

Presente y Futuro de los Buques con Propulsión Nuclear

Por

Carlos QUINONES López
Capitán de Fragata (I.C/N.)
Armada de Chile

“Los buques con propulsión nuclear nunca llegarán a ser comercialmente convenientes.

Sólo mediante una gran ayuda gubernamental podrían desarrollarse los buques comerciales con propulsión nuclear a un grado que fuera atrayente para los armadores.

Dentro de las dos décadas siguientes, todos los buques mercantes de alta velocidad y alto rendimiento tendrán propulsión nuclear. Esto es inevitable”.

Para el mundo marítimo, estas declaraciones efectuadas por destacados directivos resumen el dilema actual de la Marina Mercante en lo que respecta al empleo de la propulsión nuclear. El tema se presta siempre a controversias. Al mirar hacia el pasado, el intercambio de

argumentos y el acaloramiento de las discusiones lucen similares a aquellas que se mantuvieron por largo tiempo entre la propulsión a vela y la propulsión a vapor, o los cascos de acero versus los cascos de madera.

En base a cuidadosos análisis técnicos y de costos, algunos operadores de buques están convencidos que los reactores nucleares proporcionarán la energía a las turbinas a gas y a vapor que propulsarán los buques en las décadas de 1970 y 80. Usando los mismos datos, otros analistas están en desacuerdo con esto. Aún más, uno ha declarado sarcásticamente que “sería más barato quemar billetes de a dólar en los fogones de un buque de propulsión convencional que construir y operar un buque nuclear”.

El optimismo y fe en la propulsión nuclear como también el pesimismo innato tienen mucho que ver en su evaluación. Obviamente, mucha gente ha leído acerca de la operación exitosa del "Savannah" en los viajes comerciales a los puertos del norte de Europa, del Mediterráneo y del Asia sudoriental. Después de navegar más de 300.000 millas en menos de 5 años a 21 nudos, el reactor quemó 75 lbs. de combustible nuclear, una cantidad que apenas alcanzaría a llenar una bolsita de 5 kgs. de azúcar.

La amplia propaganda de los logros del "Savannah" ha fomentado el optimismo con respecto a los buques de propulsión nuclear entre legos y técnicos, incluyendo la idea que "los buques del futuro serán de propulsión nuclear".

Pero los expertos en la materia, a diferencia de los legos, hacen distinción entre la factibilidad técnica demostrada por el "Savannah" y la practicabilidad comercial.

Algunos técnicos y armadores tienen confianza que después de construir una segunda flota de mercantes nucleares, una tercera generación de este tipo de buques será capaz de producir beneficios dentro de una década. Mientras tanto, este nuevo sistema de propulsión debe luchar en contra de las económicamente probadas plantas propulsoras de vapor y diesel, más el creciente empleo actual de las turbinas a gas. Con la poca ayuda gubernamental esperada, deben considerar la propulsión nuclear como un lujo que no pueden permitirse. Citan los costos de construcción de buques nucleares, que son un 30 ó 50% mayores comparados con los buques de propulsión convencional con la misma potencia y capacidad de carga. Aún cuando el costo inicial se ha usado como medida común de comparación, ésta no es correcta.

El costo inicial es sólo una parte de la utilización de la energía nuclear. Un ejemplo lo constituyen las plantas nucleares terrestres de generación de energía eléctrica, que hace algunos años eran sólo una cara experimentación de física nuclear. En la actualidad tanto en los EE.UU. como en Europa existe una tendencia continua y fuerte a extender su uso por muchas razones, incluyendo entre otras la eliminación de la contamina-

ción atmosférica y la liberación del uso de combustibles fósiles cuyas reservas pueden estar severamente agotadas dentro de algunas décadas.

La transformación del campo de generación de poder nuclear en una realidad comercial ha hecho reflexionar a un armador británico: "Nuestras creencias acerca de los costos de un buque nuclear tienden a anquilosarse con datos antiguos. Los buques nucleares concebidos en la actualidad ya estarán obsoletos en el momento de su lanzamiento. Continuamente están apareciendo innovaciones, muchas de las cuales darán como resultado una tendencia a largo plazo de bajar los costos de operación y construcción de reactores nucleares".

