

# Ingeniería Naval

REVISTA TÉCNICA

ORGANO OFICIAL DE LA ASOCIA-  
CION DE INGENIEROS NAVALES

FUNDADOR:  
**Aureo Fernández Ávila**, Ingeniero Naval

DIRECTOR:  
**Luis de Mazarredo Beutel**, Ingeniero Naval

## DIRECCION Y ADMINISTRACION

Escuela Técnica Superior de Ingenieros  
Navales - Ciudad Universitaria - Apar-  
tado de Correos 457 - Teléf. 244 08 07  
Madrid (3)

## SUSCRIPCION

Para España, Portugal y  
países hispanoamericanos:

Un año ..... 300 pesetas  
Un semestre ..... 170 »

Demás países:

Un año ..... 350 »  
(franqueo aparte)

PRECIO DEL EJEMPLAR ..... 35 pesetas

## NOTAS

No se devuelven los originales. Los autores son di-  
rectamente responsables de sus trabajos. Se permite  
a reproducción de nuestros artículos indicando su  
procedencia

## PUBLICACION MENSUAL

Depósito legal M. 51 - 1958.

DIANA, Artes Gráficas. Larra, 12. Madrid.

AÑO XXXII N.º 353  
NOVIEMBRE 1964

## INDICE DE MATERIAS

### Artículos Técnicos

Págs.

La evolución del pesquero de arrastre de altura en los últimos cuatro años, por <i>Alvaro Akerman Trecu, Ingeniero Naval</i> .....	388
La elección del tipo de reactor y su influencia en el Plan de Desarrollo Económico y Social español, por <i>Ama-lio Saiz de Bustamante, Ingeniero Naval</i> .....	405
Soldadura de paneles por un solo lado de una pasada. <i>Espumas sintéticas en la construcción naval</i> .....	408
Quinto Symposium de Hidrodinámica del Buque .....	411
Simposio Hispano-Inglés sobre Energía Nuclear .....	415

### Extranjero

Entrega del «Stove Campbell» .....	417
Reunión anual del Schiffbautechnische Gesellschaft e. V. 1.471 buques con un total de 32.103.110 toneladas con- tratadas hasta el 30 de septiembre .....	417
Lastre de agua limpia para petroleros .....	418
Hélices gigantes de paso regulable .....	418

### Nacional y Profesional

Entrega del buque carbonero «Aurora» .....	419
Botadura del «Sierra Escudo» .....	419
Pruebas oficiales del buque «La Laja» .....	420
Entrega del buque «Monteaya» .....	420
Botadura del «Ciudad de Bucaramanga» .....	421
Botadura del motopesquero «Capitán Emilio» .....	422
Entrega de los atuneros congeladores «Artza», «Arene» y «Atalde» .....	422
Entrega del «Bulk-Carrier Artemision» .....	423
Botadura de dos buques para trabajos hidrográficos .....	423
Entrega del «Alex» .....	423

### Legislación

Ministerio de Obras Públicas .....	424
Ministerio de Industria .....	424
Ministerio de Comercio .....	424

### Portada

El buque de carga «Alex» recientemente entregado por ASTANO a armadores noruegos.

# LA EVOLUCIÓN DEL PESQUERO DE ARRASTRE DE ALTURA EN LOS ÚLTIMOS CUATRO AÑOS (\*)

Por ALVARO AKERMAN TRECÚ

Ingeniero Naval

## RESUMEN

*El autor recoge aquí la experiencia obtenida en España en estos últimos años con la aplicación a la pesca de la congelación y la pesca por popa.*

*Durante estos años España se ha puesto a la cabeza de Europa en número y en tamaño de buques de pesca congeladores, y a la altura de Alemania y muy por encima del resto de los países europeos en buques de pesca por popa.*

*El proyecto de estos buques encierra una serie de particularidades de tipo técnico que se detallan someramente, y que ha conducido a una evolución radical en la concepción de los buques de pesca, revolución que aún está teniendo lugar, haciendo alusión al final a posibles tendencias futuras.*

*El artículo se refiere exclusivamente a buques de pesca de arrastre que conservan la carga por medio de bajas temperaturas.*

## 0. GENERALIDADES.

En el espacio de estos últimos cuatro años, se ha venido apreciando una profunda transformación en la concepción del buque pesquero de altura en España.

Esta transformación, que en el momento de realizar este trabajo no ha finalizado aún, ha sido producida por dos hechos fundamentales e independientes entre sí: la adaptación de la congelación como medio de conservar el pescado y la llamada pesca por popa, que en realidad es una racionalización de los sistemas de recogida y largado del aparejo de pesca.

Como es natural, estos dos hechos han influido de una manera fundamental en el tamaño y disposición de los buques de pesca. Las transformaciones han sido y siguen siendo de una magnitud tal, que sólo son comparables a las producidas por la introducción del vapor como medio de propulsión.

También son más rápidas. Suele decirse que la gente de mar es conservadora, y que sobre todo, el mundo de las pescas es muy reacio a las innovaciones, pues bien, aún no había regresado de su primera campaña de pesca el primer congelador, el "Lemos", y ya había en el verano de 1962 no menos de ocho congeladores más en construcción, y aún no había largado por primera vez su red el primer buque de pesca por popa, el "Villalba", cuando había diez buques más en construcción de pesca por popa, en el verano de 1963. Para fin de 1964 habrá en servicio en España 29 congeladores, de los que 19 son de pesca por popa, y dos buques más de pesca por popa no congeladores. Esto, sin contar atuneros y buques de pesca al cerco, que se salen del marco de

este trabajo, nos totaliza cerca de 1.500 millones de pesetas invertidas en buques pesqueros navegando ya, con una capacidad de capturas seguramente superior a las 50.000 toneladas anuales. Esta cifra nos parece muy alta, pero en realidad no es más que 1,5 kilos por habitante/año.

Este rápido crecimiento nos da idea de las dificultades con que hemos venido tropezando los proyectistas de buques pesqueros, estos últimos años, resolviendo los problemas que presentaban estas profundas transformaciones en nuestros buques sin tener tiempo de experimentar y sin poder recoger la experiencia de servicio de un buque para incorporarla en el siguiente.

Tampoco del extranjero hemos podido recoger demasiada experiencia, aunque sí muy valiosa, pero, aparte de Rusia y Japón, la flota congeladora española es hoy la primera del mundo, y el número de buques de pesca por popa es similar al de Alemania y superior al de las otras naciones europeas, incluso Francia y el Reino Unido.

Es decir, que en pocos años nos hemos puesto en primera línea en una técnica que aún está en período de evolución muy rápida, y sobre la que va a versar el presente trabajo.

## 1. LA CONGELACIÓN, COMO TÉCNICA DE CONSERVACIÓN DEL PESCADO.

El pescado de fondo, al salir a la superficie y serizado a bordo del buque, en general, llega muerto.

A partir de ese momento se inicia un proceso irreversible de descomposición que dura hasta que el pescado llega al consumidor. Esta descomposición tiene un límite a partir del cual el pescado empieza

(\*) Presentado en las Sesiones Técnicas del mes de septiembre.

a perder precio y otro a partir del cual, ya no es comestible.

El tiempo que transcurre entre la pesca y estos límites varía con una serie de condiciones: rayos solares, bacterias, etc., pero principalmente con la calidad del pescado y con la temperatura.

Para las especies de pescado blanco de altura, exceptuando el salado, si la temperatura es de 30° C, no dura más de un día o dos, a 0° C, es decir a la temperatura del hielo fundente, no debe exceder de tres semanas, aunque esta cifra es bastante discutida y puede variar algo. Hay países donde está limitada a dos por las Autoridades Sanitarias. A — 25° C, puede durar un año o aún más.

Esto tiene ya una influencia decisiva en el tipo de buque pesquero. Si la conservación es por el sistema tradicional, con hielo en la bodega, el buque tiene que descargar en puerto forzosamente, tres semanas después de haber introducido el primer pescado a bordo, haya o no podido llenar sus bodegas. Si tiene mala suerte y no encuentra pesca o no puede pescar por mal tiempo, es igual, tiene que volver lo mismo.

