

## DISEÑO DE BUQUES DE GUERRA(\*)

# ¿BARATO O CARO?

*Abel Osorio Espinoza  
Capitán de Fragata*

Cuándo algo es barato o caro? Tal vez debieramos tratar de definir primeramente cuáles son los significados de "barato" y "caro". El Diccionario nos informa que "caro" tiene tres acepciones, de las cuales, para nuestros fines, elegimos la que dice "que excede mucho del valor o estimación regular". Sobre el termino "barato" seleccionamos la que lo define como "vendido o comprado a bajo precio".

Resulta bastante preciso e ilustrativo el Diccionario si nos referimos a frutas, hortalizas u otros bienes o servicios que generalmente conocemos bien y de los cuales tenemos diversas fuentes de abastecimiento; sin embargo, no queda muy clara la interpretación que se debe dar a los terminos propuestos cuando se trata de aplicarlos a sistemas de armas relativamente complejos, como, por ejemplo, una batería antiaérea con sus correspondientes equipos de control de fuego o un buque de guerra compuesto por un sin-numero de sistemas y subsistemas.

Normalmente, resulta relativamente fácil determinar si las manzanas o los rábanos que se nos ofrecen son baratos o no. Algo más complejo resulta formarse un juicio al respecto cuando se trata de un

amoblado, y francamente difícil en el caso de un automóvil.

¿Cuándo podemos decir que un buque es barato o caro?

¿Cuales son los criterios que debieramos aplicar para asignar alguna de tales calificaciones? Parece una tarea compleja —y lo es— establecer o, por lo menos, enumerar tales criterios, y lo más probable es que en cualquier intento de sistematización queden sin ser considerados algunos de ellos, más o menos importantes; sin embargo, aun con las limitaciones expuestas, es conveniente tratar de definirlos para nuestras propias circunstancias.

Como una forma de aproximación al problema resulta oportuno establecer que al adquirir un determinado objeto o sistema, lo que realmente queremos comprar no es un conjunto de materiales o subsistemas más o menos complejos y organizados, de una u otra forma. Nuestro interés está centrado en las capacidades de dicho sistema.

Similarmente, si compramos una pieza artística de porcelana, lo que realmente nos interesa adquirir es un poco de belleza lograda y fijada a la porcelana,

---

(\*) Tercera y última parte sobre el tema del epígrafe

gracias a la habilidad del artista en la ejecución de su obra.

Naturalmente, estaremos dispuestos a pagar el precio de la porcelana en su calidad de material de la obra; ello constituye una de las componentes del precio, que en este caso es más o menos directamente proporcional a la cantidad de porcelana empleada. La segunda y más importante componente del precio es la relacionada con la cantidad de belleza fijada al material. Su medición es totalmente subjetiva, y en la determinación de su mérito se produce la interacción de numerosas variables: prestigio de autor, originalidad, perfección de forma y textura, color, antigüedad, etc.

Si se pretende adquirir un buque, lo que realmente debería influir primariamente en su compra no son su desplazamiento, su aspecto exterior ni sus medidas físicas, sino sus capacidades en términos del cumplimiento de las misiones que se pretenda asignarle. Para ello, indudablemente, se deberá determinar en forma previa para qué se necesita el buque, es decir, qué problemas serán solucionados o qué necesidades quedarán satisfechas con su incorporación al servicio naval. A partir de esta definición del problema se deberán establecer las alternativas que permitan solucionarlo.

Volviendo a nuestra pregunta inicial sobre qué es barato o qué es caro, tal vez sea necesario intentar el establecimiento de una definición que incorpore factores adicionales al costo, en unidades monetarias medibles.

Creemos que no existe nada que sea barato o caro en sí, sino más bien que tal calificación depende de una especie de comparación entre el rendimiento de lo que se adquiera, en el desempeño de la función que se pretende que ejecute, y el costo que ello representa.

En otras palabras, antes de emitir un pronunciamiento sobre el valor de lo que se desea adquirir es necesario efectuar una comparación entre los beneficios de todo orden que se obtienen y el costo del

sistema que, directa o indirectamente, produce tales beneficios.