Desde el día que se inició la construcción del "Savannah" hasta la entrega a sus operadores se gastó un total de US\$ 55 millones por parte de la Administración Marítima norteamericana y la Comisión de Energía Atómica y transcurrieron 4 años. Pero no se esperaba que el "Savannah" fuese un buque barato, ya que es el primero de su clase, su reactor nuclear fue diseñado con gran conservantismo, y, además, fue construido como pieza de demostración, no como buque de trabajo".

Pero la razón de ser del "Savannah" no se limita a hacer demostraciones. Durante sus viajes de prueba y sus viajes más recientes como buque de carga integrado dentro de una flota comercial establecida, ha sido un medio para establecer normas de aceptación en los puertos comerciales del mundo y ha servido como un laboratorio de trabajo para el perfeccionamiento de la tecnología necesaria antes de que se pueda construir una segunda generación de buques.

El "Savannah" fue construido en 1962 como un buque de carga y pasajeros. Tiene 553 pies de eslora, 78 pies de manga y 29,5 pies de calado a toda carga. Su capacidad es de 9.830 toneladas deadweight. Su reactor de agua presurizada puede producir 74 megawatts de poder térmico. La planta propulsora, una turbina a vapor ubicada en la cuaderna maestra, produce normalmente 22.000 HP. dándole una velocidad de crucero de 21 nudos.

La disposición de sus bodegas es buena, pero sus mástiles y plumas limitan las cargas que pueda levantar y la facilidad con la que se puede colocar la carga en los costados. Además, su tripulación de 70 hombres es casi el doble de la que se necesita en un carguero bien diseñado. Se espera superar estos obstáculos para una operación más económica en los futuros buques, como resultado directo de la experiencia ganada en el "Savannah".

La extensa área de distribución del equipo de la planta propulsora ha dado como resultado una mayor mano de obra en el departamento de máquinas, y el requerimiento de la Comisión de Energía Atómica de que el buque sea retirado del muelle en caso de accidentes ha dado como resultado un número superior de oficiales de cubierta que aseguren que el buque sea retirado a tiempo. Se incluyen técnicos sanitarios en la tripulación para controlar las características nucleares ambientales, y se necesitan técnicos especialmente entrenados para mantener en buenas condiciones los instrumentos y equipos electrónicos. Por supuesto, el personal de cámaras debe ser mayor para atender a estos hombres adicionales.

Esperamos que las futuras generaciones de buques nucleares sean económicamente competitivos con los buques convencionales. Operarán a mayores velocidades, 30 nudos o más, en rutas de larga distancia con un mínimo de tiempo en puerto. Con diseños adecuados de buques y plantas propulsoras (diseños actualmente disponibles para su uso), con automatización sofisticada y eficientes dispositivos para el manejo de la carga, y con requerimientos de seguro y regulación mejorados y menos restrictivos, los buques mercantes nucleares del futuro servirán un incrementado comercio internacional. Los altos costos de capital e ingeniería del primero de su clase deben extenderse a una cantidad de buques construidos con el mismo diseño.

El verano pasado, AEIL anunció un plan para construir tres buques de propulsión nuclear de 70.000 HP. que podrían llevar hasta 1.500 containers a 30 nudos desde la costa oriental de EE.UU. al Lejano Oriente.

El plan, una revisión de las anteriores proposiciones, fue bien recibido por la Comisión de Energía Atómica y la Administración Marítima. Se estima que los costos de construcción de los tres buques propuestos sería de US\$ 34,2 a US\$ 44 millones cada uno. Así, los costos totales podrían variar de US\$ 102,6 a US\$ 132 millones. Los buques de la misma capacidad de carga, a petróleo, costarían de US\$ 23,4 a US\$ 26 millones cada uno. AEIL ha acordado poner US\$ 30 millones para los costos de construcción total para los tres buques nucleares, pero el Gobierno no ha actuado para proporcionar los fondos restantes, dejando en el aire la proposición del AEIL.