Por otra parte, la constante: días de pesca + días de viaje de retorno = tres semanas limita el radio de acción de los buques, pues evidentemente el pescar en caladeros lejanos no es rentable más que si la pesca es muy abundante.

Estas consideraciones, junto con datos concretos de distancia a caladeros, promedios de capturas diarias, etc., habían llevado a definir perfectamente el tamaño y características óptimas y más rentables del pesquero de altura.

La congelación, permitiendo conservar el pescado un tiempo prácticamente indefinido y exigiendo unas instalaciones muy complicadas a bordo del buque, ha roto los moldes existentes dando origen a buques mucho mayores que pueden pescar en cualquier punto del globo prácticamente.

Al principio, cuando se pensó en congelar pescado en buques, existían grandes reservas respecto a los posibles efectos perniciosos que la congelación podía producir en el pescado. Posteriormente se demostró que no era así y entonces se abrieron nuevos horizontes para la pesca totalmente insospechados. Esta, hasta ahora se había limitado, como decimos aquí, a caladeros que estaban alejados como máximo ocho a diez días de los puertos de descarga, tal es el caso del Grand Sole en el Golfo de Vizcaya.

Hay que tener en cuenta que desde que finalizó la guerra mundial en 1945, hasta el momento presente, prácticamente casi toda Europa Occidental ha estado sacando pescado del Gran Sole. Ahí han estado pescando: franceses, ingleses, alemanes, belgas, holandeses, portugueses y españoles, y podemos calcular que en estos últimos años, cuando se habían reconstruido las flotas pesqueras casi totalmente destruidas por la guerra, habría aproximadamente 2.000 buques dedicándose a pescar en el Grand Sole, lo cual nos da unas medias, contando los viajes de ida y vuelta y tiempo de descarga del orden de 1.000 aparejos si-

multáneamente arrastrando sobre el fondo de estos bancos.

A pesar de estas capturas tan fuertes, estos bancos siguen siendo explotados y siguen produciendo pescado en cantidad y en muy buena calidad.

Sin embargo, el ritmo de capturas ha decrecido notablemente. El año 1945-46 era normal que un buque de 29 metros, capturase 10 toneladas diarias, ahora rara vez llegan a promedios de 2 y 3 toneladas.

En los caladeros de Cabo Blanco el problema se ha desarrollado en líneas muy similares.

Vamos a ver que problemas introduce la congelación a bordo de los buques.

## 1.2. *Los elementos de congelación.*

La congelación se puede hacer por muchos sistemas, pero ante todo, debe ser *rápida*. Debe durar 8 a 10 horas. A efectos de absorción de frigorías el pescado se comporta como si fuera un 80 por 100 de agua (esto varía, como es natural, según las especies, pero manejaremos esta cifra para fijar ideas). De manera que un kilo de pescado que sale del mar a 20° necesitará para congelarse:

$$\text{De } +20 \text{ a } 0^\circ \dots \dots \dots \quad 0,8 \times 20 = 16 \text{ Kcal.}$$

$$\text{Cambio de estado} \dots \dots \dots \quad 0,8 \times 80 = 64 \text{ Kcal.}$$

$$\text{De } 0 \text{ a } -15^\circ \dots \dots \dots \quad 0,5 \times 0,8 \times 15 = 16 \text{ Kcal.}$$

$$\text{Total absorbido por el pescado} \dots \dots \dots \quad 86 \text{ Kcal./kg.}$$

O sea, con un tiempo de congelación de 8 a 10 horas, necesitamos 10.000 frigorías/hora por tonelada a congelar.

Antes de seguir adelante debemos advertir que una de las características de la pesca es la irregularidad en cuanto a las capturas.

Es frecuente que grandes buques congeladores capturen en un día 50 toneladas, al día siguiente no capturen nada, etc. Incluso se han dado casos de capturar 30 toneladas en un sólo lance de un par de horas de duración.

Los equipos de congelación deben, pues, estar dispuestos para recibir estas grandes cantidades de pescado, aún cuando se sepa que normalmente no se van a emplear al máximo de su capacidad.

Como es natural influye muchísimo aquí un factor psicológico que los proyectistas de buque pesqueros tenemos que tener en cuenta.

Aunque el caso histórico de que un buque haya capturado 30 toneladas de pescado en un solo lance, no se repita más que un par de veces en toda la vida del buque, es necesario preverlo. Realmente se podía haber calculado las instalaciones del buque para una cantidad de 15 toneladas, que va a ser el máximo normal, y si un día se capturan más, es mucho más barato tirar al mar el excedente que proyectar las instalaciones para 30 toneladas. Sin embargo, este punto de vista resulta muy difícil de mantener ante los clientes y hay que proyectar las instalaciones

para que puedan prácticamente con los máximos registrados.

Otro aspecto a tener en cuenta es que salvo algunas excepciones la pesca se presenta de día solamente, es decir, que la aportación de pescado se hace durante un período de 12 horas, y sin embargo, para que las instalaciones sean rentables verdaderamente, es preciso que trabajen las 24 horas del día, haciendo turnos entre la tripulación.

Habida cuenta, lo anterior, lo lógico sería congelar el pescado por inmersión en tanques que contengan salmuera fría. Esta salmuera se puede ir enfriando durante los períodos de inactividad del buque, sea de noche, sea porque no hay pesca, y en cambio contiene un gran número de frigorías acumuladas que es capaz de aportar al pescado en muy breve tiempo, cuando llega la pesca.

Sin embargo, es comúnmente admitido que la salmuera, si bien es indicada para determinadas especies de pescado, no lo es para el pescado blanco, merluza, etc., porque la sal contamina el pescado. Por lo tanto, en los buques como los que nos ocupan es preciso recurrir al empleo de armarios de placas de contacto o de túneles de congelación.

En los primeros la transmisión de frío se hace por contacto, circulando el refrigerante por el interior de las placas entre las cuales está contenido el pescado.

Para realizar debidamente su misión, estas placas deben ejercer una cierta presión sobre el pescado, lo que exige que sean móviles. Esta movilidad arrastra ciertas dificultades en las conexiones de refrigerantes, que como es natural, deben ser elásticas.

Existen dos tipos de armarios: el horizontal, o sea, con placas horizontales en el que el pescado hay que depositarlo en bandejas y el vertical, que normalmente suele ser de fondo móvil, es decir, que una vez efectuada la congelación automáticamente se inyecta un flujo de gas caliente que despegue las placas del pescado, y el fondo del armario sube, con lo cual el bloque de dimensiones perfectamente geométricas queda totalmente desprendido y dispuesto para ser estibado en la bodega.

La dificultad principal que se atribuye a los armarios es que el ejercer una presión sobre el pescado, deforman éste y, por lo tanto, la presentación del producto terminado, es decir, el bloque no es tan buena. Incluso en determinadas especies más sensibles puede llegar a estropear la piel del pescado.

A pesar de todas las ventajas evidentes del armario hasta ahora en España, se ha preferido el túnel, principalmente debido a que la presentación del producto terminado es mejor teniendo en cuenta la orientación actual del mercado pescadero español, que tiene a vender el pescado entero congelado.

En los túneles la transmisión de frío en lugar de ser directa se hace por medio de una corriente de aire que pasa por unos serpentines enfriadores y por el pescado, alternativamente.

Evidentemente la transmisión de frío es peor y además hay que tener en cuenta la aportación de ca-

lor que suponen los ventiladores que producen la corriente de aire.

En los túneles el pescado se coloca en bandejas, que suelen ser de aleación de aluminio o de plástico, lo cual también supone otra complicación más en el manejo del pescado, puesto que hay que colocarlo en las bandejas y lo más difícil, desprenderlo de las mismas, una vez congelado.

En los gráficos adjuntos representamos el resultado de unos ensayos de Laboratorio destinados a buscar el tiempo necesario para alcanzar una temperatura media en el pescado de  $-15^{\circ}\text{C}$ .