En el caso de un buque de guerra, los beneficios no son fácilmente medibles y en oportunidades ni siquiera completamente identificables.

Determinar con precisión, y comparativamente, la eficiencia de cada una de las alternativas en el cumplimiento de la misión es una tarea bastante compleja, y para la ejecución de la cual existe una diversidad de precisas técnicas, en mayor o menor grado, por lo que el resultado final está en alguna forma sujeto a las apreciaciones individuales y prejuicios del grupo designado para preparar el estudio.

Es por esta subjetividad relacionada con la determinación de la eficiencia que el presente artículo se centrará únicamente en el análisis de las consideraciones relativas a los factores medibles en unidades monetarias, es decir, a los costos.

Supondremos que las consideraciones y estudios tendientes a evaluar la eficiencia de las diferentes configuraciones de los sistemas componentes del buque han sido hechos en forma previa y que el resultado de ellos se refleja en una serie de alternativas, en términos de tipos de unidades capaces de materializar eficazmente los roles que se les asigne, que resumen características que las hacen aceptables como soluciones al problema de desarrollar el poder naval. A continuación se desarrollará un análisis de los factores cuantificables relacionados con las alternativas.

## EL CICLO DE VIDA DEL BUQUE

Cada sistema que se diseña está definido, entre otras características, por sus diversas capacidades y un período que se inicia en el momento de su adquisición, durante el cual se espera que pueda desarrollar plenamente sus capacidades de diseño y que tales capacidades resulten apropiadas y suficientes para el cumplimiento de las tareas que se

asignarán al sistema. A ese período se le conoce normalmente como Vida Útil del Sistema; durante su transcurso se requerirá de diversos insumos que se emplearán en establecer y mantener latentes las capacidades que el sistema deberá desarrollar cuando sea necesario.

En el caso de un buque de guerra, en términos ideales, todos los sistemas componentes deberán estar durante la mayor parte de su vida útil listos para entrar eficientemente en acción, lo que demandará un entrenamiento constante de la dotación y una actividad adecuada de mantención de las capacidades del material.

Entre el momento en que se decide la adquisición de un buque y la fecha en que es eliminado de la lista de unidades de la Armada, pueden distinguirse tres etapas claramente definidas, que en conjunto conforman el llamado Ciclo de Vida del Buque.

La primera etapa es su adquisición, que puede ser por construcción —en el caso de un buque nuevo— o por compra —en el caso de un buque usado; sin embargo, cualquiera sea la forma en que la unidad sea adquirida, los costos de adquisición o de inversión inicial deben producirse en dicha etapa. Formalmente, puede definirse que los costos de adquisición son aquellos en que se incurre entre el momento en que se toma la decisión de adquirir un determinado sistema o buque y el momento en que el sistema o unidad empieza a prestar servicios en la Armada.

Es apropiado hacer notar que los estudios que se preparan para reunir y procesar información para apoyar la toma de decisión, son hechos normalmente antes de la toma de la decisión, por lo que, conceptualmente, aunque tengan un cierto costo, éste no debe ser incluido en el flujo de los costos del Ciclo de Vida de las alternativas en estudio, ya que tal desembolso es previo e independiente de la toma de decisión respecto de la adquisición de una de tales alternativas.

Generalizando lo anterior, se concluye que los costos aún no incurridos son los únicos relevantes a la decisión; es decir, los costos relevantes son futuros.

Seguidamente, se inicia la segunda etapa, que es el período más largo y comprende la llamada Vida Útil Operativa de la Unidad, durante la cual, idealmente, el buque debe ser capaz de desarrollar en cualquier momento las capacidades bélicas de diseño. En términos de costo, este es el período que demanda el mayor desembolso, ya que para mantener una adecuada capacidad bélica deberá costearse el entrenamiento de la dotación.

El proceso de entrenamiento requiere combustibles, lubricantes, munición, repuestos e infinidad de otros ítemes. Durante esta etapa también debe incurrirse en gastos derivados de los períodos de reparaciones anuales, reacondicionamientos y modernizaciones a que deba ser sometido el buque.