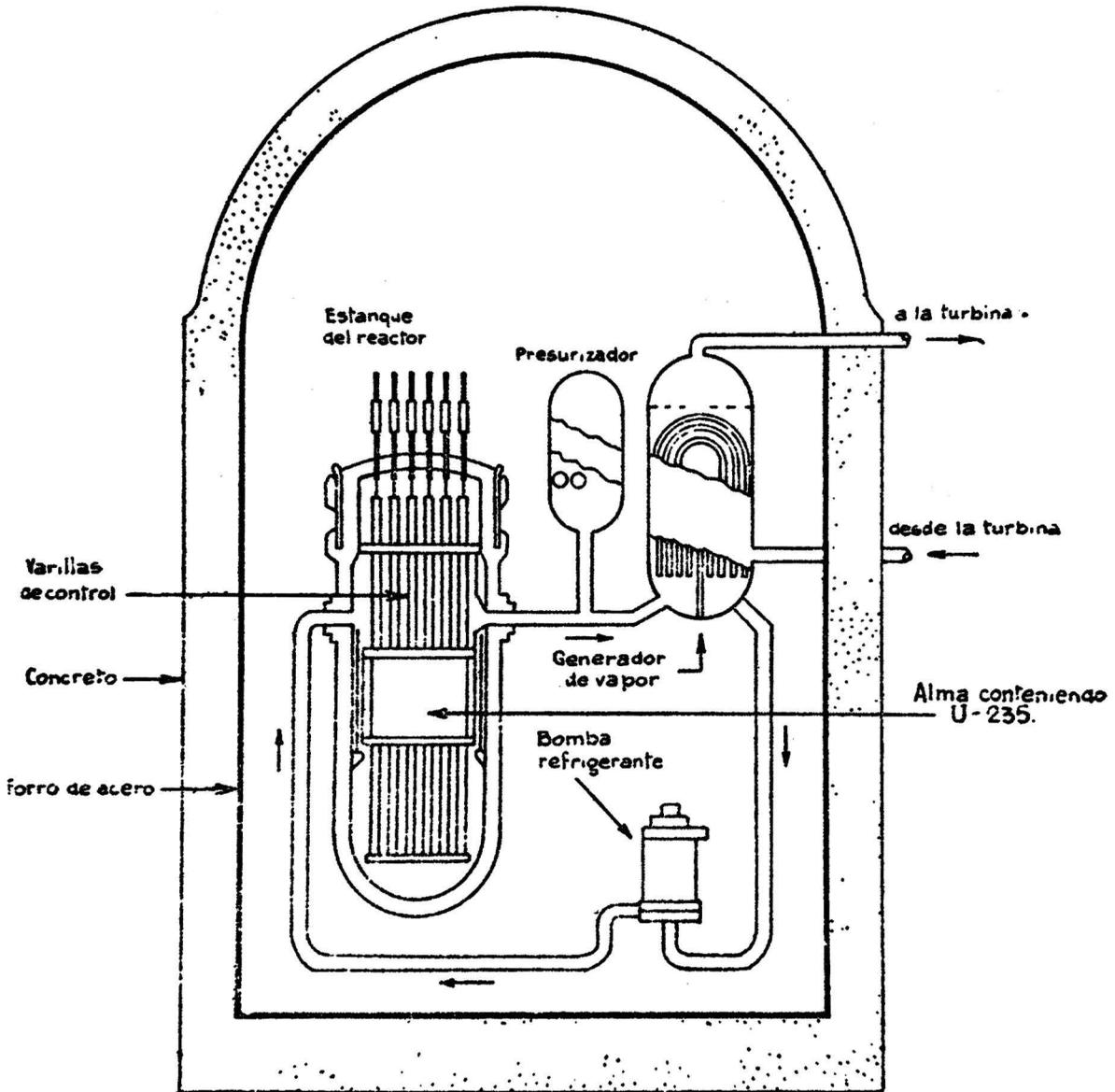
Varios estudios auspiciados por el Gobierno de los EE.UU. tienden a corroborar la creencia de que una tercera generación de buques nucleares será económicamente posible. Estos informes combinan las realidades de los negocios con las posibilidades para la tecnología nuclear. Por ejemplo, un estudio hecho en 1966, por la Corporación NUS, titulado "La Economía del Combustible Nuclear en las Aplicaciones Marítimas", intenta responder algunas de las preguntas más importantes hechas por los armadores. Un resumen de este estudio incluye estas conclusiones:

El primero de una serie de unidades nucleares de reactores marinos de 70.000 — 80.000 HP. producirá energía de un costo de 0,21 centavos de dólar por HP-hora si las tasas de interés son 4,75 % y el factor de utilización es 70 %.