Decimos temperatura media porque evidentemente en la superficie del bloque congelado la temperatura será más baja que en el núcleo del bloque, y lo que

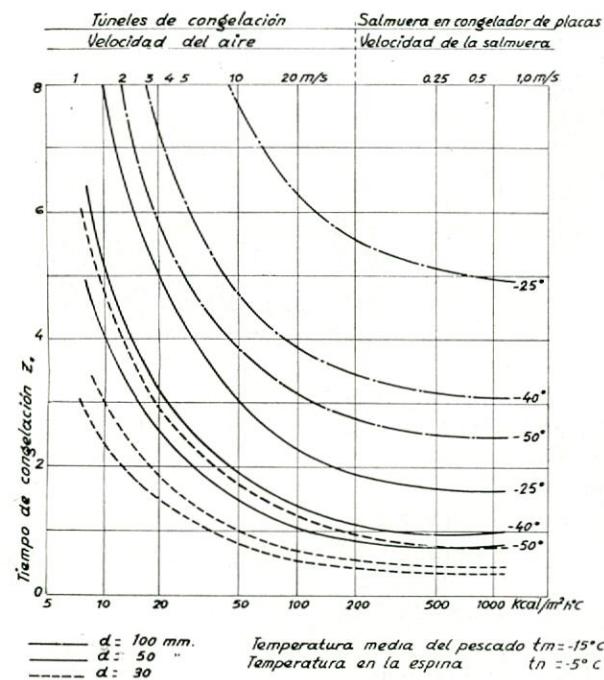


Fig. 1

hay que conseguir es que este núcleo baje a una temperatura inferior a los  $-5^{\circ}\text{C}$  en el tiempo previsto de ocho horas.

Una vez que el bloque está desbandejado y almacenado en la bodega, tendrá lugar un segundo proceso de igualación de temperatura dentro del propio bloque en sí, hasta la temperatura media ambiente de las bodegas que comúnmente hoy en día suele ser de  $-25^{\circ}\text{C}$ . Aunque pequeña, esto supone una nueva aportación de frío, es decir, que los sistemas de conservación de temperaturas en las bodegas no sólo han de ser suficientes para compensar las pérdidas de frío por radiación, sino que, además, han de ser capaces de realizar este segundo enfriamiento de la carga.

En contra de los túneles de congelación existe además del inconveniente apuntado anteriormente del embandejado y desembandejado del pescado, que supone una operación más a realizar por el personal de a bordo, el que por tonelada a congelar ocupa un

volumen aproximadamente cuatro veces mayor que el de los armarios.

La ventaja del armario es tan grande sobre el túnel, que probablemente la utilización de este último será olvidada el día que se extienda el consumo de filetes de pescado.

Desde el punto de vista de proyecto del buque, el empleo del armario o del túnel se reduce, pues, a que hay que hacer una mayor previsión de espacio para este último, y también presenta algunas dificultades desde el punto de vista de la potencia eléctrica consumida, que vamos a tratar de resumir brevemente a continuación.

### 1.3. Los túneles de congelación y la potencia eléctrica.

Normalmente, en todas las instalaciones frigoríficas de buque, las temperaturas de evaporación y condensación del refrigerante suelen mantenerse constantes o, a lo más, varían entre límites más o menos estrechos.

No sucede lo mismo en los túneles de congelación, que normalmente además suelen funcionar con refrigerante primario, ya que las temperaturas de trabajo son demasiado bajas para la salmuera.

En la figura 2 representamos la curva característica de un compresor frigorífico típico. Los valores indicados no corresponden a ningún tipo o marca determinado, pero pueden tomarse como generales. Los valores están dados para freón 22, como refrigerante y una temperatura de condensación de 32°C, que corresponderá a unos 25°C de agua de mar, que es la más alta normal en las zonas de trabajo de estos buques.

Durante la congelación, la temperatura de evaporación, como es natural, no es constante, sino que desciende paulatinamente conforme se va congelando el pescado. Existe sin embargo, un "régimen" de temperaturas que se mantiene durante la mayor parte del tiempo y que es el que hemos designado con una A en el gráfico. El freón está evaporando a —40°C, el compresor produce 70.000 frigorías/hora y absorbe cerca de 80 BHP en el eje.

Al finalizar la congelación se abre el túnel, a veces se desescarcha, se vacía y se vuelve a llenar con una masa de varias toneladas de pescado que entrará a 20 ó 25°C. Si entonces arrancamos el compresor, no podemos evitar que la evaporación se produzca a una temperatura alta, cercana a los 0°C o aún mayor a veces. Entonces el punto de funcionamiento se nos trasladaría a una situación tal como la B o aún más arriba. En estas condiciones el compresor produciría 190.000 frigorías, pero también absorbería 130 BHP.

A este régimen permanecería relativamente poco tiempo, y el punto B iría "bajando" por la curva hasta llegar a A.

Evidentemente, el dimensionar el motor eléctrico y la planta generadora para el punto B (en nuestro ca-

so, equivaldría a poner un motor de 130 BHP) sería antieconómico porque, como decíamos antes, el tiempo en que funcionaría a este régimen sería muy corto y por otro lado, tampoco hay seguridad respecto a la posición del punto B.

Entonces hay que pensar un sistema de regular la potencia absorbida por el compresor, y esto se puede de hacer de tres formas:

1. Reduciendo las r. p. m. del compresor.
2. Quitando cilindros de servicio.
3. Estrangulando las válvulas de aspiración del compresor.

En cualquier caso el motor eléctrico hay que dimensionarlo para una potencia mayor que la que se supone va a ser el régimen. En nuestro caso hemos supuesto un motor de 110 BHP, aunque el régimen sea de 80.

Utilizando el primer procedimiento, el punto B se nos traslada al C, con lo que la potencia absorbida

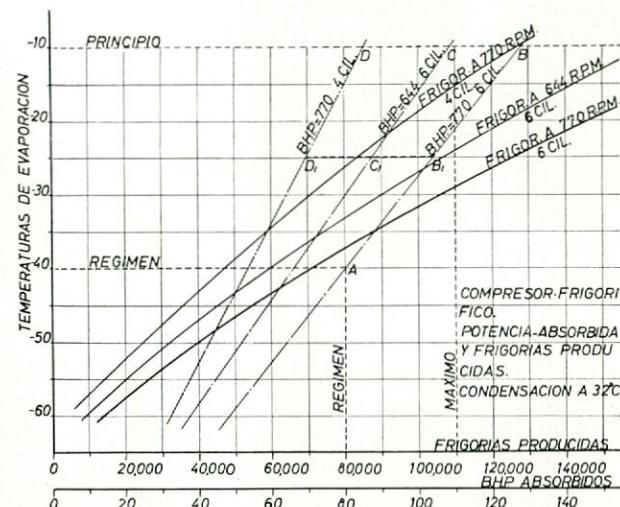


Fig. 2

queda dentro de los límites de lo posible. Esta variación de velocidad exige o bien una transmisión de relación variable, o bien lo más comúnmente empleado: motores especialmente preparados de velocidad variable.

Al cabo de un tiempo de funcionamiento, el punto C se nos ha trasladado al C<sub>1</sub>, por ejemplo, por haber bajado la temperatura de evaporación a —25°C.

En ese momento se pueden ya subir al máximo las revoluciones del compresor, pasando el punto C<sub>1</sub> al B<sub>1</sub>.

Experiencias realizadas nos han dado tiempos de 25 a 30 minutos desde que se arrancan los compresores en el punto C, hasta que se puede permitirles desarrollar todas sus revoluciones, en el punto B<sub>1</sub>.

Por el segundo procedimiento, quitando cilindros de servicio en los compresores preparados para ello, las cosas sucederían de una manera parecida aunque la curva correspondiente sería la D D<sub>1</sub>.

Vemos, pues, que ambos sistemas son prácticamente equivalentes, si bien quizás existe una ligera ventaja a favor del primero, pues permite normalmente

que el paso de C-C<sub>1</sub> — B<sub>1</sub> A que hemos representado con un sólo escalón, se haga de una manera gradual, con varios escalones y manteniéndose siempre lo más cerca posible de la máxima potencia permisible (110 BHP) con lo que el tiempo de normalización será el mínimo. La diferencia, sin embargo, es pequeña.

El tercer sistema, consistente en estrangular las válvulas de aspiración del compresor, tiene efectos similares, pero el inconveniente de que exige una precisión tan grande en la regulación de las válvulas que en la práctica normal de a bordo resulta imposible de realizar.