Al respecto, los datos disponibles no son muy precisos; sin embargo, es cierto que los costos que demanda la operación de un buque suelen alcanzar varias veces el monto de la inversión inicial que debió efectuarse al momento de adquirir la unidad. De esta última consideración se desprende la necesidad de asignar las cifras de costo con la mayor precisión que sea factible al momento de efectuarse el estudio, de modo de llegar a conformar una idea clara y precisa del costo de la alternativa en estudio.

Finalmente, y coincidiendo con el término de la vida útil del buque, que normalmente puede deberse a obsolescencia táctica, técnica, logística o una mezcla de ellas, se produce la tercera etapa, en la cual el buque es dado de baja de la Armada y se procede a su venta como chatarra o, en casos muy aislados, a su transferencia a otro país. Es en este momento en que se genera, tal vez, el único beneficio medible en términos monetarios en la vida del buque.

Con el propósito de presentar algunas características específicas de los

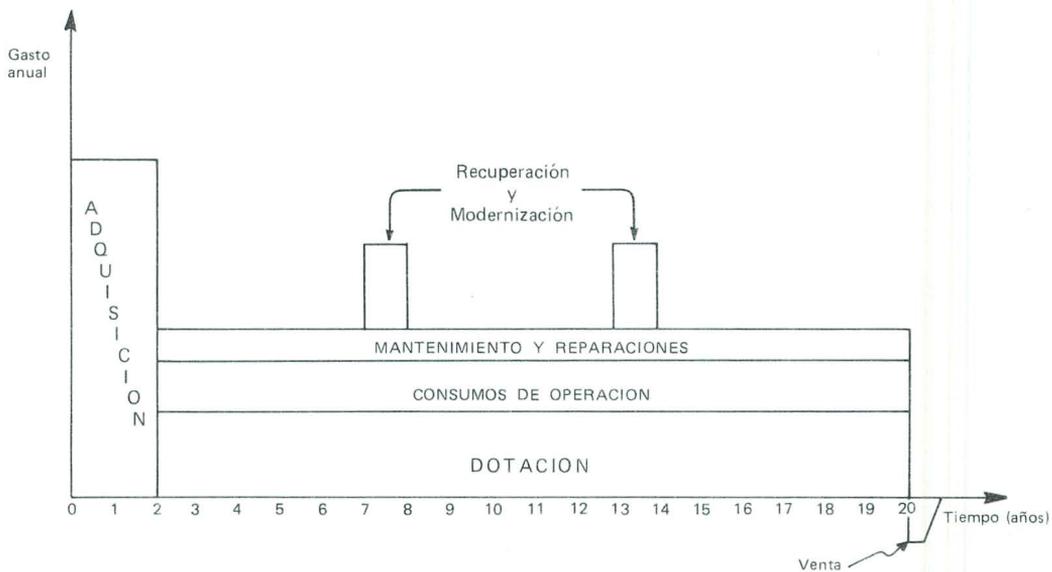
grandes grupos de costos, seguidamente se discutirán con mayor profundidad sus componentes principales.

En la figura se presenta un diagrama esquemático del Ciclo de Vida y los costos asociados para un buque que se pretende que se mantenga en servicio durante 20

años y efectúe periodos de recuperación y modernización cada 5 años. Finalmente, será vendido como chatarra.

El diagrama pretende ilustrar el tema en términos generales, por lo que no necesariamente se encuentra dibujado a escala.

### COSTOS DEL CICLO DE VIDA DEL BUQUE



#### Costos de adquisición

Son definidos, formalmente, como aquellos costos en que se incurre en el periodo comprendido entre la toma de decisión acerca de la adquisición, y el momento en que el material adquirido se encuentra en condiciones de desarrollar el potencial bélico para el que ha sido comprado.

Lo anterior implica una serie de actividades generadoras de costos: instruc-

ción inicial, entrenamiento básico, paquetes iniciales de repuestos, transporte de dotación al lugar de recepción del buque, navegación de retorno al país, gastos financieros, etc.

En alguna parte se define el costo de adquisición como la punta del iceberg de los costos totales del Ciclo de Vida de una unidad, y tal comparación resulta muy acertada teniendo en cuenta la relación porcentual que existe entre los costos de adquisición y los costos totales.