Se espera reducir los costos de energía en las unidades subsecuentes: 0,18 a 0,19 centavos de dólar por HP-hora en la segunda unidad instalada y 0,15 a 0,16 centavos de dólar por HP-hora en la tercera, basado en el 4,75 % de interés y un 70 % de factor de utilización.

La economía de la energía nuclear marítima depende mucho de los requerimientos de capital de trabajo, siendo su dependencia de aproximadamente 0,005 centavos de dólar por HP-hora por cambio de 1 % de la tasa de interés.

La segunda influencia más importante en los costos de energía es la utilización. Las tasas de interés y los requerimientos



En un reactor de agua presurizada, el alma de combustible de uranio se encuentra rodeado por agua químicamente pura, que está bajo una presión de 2.000 libras por pulgada cuadrada para evitar que hierva. El calor que es generado por el proceso de fisión —división de los átomos producido por el bombardeo de neutrones— es absorbido por esta agua que se hace circular por un circuito cerrado, y entrega a su vez su calor a otro circuito. El agua de la otra fuente se evapora y su vapor es el que impulsa las turbinas. Se usan barras de boro-acero para controlar la reacción nuclear mediante la absorción de cualquier exceso de neutrones, pudiendo en un caso dado estas barras detener por completo la reacción.

de utilización determinarán en conjunto la posición competitiva de la propulsión nuclear versus la convencional.

Aun cuando las premisas mencionadas en el informe permanecen válidas, no ocurre lo mismo con las cifras. Primero, las tasas de interés están ahora al 7%. Segundo, una inspección de la Comisión de Energía Atómica a los fabricantes de reactores nucleares revela que los costos han aumentado del 20% al 30% desde 1965. Además, los fabricantes mayores concuerdan en que ellos se interesarían en producir reactores pequeños para buques mercantes sólo "si el mercado se desarrolla" y esto requeriría una ayuda sustancial de parte del Gobierno.

Las estimaciones de costo de la Comisión de Energía Atómica son las siguientes:

Con un brillante casco blanco de 563,5 pies de eslora, el "Otto Hahn" desplaza 25.900 tns.; su manga es de 76,8 pies, su puntal de 47,6 pies y su calado de 30,2 pies. El vapor de generación nuclear acciona la turbina de 10.000 HP dando como resultado una velocidad de cruce-ro de 15,7 nudos.

Llamado así, por el científico alemán ganador del Premio Nóbel que fisiónó el átomo de uranio en 1938, el "Otto Hahn" fue construido para la Corporación para la Utilización de Energía Atómica para la Construcción y Operación de Buques (GKSS) en Hamburgo.

Al igual que el "Savannah", pero con mejoras, el "Otto Hahn" será impulsado por un reactor de agua a presión, alimentado con uranio 235 ligeramente enriquecido.

PRIMERA PLANTA

Poder	75.000 HP	100.000 HP
1965	US\$ 18 millones	US\$ 21 millones
1968	US\$ 26 millones	US\$ 26 millones

SEGUNDA Y TERCERA PLANTA

Poder	75.000 HP	100.000 HP
1965	US\$ 14,5 millones	US\$ 16,5 millones
1968	US\$ 18 millones	US\$ 22 millones

EL BUQUE ALEMAN

Mientras vuelan los proyectiles verbales en pro y en contra del poder atómico comercialmente práctico, el segundo mercante nuclear del mundo ha iniciado las pruebas de sus reactores. El "Otto Hahn" es el primer vehículo de Alemania occidental que entra en la era atómica. Un buque de 15.000 tns. deadweight más pequeño y lento que el "Savannah", pero con un reactor nuclear más avanzado, fue concebido como prototipo para entrenar un grupo de marinos en la operación de un buque nuclear y al mismo tiempo compensar algo de su costo inicial de US\$ 13,8 millones transportando hierro desde Narvik (Noruega) a Bremen, Rotterdam y otras rutas.