En la figura 3 damos una curva característica de las potencias eléctricas absorbidas por una instalación congeladora de 30 toneladas/día compuesta por

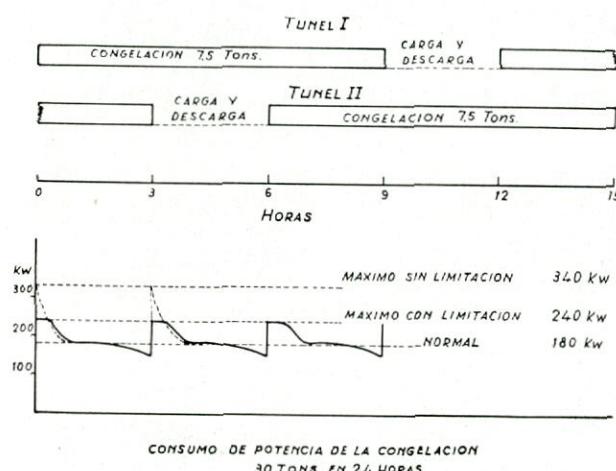


Fig. 3

dos túneles con una capacidad instantánea de 8 toneladas cada uno. Cada túnel dará dos cargas diarias de 8-10 horas de duración, quedando 4-2 horas para vaciarlo y volverlo a llenar.

Vemos, pues, que en el momento en que se inicia la congelación en un túnel se producen unos aumentos de potencia eléctrica consumida. Si no empleamos alguno de los procedimientos de regulación a que hemos aludido anteriormente estos máximos de potencia serían mucho mayores y, por lo tanto, nos obligaría a dimensionar los grupos electrógenos del buque con un 40 ó 50 por 100 más de capacidad, lo que a todas luces es antieconómico.

Estos máximos de potencia pueden ser absorbidos fácilmente por la planta eléctrica del buque teniendo en cuenta que tienen nada más que una media hora de duración, y durante ese tiempo se puede combinar el trabajo de a bordo en forma de que determinadas auxiliares, tales como compresores de aire de arranque, bombas de sentina, o incluso el compresor de mantenimiento de bodegas dejen de funcionar, permitiendo así que prácticamente la totalidad de la potencia absorbida por los grupos sea dedicada a la alimentación de los compresores de congelación.

#### 1.4. *El problema del trabajo en el parque de pesca.*

Este aspecto de la cuestión podemos decir que en el momento actual está aún sin resolver satisfactoriamente, o por lo menos sin que las premisas fundamentales hayan podido ser planteadas sobre la base de datos experimentales suficientemente conocidos y concretos.

Ante todo tenemos que recordar lo que ya indicábamos anteriormente sobre la irregularidad con que se presenta la pesca, habiéndose dado casos de obtenerse copadas de 30 toneladas en dos horas de arrastre, y por el contrario haberse obtenido pesca de 2 ó 3 toneladas diarias habiéndose hecho cinco lances.

Una vez a bordo el pescado, es preciso hacer con él las siguientes funciones:

#### *Selección.*

En este proceso se eliminan todas aquellas especies de pescado que por su tamaño o por su calidad son poco comerciales.

#### *Descabezado y eviscerado.*

Con estas dos operaciones hay que pensar que se elimina aproximadamente el 50 por 100 de lo que se pesca, hay que hacerse, pues, cargo de que en un buque que congele 25 toneladas de pescado al día, se producen otras 25 toneladas de desperdicios, que ocupan aproximadamente 50 metros cúbicos, que es preciso eliminar del parque de pesca.

#### *Lavado.*

#### *Embandejado.*

*Introducción de bandejas en el túnel.*

*Extracción de las bandejas del túnel.*

#### *Desembandejado.*

Que tiene su dificultad porque naturalmente el bloque de pescado congelado está perfectamente adherido a la bandeja.

#### *Glaseado.*

Esta operación tiene por finalidad recubrir el bloque de pescado congelado de una fina capa de hielo. Se hace sencillamente introduciendo el bloque cuya superficie estará a — 35° C, en agua, con lo que una parte de ésta se congelará formando una capa de aproximadamente de 2 a 3 mm. de espesor.

#### *Estiba en la bodega.*

La realización de esta operación tiene en sí dos dificultades.

La primera es muy sencilla de explicar, dimana del mero hecho de que la temperatura de — 25° C resulta incómoda para el personal que ha de realizarla, les obliga a emplear trajes especiales, y en cualquier caso a efectuar frecuentes salidas a cubierta.

La segunda dificultad está en el propio manejo del

pescado en sí. Desde que sale del túnel hasta que llega a su punto de estiba ha de recorrer, generalmente, distancias bastante largas, con un promedio de 25 a 30 metros, cambios de altura, etc., y hay que tener cuidado de que los bloques no se deterioren con golpes, etc., que pueden dañarlos.

Conviene, aquí, añadir una palabra refiriéndonos a los diferentes sistemas de conservación de las bodegas.

Esta conservación puede efectuarse por medio de serpentines colocados en las paredes y en los techos, o bien por medio de baterías de enfriadores con circulación de aire. El primer sistema es el más corrientemente utilizado. Por el interior de los serpentines de enfriamiento, normalmente circula salmuera aunque en instalaciones de menor tamaño suele circularse el refrigerante primario; precisamente por el volumen de refrigerante que la expansión directa en bodegas en este caso requiere, se suele elegir el amoníaco.

El sistema de serpentines presenta, como es natural, sus inconvenientes; el primero de ellos es el precio, el segundo es la dificultad de reparar averías en el costado del buque, el tercero, si bien no es excesivamente grave, es muy preciso tenerlo en cuenta, y consiste en los siguientes:

Como es natural en un pesquero hay que estar abriendo constantemente los accesos a la bodega para cargarla, esto da lugar a entradas de aire exterior que traen como consecuencia inmediata la formación de escarcha encima de los serpentines de enfriamiento.

Mediante inversión de ciclo o circulación de salmuera caliente se consigue fácilmente que los serpentines se desescarchen, pero resulta que el agua correspondiente cae normalmente al plan de la bodega.

Esta, como es natural, se halla a  $-25^{\circ}\text{C}$ , y entonces resulta que el agua procedente del desescarche tiene que resbalar por debajo de los enjaretados y de la carga y por encima del plan de bodegas y corre bastantes metros hasta llegar al pozo de sentina. Como la temperatura es de  $-25^{\circ}\text{C}$ , este agua lógicamente se hiela y por ello no es infrecuente ver llegar a buques congeladores con todo el plan de bodegas hecho un sólido bloque de hielo que en el mejor de los casos supone una carga adicional transportada, que teniendo en cuenta que el buque está pescando de cuatro a seis semanas, puede llegar a suponer cantidades muy importantes.

Evidentemente este inconveniente se evita si empleamos el procedimiento tradicional de bodegas frigoríficas refrigeradas por medio de enfriadores de aire forzado, pero en el caso del pescado nos encontramos con que este aire produce en la superficie del pescado una desecación y una oxidación de la piel, lo cual le priva del buen aspecto, restándole en consecuencia valor comercial. Realmente la cantidad de pescado que llega a puerto cuando se conserva por este procedimiento sigue siendo la misma, pero esta

desecación puede llegar a suponer una pérdida de peso del orden del 5 por 100 al mes, y como en definitiva, independientemente del grado de humedad, la mercancía se vende a peso, el sistema supone una pérdida económica para el Armador. Este inconveniente se puede evitar, en parte, recurriendo a un glaseado más intenso, es decir, aumentando el espesor de la capa de hielo que cubre el bloque, pero en definitiva supone también una manipulación más, lo cual tampoco es deseable, y por lo tanto la tendencia universalmente admitida hoy en día para la conservación del pescado es la primera que hemos mencionado, o sea, a base de serpentines en costados y techo.

### 1.5. *El problema de los desperdicios en el parque de pesca.*

Este problema es exclusivo de los buques en los que el trabajo del pescado se hace en la cubierta de francobordo, generalmente de pesca por popa.