## Costos de operación

En términos generales, los costos de operación se definen como aquellos atribuibles al entrenamiento del buque en la paz. Idealmente, se inician en el momento en que el buque es incorporado a la Armada y comprenden una serie de consumos que deben ser efectuados para mantener la unidad permanentemente en condiciones de cumplir las funciones para las cuales fue adquirida. En otros términos, constituyen los costos derivados del entrenamiento de la unidad, si se considera que toda actividad que desarrolle el buque durante la paz será destinada a mantener las capacidades bélicas de diseño y mejorar el grado de eficiencia de empleo del buque como arma.

Mirado desde el punto de vista de la evaluación y comparación de alternativas, parece lógico que la cuantificación de tales costos sea hecha considerando el desarrollo de un entrenamiento ideal, es decir, definiendo previamente cual es la cantidad de entrenamiento necesaria para alcanzar los estándares de eficiencia de operación que permitan cumplir cabalmente el o los roles asignados al buque. Esta cantidad de entrenamiento debe definirse en términos de días anuales de navegación, cantidad anual de combustible y lubricantes, munición por sistemas de armas, estimada como necesaria o suficiente para mantener la eficiencia de los operadores, horas de servicio de sensores por operador, etc.

Al respecto, cabe enfatizar que las cifras que se adopten para su cuantificación deben ser aquellas que permitan efectuar el entrenamiento ideal, haciéndose abstracción de las restricciones presupuestarias de normal ocurrencia que obligan a efectuar menos entrenamiento que el necesario.

*Costos de consumos de operación.* Los costos de consumos de operación pueden ser definidos como aquellos atribuibles al gasto derivado de las necesidades de operar el buque en sus diversas actividades. Incluyen munición, lubrican-

tes, combustibles y, en general, elementos de oficinas, pinturas y útiles de aseo.

*Costos de mantenimiento y reparaciones.* Son definidos como aquellos costos atribuibles al mantenimiento y reparaciones a que deben ser sometidos los sistemas componentes del buque. Incluyen, principalmente, repuestos, pinturas, mano de obra y materiales diversos.

*Costos de recuperación y modernización.* Los costos de recuperación pueden ser definidos como aquellos atribuibles al retorno a su condición de diseño de sistemas que, sin estar fallados, han sufrido degradación de su rendimiento, a través del tiempo.

En ocasiones, existen equipos que a pesar de mantener sus rendimientos de diseño han caído en la obsolescencia táctica, es decir, no son capaces de enfrentar exitosamente a las amenazas representadas por los sistemas enemigos más modernos. Esta situación es frecuente en unidades cuya operación ha sido muy prolongada. En este caso debe procederse al reemplazo de tales sistemas por otros más modernos, que realmente sirvan operacionalmente, incurriéndose de este modo en los llamados costos de modernización.

Durante el proceso de asignación de costos a las diferentes etapas del Ciclo de Vida de las alternativas en análisis, es conveniente tener en cuenta tanto los costos de recuperación como los de modernización, adecuadamente distribuidos en el tiempo en que se pretende que el buque preste sus servicios.

*Costos de dotación.* Constituyen un importante componente de los costos de operación, e incluyen sueldos, gratificaciones de zona, alimentación, bienestar y, en fin, todo gasto que tenga relación directa con la cantidad de personal existente a bordo.

Normalmente, la cuantificación de este ítem resulta difícil, sobre todo por la actitud corriente de no considerarla como un costo relevante, cuando, en realidad,

su incidencia porcentual en los costos normales de operación de un buque de guerra suele alcanzar valores tan altos como un 60%.

Es evidente que un buque con mayor dotación resulta más caro en dicho ítem que uno con un mayor grado de automatización y, por ende, con menor dotación. Lo que no resulta tan evidente es que el ahorro de costos producto de una menor dotación puede, eventualmente, permitir mayores disponibilidades logísticas en términos de combustible, munición y repuestos que, en conjunto, permitan entrenamientos más prolongados y realistas, asegurándose con ello una mayor eficiencia de operación del buque en el cumplimiento de sus roles.

Respecto al tema de la dotación, en el estudio de las alternativas de adquisición de unidades debe tenerse en cuenta primariamente cuál es la política de dotación de personal seguida a nivel institucional, de modo de poder cuantificar adecuadamente el impacto que la incorporación de la nueva unidad ejercerá sobre el resto de la institución.