Uno de los avances más importantes en el diseño del reactor incorporado en el "Otto Hahn" es la ubicación del generador de vapor dentro del mismo estanque de presión en que está encerrado el reactor. Esto reduce el peso y tamaño de la planta, eliminando cañerías, válvulas e intercambiadores de calor. El resultado neto es un aumento significativo en la eficiencia total del buque.

El reactor del buque fue construido por la Babcock & Wilcox Alemana, Oberhausen (sin relación con la B & W. de EE.UU.) e Interatom, Bensberg. Debido al interés en los cargueros nucleares, una cantidad de otras firmas internacionales han firmado convenios de intercambio de información con los constructores del sistema de propulsión del "Otto Hahn".

Aunque el "Otto Hahn" transportará carga, inicialmente una parte considerable de su tiempo de operación será dedicado a la investigación. Se ha destinado espacio para aproximadamente 50 científicos, además de la tripulación de 60 hombres, y el buque será equipado con delicados instrumentos electrónicos.

La mayoría de los experimentos medirán y definirán las reales condiciones de operación del reactor. El "Otto Hahn" debe llevar equipos de medición en el sistema primario, especialmente en el alma mientras está ocurriendo la fisión nuclear. Dos de las doce varillas de combustible contendrán instrumentos en su interior.

En las varillas hay 20 elementos sensibles al calor para la medición precisa de la temperatura (aproximadamente 2.000° C) como también cámaras de disociación para la determinación local del flujo de neutrones.

Voceros de GKSS señalan que el "Otto Hahn", aun sin sus equipos de investigación, sería muy caro para ser considerado por los armadores, aun cuando cuesta sólo una cuarta parte del costo del "Savannah". Los armadores estiman que por la mitad del precio del "Otto Hahn" podrían comprar un carguero convencional que combinara su tonelaje con el poder (22.000 HP.) y velocidad (21 nudos) del "Savannah".

GKSS explicó que la mayor parte de esta alzada suma es atribuible al costo inicial de un reactor nuclear (US\$ 16 millones para el del "Savannah" y casi US\$ 7 millones para el del "O. Hahn"). Esto se compara desventajosamente con los US\$ 500.000 del costo de una instalación de turbina con combustible fósil de 20.000 HP. GKSS espera que el costo baje, aunque será tan barata como una convencional de igual poder. Una fabricación en líneas de reactores nucleares para buques permitiría bajar los costos actuales de un 15 a un 20%, agregándose a esto otro 20 al 30% de reducción por mejoras en el diseño en los próximos 6 años.

Para esa época, dicen los ingenieros alemanes, las plantas de propulsión nuclear que entregan de 50 a 100 mil HP podrán competir con las instalaciones

convencionales. Pero éstas son adecuadas sólo para grandes buques de pasajeros (cuyo futuro se muestra incierto ante la competencia de los aviones supersónicos), o para buques container, porque en ambos casos se conjuga la necesidad de altos poderes y alta velocidad. La planta de poder nuclear de 20.000 HP para un carguero de tamaño mediano todavía costará US\$ 2,5 millones. ¿Valdrá entonces la pena?

Los expertos alemanes que trabajan en el "Otto Hahn" creen que sí. Señalan, por ejemplo, que los costos de combustible serían menores en un buque nuclear. Ellos calculan que cuesta 0,375 centavos de dólar por HP la operación de un buque de propulsión convencional y estiman que el costo para un buque nuclear será de 0,175 a 0,2 centavos de dólar por HP. Además, la capacidad de carga de un carguero nuclear no experimental sería mucho mayor que la de un buque convencional del mismo tamaño. Dentro de algunos años, se espera que el peso de una planta con un reactor presurizado de 20.000 HP sea de 600 a 800 toneladas. Esto iguala al peso de una planta de propulsión diesel, con la ventaja para la primera de que no necesita cargar 4.000 tns. de combustible fósil.

BUQUE JAPONES DE PROPULSION NUCLEAR

A fines de 1968, Japón inició la construcción de su primer buque mercante de propulsión nuclear. Combinando las funciones de buque escuela y carguero de 8.350 toneladas, el buque adiestrará a los japoneses en la operación de buques nucleares y transportará desechos radiactivos para botarlos en alta mar.