En los pesqueros tradicionales de una sola cubierta, todo el proceso del pescado se venía haciendo sobre ésta y los desperdicios eran arrojados al mar, lo cual no constituía problema alguno; sin embargo, en el nuevo tipo de buques que se están construyendo, constituye un serio problema. La cantidad de desperdicios a evacuar, como hemos visto antes, es grande. Suelen venir acompañados de grandes cantidades de agua procedentes del lavado del pescado, desescarche de túneles, etc., y hay que recurrir o bien a grandes imbornales situados en los costados del buque y en comunicación directa con el mar o bien a grandes pozos que se achiquen por medio de eyectores o de bombas especialmente diseñadas para poder tratar agua que lleva en emulsión escamas y desperdicios de pescado, cabezas, etc.

El primer sistema, el de los grandes imbornales, es evidentemente el más ventajoso, pero tiene el inconveniente de que estos imbornales se atascan con mucha frecuencia, obstaculizándose la salida del pescado, pero permitiendo, en cambio, la entrada de agua debido a la escasa altura a que están sobre la flotación del buque.

El mal funcionamiento de estos imbornales fue el que dio origen a la pérdida del pesquero alemán "München", ocurrido en aguas de Groenlandia en 1963.

El empleo de grandes pozos de sentina achicados por bombas o incluso por aire comprimido, a su vez, presenta graves inconvenientes, debido a los frecuentes atascos de los elementos de achique, que exigen un constante desmontaje para su limpieza. El problema actualmente no está satisfactoriamente resuelto y se utilizan indistintamente todos los sistemas.

### 2. *LA PESCA POR POPA ¿EN QUÉ CONSISTE?*

Se ha venido en llamar pesca por popa a ciertas formas peculiares de ejecutar la maniobra de levantar a bordo el aparejo de pesca, sin que realmente

podamos establecer de una manera clara dónde está el límite entre la pesca tradicional y la pesca por popa, como veremos a continuación.

En realidad la pesca por popa no es más que un resultado de racionalización de las maniobras de recoger y largar el aparejo.

Si observamos los aparejos que se utilizaban hace 50 años y los comparamos con los actuales, observamos que las diferencias son muy pequeñas. Ahora se emplean aparejos más grandes porque los buques son más potentes y están en mejores condiciones de arrastrarlos, y se utilizan redes de nílon u otras fibras artificiales en lugar de cáñamo y las fibras naturales, pero por lo demás la concepción del aparejo en sí sigue siendo la misma.

Unicamente cabe mencionar aquí el empleo inexplicablemente poco extendido en nuestra opinión de las puertas de pesca de perfil ala de avión y contorno oval, en lugar de la puerta de madera con refuerzos de acero fundido, plana y de contorno rectangular.

Estas puertas de contorno oval son bastante usadas por los rusos y ahora por los portugueses, en cambio en el resto del mundo utilizamos casi exclusivamente la puerta plana, resultando anacrónico ver cómo modernos pesqueros que incorporan todos los avances de la técnica están utilizando en tiempos de aviones a reacción unas puertas planas de madera que nos recuerdan las alas del avión en que Bleriot cruzó el Canal de la Mancha en 1909.

Hace cinco años existía una diferenciación muy clara entre los distintos tipos de buques pesqueros de arrastre. Los más pequeños utilizaban el sistema baka, en los que los cables iban colocados simétricamente a ambos lados de la popa del buque, efectuándose la recogida del mismo normalmente por el costado, por la proa, con la ayuda del puntal de carga que iba siempre colocado en el palo.

Como hemos dicho antes existen gran variedad de bakas, incluso en algunos casos la maquinilla en vez de ir situada a proa del puente, va situada a popa del mismo y la recogida del aparejo se efectúa por medio de un gran pórtico fijo situado en la popa. Con esto resulta que nuestras bakas mediterráneas han resultado ser las predecesoras de los modernos buques de pesca por popa.

La pareja es un sistema típicamente español aplicable a buques de tamaño medio, de 25 a 35 metros de eslora, entre perpendiculares y que sin duda es el que mejor rendimiento da en cuanto a tonelaje de pescado capturado en relación al tamaño del buque.

En este sistema, el aparejo es remolcado simultáneamente por dos buques, y se suprime las puertas, pues su finalidad de abrir la boca del aparejo ya no es necesaria.

Se va cargando uno de los buques, que en cuanto está lleno se va hacia tierra, siendo substituido por otro que viene de descargar. Este sistema se llama "trío".

El bou pesca solo, los cables van de la maquinilla a proa de la superestructura y hacia el centro del

bouque, a unos reenvíos y de ahí a unos pescantes colocados generalmente al costado de estribor.

Durante el arrastre, los cables que parten de los pescantes son recogidos por un dispositivo llamado "perro" y de ahí va hacia popa, hasta la red.

El tiro de los cables es, pues, asimétrico y es necesario un pequeño ángulo de caña para mantener el rumbo. La recogida de la red se hace atravesando el buque a la mar, y metiendo a bordo la boca del aparejo a mano desde la cubierta. El "copo", o la parte final de la red donde está el pescado, se introduce a bordo suspendiéndolo con un puntal desde el palo de proa.

El bou es el sistema más extendido en grandes pesqueros españoles y prácticamente la totalidad de los extranjeros. La pareja y la baka, sobre todo la primera, pueden considerarse como modalidad de pesca típicamente española.

En todas estas modalidades de pesca, sin embargo, aunque ayudados por la maquinilla de pesca, gran parte de las maniobras se hacen a mano y desde la cubierta superior del buque, que forzosamente ha de quedar a escasa altura sobre la flotación, incompatible con el tamaño de buques grandes.

En el momento de efectuar la recogida de la red el buque ha de atravesarse a la mar, lo que exige un gran esfuerzo de las tripulaciones en caso de mal tiempo.

Como es natural se trataba de racionalizar estos sistemas de pesca, exigencia tanto por consideraciones de tipo humanitario para mejorar las condiciones de trabajo del personal, como por consideraciones de tipo comercial, tratando de aumentar la rentabilidad de la mano de obra empleada.

Por otra parte, el tamaño creciente de los buques obligaban a que la cubierta estuviese cada vez más alta sobre el agua y con ello las dificultades de recogida de la red aumentaban.

En la figura 4 representamos el perfil y la cubierta de un buque pesquero tradicional de 40 metros de eslora entre perpendiculares, que podemos considerar como lo más avanzado en su estilo en el año 1960. El buque está equipado para trabajar al bou por la banda de estribor.

Entonces se atacó el problema por dos caminos distintos, que han sido la rampa y el pórtico.

El primero de ellos se utilizó por primera vez en los pesqueros ingleses tipo "Fairtry", de los que se construyeron tres a raíz de terminarse la Segunda Guerra Mundial. Inicialmente estos buques no utilizaban puertas de pesca, sino que para abrir el aparejo utilizaban paravanes de los empleados en el rastreo de minas. Estos buques, al parecer, no tuvieron mucho éxito porque no se repitieron hasta muchos años más tarde.

Hace ocho o diez años los rusos comenzaron a construir su gran flota pesquera, en la que forzosamente se vieron obligados a emplear grandes buques debido a la distancia que había entre sus caladeros y sus puertos base. El tamaño de estos buques obligó a ir

sin vacilar a buques de rampa a popa similares a los "Fairtry", y construyeron un gran número de unidades principalmente en astilleros alemanes.

El desarrollo de esta técnica mejoró el sistema porque los propios alemanes pensaron en utilizarla para

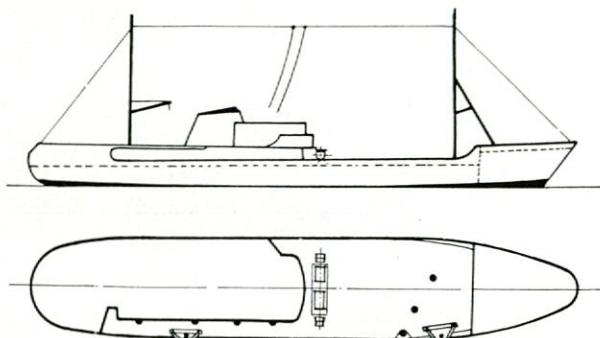


Fig. 4

ellos mismos, y así vemos que en 1957 se construyó el pesquero "Heinrich Meins", que fue el pionero de lo que podemos llamar esta segunda época de la pesca por popa.

