con aristas agudas. Aquí, la motivación es el menor costo de construcción contra una posible mayor resistencia al viento.

### Popa desplazada

Otro original diseño, también orientado al ahorro de energía, es desviar de la línea de crujía el extremo de popa donde va montada la hélice, para mejorar el flujo de agua hacia el propulsor.

Se espera que con esta nueva forma de popa se obtengan ahorros en consumo de combustibles de hasta un 11%.

Este diseño ya se ha implementado en dos buques contenedores; los resultados de las pruebas en la mar indican que las expectativas eran razonables, y ahora se predice que la popa desplazada podría llegar a ser tan común como los bulbos en la proa.



SECCIONES DE POPA ASIMETRICA



mismo eje, pero que gira libre. Usa un efecto "turboprop" para producir ahorros en consumo de combustible, que fluctúan entre 5% y 13%.

La teoría de la hélice libre es la siguiente: los vehículos terrestres tienen contacto con una base sólida (el camino o los rieles), sobre la cual aplican la energía para que la fuerza de reacción produzca el movimiento hacia adelante, sin una pérdida apreciable de energía hacia el suelo. En el caso de un buque, sin embargo, la fuerza propulsora

sólo se puede lograr acelerando una masa de agua hacia popa. Esta masa de agua contiene, por tanto, energía cinética que se pierde. El diseño de la hélice libre busca aprovechar esta energía perdida.

El diámetro de la hélice libre es, aproximadamente, un 20% más grande que la hélice propulsora. El área interna de las palas de la hélice libre funciona como turbina que absorbe la energía del chorro del propulsor, que de otra forma se perdería. Esta energía se convierte, en el área externa de la hélice libre, en empuje adicional.

#### BIBLIOGRAFIA

- BLUNDEN, ALAN: "Production of air-cushion landing craft (LCAC) begins for U.S. Navy", *Combat Craft*, Vol. 1 N° 3, May 1983.
- CHUN, STEPHEN et al: "Retrofitting of bulbous bows on U.S. Navy auxiliary and amphibious warships", *Naval Engineers Journal*, Vol. 96 N° 6, Nov. 1984.
- WARREN, NIGEL: "The case for SWATH type offshore patrol vessels", *Combat Craft*, Vol. 1 N° 6, Nov. 1983.
- "Boeing hands over sixth hydrofoil to U.S. Navy's PHM Squadron", *Combat Craft*, Vol. 1 N° 1, Jan. 1983.
- "Superconducting electromagnetic propulsion", *The Naval Architect*, Nov. 1983.
- "Vane wheel auxiliary 'turboprop' offers big fuel savings", *Marine Engineering/Log*, Vol. 89 N° 7, July 1984.
- "Humboldt Express: Containership with twist in the tail", *Marine Engineering/Log*, Vol. 89 N° 10, Sept. 1984.