Su lanzamiento de las gradas fue realizado en junio de 1969, el viaje de pruebas sería en 1972 y su entrada en servicio en 1974. El buque será propulsado por un reactor de 36 megawatts, alimentando una turbina a vapor de 10.000 HP con aproximadamente 60 toneladas de vapor por hora. Su velocidad de cruceo será de 16,5 nudos. Con una capacidad deadweight de 2.400 toneladas, el buque tendrá 429 pies de eslora, 62,7 pies de manga y 43,5 pies de puntal.

Tendrá una tripulación de 49 hombres, más 29 científicos y técnicos. El contrato fue adjudicado a Ishikawajima-Harima Heavy Industries.

Las fuentes industriales informan que el buque costará US\$ 15,5 millones, pagando el Gobierno japonés tres cuartos y la industria un cuarto. Se cree que el Gobierno gastará US\$ 30 millones adicionales en una base en Puerto Mutsu, en la compra de combustible y en el entrenamiento de la tripulación.

Varias reparticiones fiscales del Japón están de acuerdo en la construcción, para mediados de la década de 1970, de un buque container de propulsión nuclear de 20.000 toneladas deadweight, capaz de transportar 1.000 containers a 30 nudos de velocidad.

BUQUE NUCLEAR DE LA ARMADA ITALIANA

Casi todos los armadores concuerdan en la necesidad de un apoyo del Gobierno para el desarrollo de un carguero de propulsión nuclear. Pero siempre surgen las preguntas: ¿Qué forma tomará ese apoyo? ¿Cuáles serán las obligaciones de la industria? ¿Qué beneficios obtendrá la industria?

En Italia, estas dudas han sido resueltas mediante la firma de un acuerdo cooperativo entre la Armada de Italia y la Comisión Nacional para Energía Nuclear (CNEN). Se acordó construir un buque mercante nuclear de 9.277 toneladas deadweight que será financiado, diseñado y operado por la Armada. CNEN asumirá la responsabilidad para el diseño nuclear y para conducir la investigación científica, dándose un especial énfasis a la instrumentación y monitorización del reactor.

El buque, de 20 nudos, que probablemente se llamará "Enrico Fermi" en homenaje al célebre físico italiano, operará como buque de apoyo logístico de la Armada. También ofrecerá la oportunidad de entrenar marineros civiles y de recopilar valiosa información técnica.

El buque tendrá 574 x 74 x 44 pies con un desplazamiento de 18.000 toneladas. Su turbina a vapor producirá 22.000 HP. En el diseño del buque se han contemplado acomodaciones para 350 hombres. La planta nuclear tiene por base el uso de un reactor moderadamente presurizado, refrigerado por agua. Los italianos esperan que este buque constituya la base para crear y desarrollar una flota nuclear de buques mercantes operada por civiles y de propiedad de civiles.

CONCLUSIONES

Podría parecer que la discusión acerca de la practicabilidad del buque nuclear está atada a una cadena sin fin; las conversaciones siguen y siguen, no apreciándose progreso. Sin embargo las miles de preguntas sin respuesta que existían antes del apareamiento del "Savannah" se han ido contestando a un paso lento y seguro. A los operadores del "Otto Hahn" y de los buques nucleares japonés e italiano les corresponderá la labor de continuar avanzando en el desarrollo del reactor nuclear, a partir de donde lo dejó el "Savannah".

El siguiente paso, de acuerdo a los promotores norteamericanos, es construir una segunda generación de buques nucleares de alta velocidad. Su operación proporcionará el conocimiento necesario para crear una tercera generación que sea exitosamente rentable. Los armadores de otros países tienen similares ideas.

Por lo tanto, se ve que mientras las soluciones a los problemas técnicos están a la vista, el financiamiento continúa sin solución. Las sumas que se requieren son tan grandes que toda acción tendiente a obtenerlas choca con otras prioridades de los gobiernos. Cuando a la Marina Mercante Nuclear se le asigne una muy alta importancia en los objetivos de esos países, sólo entonces podrán crearse las formidables flotas de transporte con que sueñan algunos visionarios. Mientras esto no se produzca, el mundo continuará en un compás de espera.