Como dato curioso podemos añadir que, en el aquel tiempo que se tenía tanta prevención a que el aparejo pudiera enredarse en la hélice, en lugar de equipar este buque con una hélice ordinaria, se le colocaron a proa y en el fondo dos propulsores tipo

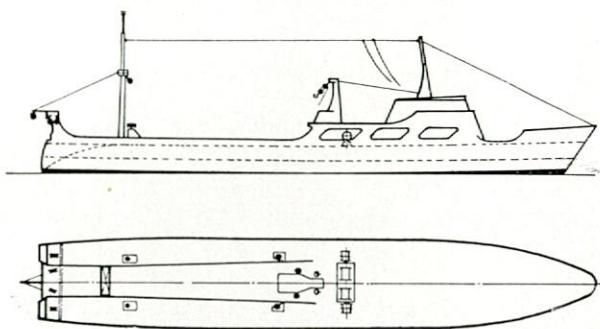


Fig. 5

Woith Schneider, que posteriormente fueron eliminados, dotándose el buque de una propulsión diesel eléctrica de tipo normal.

A este buque siguieron otros muchos alemanes, citándose como paso particular el "Sagitta", impulsado por turbinas de gas con generadores de pistones libres.

En la figura 5 representamos el perfil y la cubierta de un pesquero de reciente construcción, de pesca por popa con rampa, en el cual se han incorporado los últimos adelantos en este orden.

Vemos que el buque como tal presenta dos características, la primera es el amplio espacio despejado de cubierta, que es necesario disponer a popa del buque. La distancia entre la maquinilla y la rampa debe ser por lo menos del orden de 25 metros, y toda esta zona de cubierta a popa debe estar total-

mente despejada y es inútil para cualquier otro tipo de aprovechamiento.

La segunda característica del buque es la propia popa muy ancha y abierta por una rampa, lo cual indudablemente no es ningún beneficio para sus condiciones marineras. En este sentido podemos decir que al adoptar la pesca por popa en nuestros modernos buques pesqueros, hemos dado indudablemente un paso atrás, ya que estamos construyendo buques de condiciones marineras evidentemente inferiores, tanto desde el punto de vista puramente hidrodinámico o de resistencia a la marcha, como desde el punto de vista marinero o de comportamiento del barco entre las olas.

Con el fin de obtener un índice de hasta qué punto es perjudicial la ancha popa abierta, hemos colocado el pesquero tradicional que representamos en la figura 4 anterior y el que representamos en la figura 5 entre olas, en las dos condiciones típicas de quebranto y arrufo.

La situación de carga que hemos considerado para ambos buques es a mitad de la pesca, es decir con el buque a medio llenar de pescado y con el combustible, pertrechos, etc., que normalmente han de llevar en la mencionada situación.

En ambos casos también hemos hecho coincidir la flotación del buque en aguas tranquilas con la línea base de la trocoide, o sea que los buques no están representados en su situación de flotación real.

En estas condiciones hemos medido el aumento o disminución de desplazamiento que experimenta el buque, así como la desviación sufrida por el centro de carena, que nos da origen a pares de eje horizontal que tenderán a hacer levantar la proa o la popa del buque.

No presentamos, pues, un estudio del movimiento de estos buques entre las olas, pues, como es sabido ello lleva a la integración de ecuaciones de movimiento muy complicadas, pero sí hemos querido establecer unos índices que nos permitan comparar la magnitud de las fuerzas que producen el movimiento propio del buque al navegar entre las olas.

Vemos que en la situación de quebranto ambos buques experimentan un aumento de desplazamiento, deseable para que el buque "levante", o sea, que el tradicional, con un aumento del 9,2 por 100 es mejor que el normal.

El centro de carena se desplaza hacia proa una fracción de la eslora, que, multiplicada por el aumento de desplazamiento nos da una magnitud del momento que tenderá a hacer levantar la proa. En este aspecto el de pesca por popa es más favorable.

En la posición de arrufo, ambos buques experimentan una pérdida de desplazamiento, como es de esperar, pero sobre todo la traslación del centro de carena hacia popa es particularmente sensible, lo que sin duda tenderá a hacer hundir el buque de pesca por popa.

Para solucionar este inconveniente se desarrollaron otras formas más finas en la popa y en nuestra

opinión teóricamente, al menos igualmente, ventajosas desde el punto de vista pesca propiamente dicho.

Colocado el buque en las mismas situaciones entre las olas, vemos que las variaciones de desplazamiento y de posición del centro de carena son muy similares a las del pesquero tradicional, luego por lo tanto cabe esperar en este buque mejores condiciones marineras.

La popa fina presenta, sin embargo, un inconveniente desde el punto de vista pesca, cuya magnitud no estamos en condiciones de apreciar por el momento, que puede ser el siguiente:

Evidentemente cuanto más ancha sea la popa y más flotabilidad tenga, menores serán sus variaciones de inmersión respecto a la ola en aguas poco tranquilas. Esto a la hora de introducir el aparejo a bordo arrastrando sobre la rampa, es una indudable ventaja puesto que la posición relativa entre la parte del

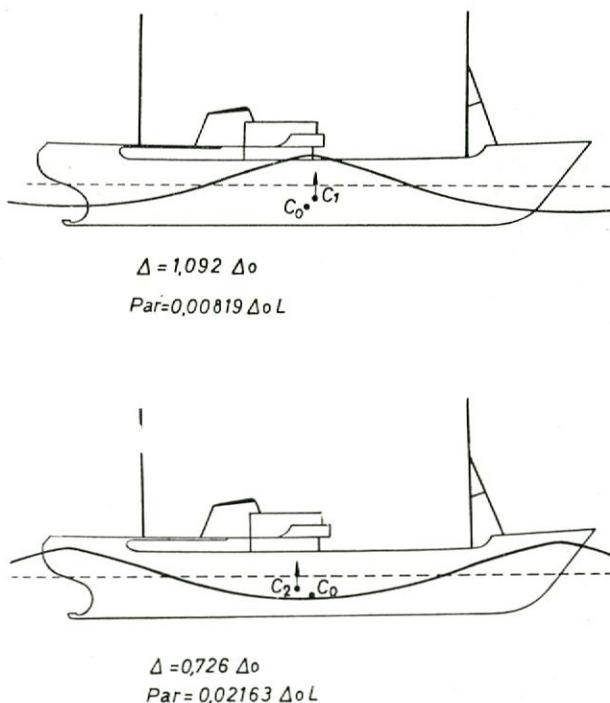


Fig. 6-1

aparejo que está ya apoyada en la rampa y la que aún flota en el agua es muy importante.

En este punto, sin embargo, puede llegar a ser un inconveniente cuya magnitud no podemos determinar aún, puesto que no existe suficiente número de buques pesqueros que nos permitan obtener datos estadísticos de suficiente peso como para poder basar en ellos nuestros proyectos futuros.

Paralelamente al desarrollo de la rampa una oficina consultora inglesa desarrolló y experimentó un sistema de pesca por popa denominado UNIGAN, en el que las maniobras se realizan con la ayuda de un gran pórtico situado en la popa del buque y que era capaz de pivotar hacia proa, siendo accionado hidráulicamente.

Este sistema fue muy discutido en un principio, ya que se pensó únicamente para buques pequeños en

que, por lo tanto, la pesca por popa no era de una imperiosa necesidad. Sin embargo, representa dos grandes ventajas, la primera que al estar prácticamente mecanizada en todo, la maniobra necesita muy poco personal en cubierta. Esta ventaja es discutible en el momento en que ese personal sea necesario de todos modos para un proceso posterior de la pesca.

La segunda ventaja es que la recogida en vez de hacerse atravesando al mar, se hace proa a éste, con lo que el barco y el personal trabajan en muchas mejores condiciones de seguridad.