La política de la dotación está influida normalmente por una serie de factores, de los cuales, tal vez, los más importantes sean el desarrollo institucional previsto en términos de cantidad y tipo de naves, y las previsiones de desarrollo tecnológico en la construcción y equipamiento de naves. La política adoptada teniendo en cuenta los factores que la influyen oscila generalmente entre dos posiciones, que pueden denominarse Dotación sin Holgura y Sobredotación Programada:

#### a. Dotación sin Holgura

Su adopción debiera efectuarse a nivel de institución; consiste en contar con la cantidad precisa de personal para dotar cualitativa y cuantitativamente las unidades de que se dispone.

En esta forma no existen holguras que permitan absorber súbitos requerimientos de personal, y cuando ellos se

producen tal acto se refleja en una pérdida de eficiencia generalizada o, en casos, centrada en las unidades de las cuales se transbordó personal para cubrir el nuevo requerimiento.

Este enfoque resulta apropiado y, evidentemente, más económico cuando las adquisiciones de buques pueden preverse y planificarse con un buen nivel de detalle y con suficiente anticipación que permita incrementar las dotaciones gradualmente, entrenándolas oportunamente para los nuevos requerimientos.

#### b. Sobredotación Programada

Consiste en contar con una cantidad de personal en exceso sobre el número de puestos que en total se deban cubrir en todas las unidades con que se cuenta.

A nivel de institución es posible y hasta deseable contar con una sobredotación calculada, lo que proporciona una cierta holgura capaz de absorber sin problemas los requerimientos puntuales de personal derivados de adquisiciones de unidades hechas en plazos relativamente cortos, sin que se produzca un deterioro en la eficiencia de las restantes unidades de combate.

La mayoría de las Armadas emplean este enfoque, y la diferencia estriba solamente en el porcentaje de sobredotación con respecto a la cantidad exacta de personal que se necesita para cubrir todos los puestos. Evidentemente, el porcentaje de sobredotación que se adopte debe ser directamente proporcional al grado de incertidumbre que se tenga respecto al desarrollo futuro de la organización.

### **Beneficio por reventa o por venta de chatarra**

Formalmente, debiera considerarse algún Costo negativo o Beneficio al término de la vida útil del buque, cuando éste se vende como buque usado o como chatarra. Sin embargo, en nuestro caso

particular, vender el buque como tal a otro país constituye un caso de remota ocurrencia; por otra parte, el monto de lo que se obtiene de su venta como chatarra normalmente es muy reducido y se produce al cabo de tantos años que realmente no vale la pena considerarlo en la cuantificación y evaluación de las alternativas.

## ECONOMIA DE ESCALA

Existen diversas otras características no directamente relacionadas con el análisis de las alternativas, y que, sin embargo, ejercen notable influencia sobre su costo. Tal vez, la más importante de ellas es la relacionada con las economías de escala.

Se conoce con este nombre a la situación que se produce cuando se efectúa una adquisición en cantidades tales que el precio unitario resulta menor que al adquirir una sola unidad. Normalmente, es el resultado de un menor costo de producción por unidad para el fabricante, lo que se ve reflejado en un menor precio de venta de su producto a quien lo adquiere.

El mismo concepto resulta aplicable a otros productos, tales como, por ejemplo, el mantenimiento, en que el costo unitario de mantener varios equipos iguales o con componentes comunes puede resultar más bajo que el costo de mantener uno solo de ellos.

En el análisis de alternativas de adquisición de sistemas de armas suele ser importante considerar si, por ejemplo, el aparato logístico que debe adquirirse para asegurar el mantenimiento de diversos niveles sirve o no para otros sistemas. Por ejemplo, si se requieren cantidades limitadas de diversos tipos de motores fuera de borda, será necesario contar con diversos tipos de herramientas especiales y otro instrumental aplicable a cada tipo de motor. Con los repuestos sucederá una situación similar, ya que habrá que contar con tantos surtidos de ellos como tipos de motores existan. Los efectos de esta con-

sideración pueden llegar a resultar muy significativos, en la medida que aumenta la complejidad y tecnología y, por ende, el precio de los diferentes elementos.