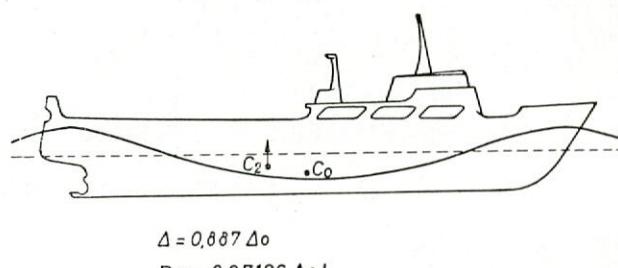
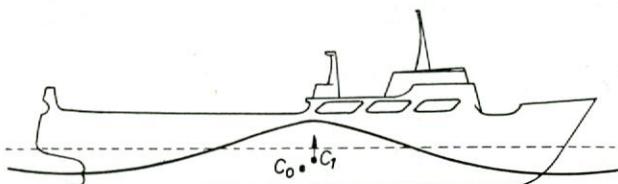


Fig. 6-2

El sistema fue siendo adoptado lentamente por diversos armadores, y en la actualidad existe un par de docenas de buques pescando con él. En España tenemos ya dos buques construidos y otros dos en construcción.

Cuando se trató de ir construyendo buques más grandes, naturalmente las dificultades de acciona-

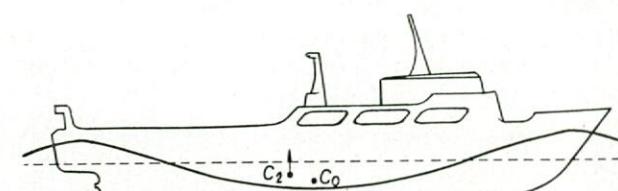
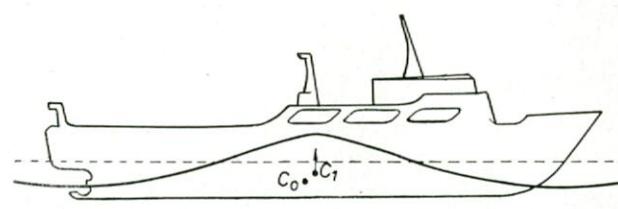


Fig. 6-3

miento del pórtico fueron creciendo. Los gatos hidráulicos que manejan los pórticos son capaces de efectuar tracciones de 35 toneladas cada uno y el sistema hidráulico funciona a presiones de trabajo de hasta 250 kilogramos. Podemos imaginarnos las dificultades que esto supone existiendo conexiones elásticas, que además están sometidas a los embates del tiempo, golpes ocasionados por las puertas de pesca, etcétera.

Este sistema ha tenido otras derivaciones como han sido el pórtico fijo, que se ha empleado por primera vez en el mundo en el buque español "Toula", en el que el movimiento del pórtico fue sustituido por la adición de dos grúas eléctricas giratorias concéntricas con la base del pórtico y que permite realizar la maniobra de una forma parecida al pórtico móvil.

Los sistemas de pórtico presentan respecto a la rampa la grandísima ventaja de que no es necesario disponer de un espacio tan grande de cubierta despejada a popa, no existe inconveniente en que la maquinaria del buque esté a popa, porque ya los escapes de los motores no interfieren con la maniobra, y se dispone de un amplio espacio de trabajo sobre la propia cubierta superior.

Sin embargo, es comúnmente admitido que la rampa es el sistema que permite realizar la maniobra de la manera más rápida.

Evidentemente la dificultad a que aludimos antes en relación a las cualidades marineras del buque no permiten utilizar la rampa en buques que tengan menos de 40 metros de eslora entre perpendiculares.

## 2.1. La maquinilla de pesca y sus problemas.

Un aspecto fundamental que hay que tener en cuenta en el proyecto de buques pesqueros es la maquinilla de pesca.

Hace 10 años todavía se construían las maquinillas simplemente accionadas por correas desde la cámara de máquinas por medio de unas poleas a proa del motor principal o por medio de un motor auxiliar.

Cuando el par era muy grande y la velocidad era muy pequeña, se dejaba que resbalase la correa para que el motor diesel pudiera recuperarse.

El filaje, es decir, el soltar el cable se hacia desembragando el motor de accionamiento y controlando la velocidad de desarrollo de los cables por medio de los frenos de cinta de la maquinilla.

En la actualidad el sistema más extendido de accionamiento es el eléctrico Ward-Leonard. Las curvas características de par revoluciones en el eje del motor de accionamiento de la maquinilla son las que representamos en la figura 7, y puede observarse que lo normal es que el par de calaje sea 1,5 veces el normal y que la velocidad a tracción 0 sea del orden de 2 veces la velocidad normal.

Al traducir ahora estas cifras a tracciones y velocidad en el propio cable, resulta que la influencia

del número de capas de cable que hay arrolladas en los tambores es más grande, con lo que llega a obtener valores como los que representamos en las figuras, donde indicamos la característica tracción-velocidad con carrete lleno y vacío, pudiendo observarse las grandes diferencias que existen entre uno y otro.

El filaje en las grandes maquinillas presenta dificultades de mucha mayor consideración, puesto que si se hace sobre freno, la cantidad de energía absorbida por éste y que hay que disipar es tan grande, que las cintas pueden llegar a ponerse al rojo. Entonces hay que pensar en otro sistema que absorba la ener-

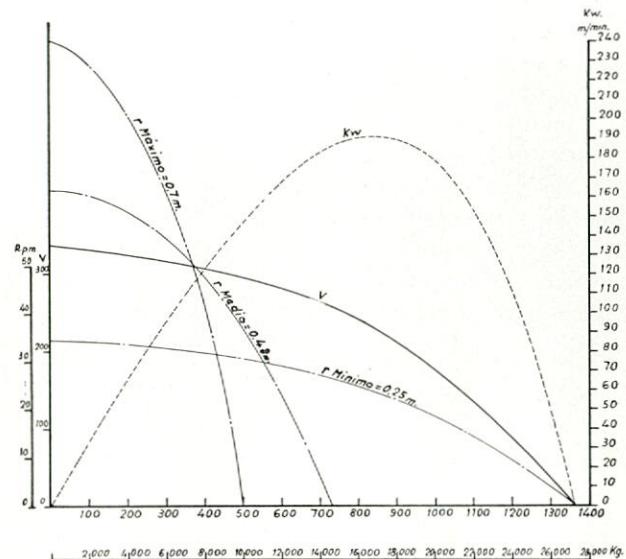


Fig. 7

gía, que puede ser la reversión del propio sistema Ward-Leonard, actuando el motor de accionamiento de la dinamo como motor eléctrico y a su vez el motor diesel que acciona la maquinilla como compresor.

Aunque en principio parece que este sistema es perfecto, puede darse el caso de que Capitanes poco cuidadosos fuerzen la marcha del buque durante el filaje. Entonces aumenta considerablemente el número de revoluciones de todo el sistema y puede llegar a embalarse el motor diesel. Para evitar este inconveniente se utilizan resistencias eléctricas de descarga que disipan a la atmósfera el calor absorbido o bien frenos eléctrico-magnéticos del tipo de corrientes de Foucault, similares a los que se usan en los catímones de gran tonelaje.

El accionamiento de la maquinilla eléctrica forzadamente ha de realizarse a tensión variable, lo cual implica la colocación a bordo de una dinamo especialmente destinada al caso. En recientes instalaciones hemos evitado este inconveniente haciendo que las dinamos principales puedan tener o bien una excitación Compound normal o bien una excitación independiente similar para la tensión variable. Con ello se ha conseguido que cualquiera de las dos dinamos principales pueda servir para dar tensión a la ma-

quinilla o bien para dar servicio a la congelación y al resto del buque, actuando una de respeto de la otra indistintamente.

De momento todavía no se ha resuelto de una manera satisfactoria el problema del accionamiento de la maquinilla con corriente alterna directamente, ya que hasta ahora ha sido imposible conseguir motores de corriente alterna cuyas curvas características de funcionamiento se parezcan siquiera a las que hemos indicado anteriormente que parecen ser las deseables.

Por otra parte, es muy de desear la corriente alterna a bordo para el accionamiento de los motores de los compresores, bombas, alumbrado, etc., pero puede decirse que el problema de la maquinilla de pesca es el que hasta el presente ha obstaculizado la adopción de la corriente alterna a bordo de buques pesqueros.

Como es natural en muchos casos se han tomado soluciones tales como la colocación de un grupo convertidor, la utilización de convertidores de par hidráulico de la maquinilla, pero como es natural todas estas soluciones son caras y por lo tanto parece que el procedimiento más en favor hoy en día es el de accionamiento directo en corriente continua.