Mirado el problema desde el punto de vista de la asignación y evaluación de los costos de las alternativas, pudiera resultar más aconsejable adquirir una unidad adicional igual o con una cantidad importante de componentes comunes a las ya existentes, ya que ello permitiría aprovechar talleres, repuestos, personal especializado, depósitos de almacenamiento, etc.

La decisión de adquirir unidades diferentes debería estar basada en una clara demostración de que –aun considerando todas las posibles economías de escala atribuibles a la alternativa de adquisición de unidades iguales o parecidas en términos de equipamiento– otras ventajas inherentes a la alternativa de cambiar la línea la hacen más conveniente.

## EVALUACION Y COMPARACION DE ALTERNATIVAS

Debe tenerse presente que en la comparación de alternativas por el método de costo-eficiencia existen dos partes claramente definidas: la referente a la eficiencia, que tiene un carácter más bien cualitativo, busca determinar si el sistema en estudio es capaz de ejecutar eficaz y eficientemente la o las misiones o roles para las cuales se necesita, y la referente a costo, en la cual debe determinarse el costo total del Ciclo de Vida.

Al iniciarse el proceso de análisis y a fin de definir alternativas, normalmente resulta suficiente fijar un límite inferior de capacidades necesarias o eficiencia mínima aceptable, y todos los sistemas que lo alcancen o sobrepasen estarán calificados para participar en la evaluación económica de su Ciclo de Vida y los costos que tal ciclo genera a lo largo del tiempo.

En un artículo anterior, *Evaluación Social de Proyectos*(\*), se incluyó una

(\*) Cf. *Revista de Marina* N° 2/1981, p. 167.

descripción acerca de la forma de totalizar los costos que se producen en diferentes momentos a lo largo de la vida útil del sistema. El método actualmente más empleado es el llamado del Valor Presente, en el cual por medio de una técnica bastante simple se pueden desplazar los montos en el tiempo, llevándolos a voluntad hacia el futuro o trayéndolos hacia el presente.

Con fines de comparación, todos los costos generados por cada una de las alternativas deben ser llevados al mismo momento en el tiempo. El momento normalmente elegido para ello es el presente, con lo que finalmente cada alternativa queda representada por una cifra que permite la comparación entre ellas.

## COMENTARIO FINAL

Es conveniente efectuar el análisis y cuantificación del costo del ciclo de vida de los sistemas que se pretenda adquirir, evitando caer en la errónea actitud de calificar de "barato" o "caro" a una determinada alternativa de la cual se conoce solamente el costo de adquisición. Sería como considerar "pequeño animal" al dinosaurio cuya cabeza emerge a la superficie mientras el resto de su cuerpo se encuentra sumergido.

Debe tenerse en cuenta, sin embargo, que el cálculo del costo de vida basado en el análisis descrito en el presente artículo, aun cuando permite esta-

blecer claramente el orden de prioridad de las alternativas de inversión, desde el punto de vista de criterios puramente económicos, no constituye una información completa y exhaustiva para la autoridad encargada de tomar la decisión sobre cuál de las alternativas resulta más conveniente implementar.

Existen una serie de otras consideraciones, entre las cuales podemos citar las de tipo estratégico, estratégico-tácticas, logísticas, políticas y de prestigio e imagen, que deberán ser tomadas en cuenta e influir y condicionar la decisión que se tome.

La existencia de tales consideraciones adicionales no disminuye la importancia ni la necesidad de efectuar el análisis económico de las alternativas, ya que siempre es conveniente que quien toma la decisión sepa clara y exactamente cuáles son los costos asociados a cada una de las alternativas de solución de su problema y, por ende, cuál es el costo de su decisión.

La conclusión que se puede extraer del tema tratado es evidente: El verdadero costo de un sistema o de una unidad más compleja y durable tiene una serie de componentes, y hasta haber identificado y cuantificado sino todos, por lo menos los de mayor relevancia, no se podrá pretender tener una idea medianamente aproximada de la real significación que en términos presupuestarios tendrá para la Armada la incorporación del sistema o de la unidad en estudio.