## 2.2. *El problema de la propulsión.*

Con el advenimiento del gran buque pesquero podemos decir que este es el último problema que se ha solucionado en lugar de agravarse. En efecto, en buques con potencias del orden de los 500 BHP. se da la circunstancia que durante el arrastre que normalmente se verifica a velocidades del orden de 4 nudos, la hélice resulta pesada, es decir, que absorbe un par muy grande a revoluciones muy pequeñas. En cambio durante la marcha libre el par es menor y las revoluciones son más altas.

Esta variación de regímenes de funcionamiento de los motores propulsores de los buques pesqueros es el que prácticamente ha eliminado al motor de dos tiempos de la propulsión de los mismos, puesto que a pocas revoluciones y presiones medias altas, la combustión en motores de dos tiempos es en general deficiente, produciéndose el consiguiente ensuciamiento de lumbres, etc.

Esto hacía que las hélices de los buques pesqueros tradicionales fuesen del tipo denominado de compromiso, es decir que se calculaban para que en marcha libre, a todas las revoluciones, absorbiesen nada más que un 90 por 100 del par normal del motor.

Al crecer el tamaño del buque pesquero, sin embargo, el problema ha evolucionado por que el aparejo no ha crecido tanto como el propio buque, y porque el pesquero es siempre un buque muy rápido en relación a su tamaño. En general resulta que en el arrastre la potencia absorbida en la hélice es tan pequeña que el par no llega casi nunca a su valor normal, y por lo tanto las hélices pueden calcularse para marcha libre como en un buque mercante corriente.

Claro está que el problema presenta variadas facetas según el lugar donde haya de pescar el buque. Si éste se destina a pescar en las playas limpias y relativamente poco profundas como África del Sur, el aparejo, aun cuando sea grande, resulta relativamente ligero. Sin embargo, si el buque se destina a la pesca del bacalao en aguas del Atlántico Norte, donde es necesario emplear grandes aparejos, preparados para pescar en fondos rocosos, provistos de grandes rodillos, etc., el problema se hace más grave.

El problema de combinar los auxiliares con el motor principal, es muy tentador en un pesquero de este tipo. En efecto, en las diversas situaciones, las necesidades de potencia instalada (en motores diesel, se entiende) para un buque de unos 60 metros son las siguientes:

### 1. *En navegación hacia caladero:*

Motor principal .....	2.000 BHP.
Auxiliares del buque .....	50 BHP.
Total .....	2.050 BHP.

### 2. *Durante la pesca:*

Motor principal, potencia requerida ...	1.200 BHP.
Maquinilla de arrastre .....	350 BHP.
(Sólo al izar el aparejo, el resto está parado o funcionando sin carga) ...	
Congelación .....	350 BHP.
Auxiliares buque y conservación .....	150 BHP.
Total .....	2.050 BHP.

### 3. *Viaje de vuelta:*

Motor principal .....	2.000 BHP.
Auxiliares buque y conservación .....	150 BHP.
Total .....	2.150 BHP.

#### 2.2.1. *La propulsión Padre-Hijo.*

La primera solución apuntada fue la llamada Padre-hijo, que consiste en dos motores engranados, de distinta potencia, con embrague en el menor y hélice de palas orientales. En nuestro caso sería:

Motor principal .....	1.650 BHP.
Motor hijo .....	350 BHP.
Motor auxiliar: 2 por 50 BHP (con uno de reserva) .....	

Esta solución se adoptó por primera vez en buques no congeladores, el motor hijo se acopla para la marcha libre, y durante la pesca, se desacopla y mueve la dinamo del grupo Ward-Leonard de la maquinilla.

Los dos auxiliares de 50 BHP. producen energía para los servicios del buque en todo momento.

En unos buques congeladores actualmente en construcción en Portugal con proyecto nuestro, hemos ido a una solución más perfeccionada, consistente en principio en vez de acoplar el motor hijo por medio de un engranaje, hacerlo eléctricamente, colocando en la línea de ejes un motor dinamo.

Durante la marcha libre, el motor hijo acciona su dinamo que a su vez acciona el motor eléctrico de la línea de ejes, de modo que tenemos:

Motor principal .....	1.650 BHP.
Motor hijo 350 BHP 230 Kw. ....	280 BHP.
Total para la propulsión.....	1.930 BHP.

Durante la pesca, el motor hijo a través de su dinamo proporciona corriente a tensión constante para la congelación, el motor de la línea de ejes se convierte en dinamo de tensión variable para la maquinilla, y tenemos:

Potencia requerida para la propulsión.	1.200 BHP.
Potencia requerida por la dinamo al eje.	
230 Kw. ....	350 BHP.
Potencia requerida al motor principal.	1.550 BHP.

Finalmente en este caso, un grupo de 150 BHP proporciona la energía necesaria para la conservación de bodegas y servicios del buque. La potencia total instalada es, pues:

Motor principal .....	1.650 BHP.
Motor hijo .....	350 BHP.
Motor auxiliar .....	150 BHP.
Total .....	2.150 BHP.

Ambos sistemas requieren hélice de palas orientables.

Si hubiéramos independizado los servicios, habríamos necesitado:

Motor principal .....	1.930 BHP.
Motor para maquinilla .....	350 BHP.
Motor para congelación .....	350 BHP.
Motor para servicios auxiliares .....	150 BHP.
Total .....	2.780 BHP.

O sea, un 30 por 100 más que en el caso anterior.

Es de hacer notar que en ningún caso hemos considerado grupos de reserva. Tampoco las potencias indicadas son exactamente las de los buques aludidos, pero lo hemos indicado así para mayor claridad en la exposición de las ideas.

Aparentemente esta solución es ideal pero tiene en su contra:

1. Que requiere hélice de palas orientables.
2. Que el generador de la línea de ejes es lento y complicado, y por lo tanto, caro.
3. La complicación en los servicios eléctricos es considerable en el caso de padre e hijo eléctrico.

Si hubiéramos ido a una propulsión diesel-eléctrica, la potencia equivalente instalada habría tenido que ser:

*En marcha libre.*

*En la red de a bordo:*

Al eje .....	2.000 BHP.	1.650 Kw.
Auxiliares .....		100 Kw.
Total .....		1.750 Kw.

*En pesca.*

*En la red de a bordo:*

Al eje .....	1.200 BHP.	980 Kw.
Maquinilla .....	350 BHP.	290 Kw.
Congelación .....		240 Kw.
Auxiliares .....		100 Kw.
Total .....		1.610 Kw.

La maquinilla no puede acoplarse directamente a la red por ser a tensión variable.

Vemos, pues, que prescindiendo de las reservas necesarias, es preciso instalar 1.750 Kw., o sea unos 2.650 BHP., es decir, un 23 por 100 más de potencia que en el caso inicial.

Claro está que los motores diesel pueden ser más rápidos en este caso, pero en general, el precio del equipo diesel-eléctrico es mucho más elevado que el de las otras soluciones.

Por los motivos indicados anteriormente, hemos preferido normalmente hacer nuestras instalaciones independizando el motor principal de los motores auxiliares y acoplándolo sólo a la hélice.

Los grupos electrógenos para maquinilla y para congelación los hemos hecho idénticos, dotando a las dinamos de excitaciones especiales que pueden hacerse compound normal para tensión constante e independiente con una excitatriz para tensión variable. Esto les permite servir de reserva uno de otro.

### 3. ORIENTACIONES FUTURAS

El proceso que sigue el pescado a bordo de buques es el siguiente:

1. Pesca o captura.
2. Selección.
3. Proceso incluso congelación.
4. Almacenaje.
5. Transporte a España.
6. Descarga.

Hasta ahora, en los congeladores de altura se ha seguido la tendencia de realizar todas estas operaciones en un solo buque.

En efecto, tanto para arrastrar un buen aparejo como para congelar lo que éste pesque, hemos visto que hace falta instalar una potencia considerable.

A bordo del pesquero hay que alojar tripulaciones numerosas; se suele tomar como regla que hace falta un hombre por tonelada/día a congelar, además de personal de máquinas, fonda y oficiales. Esto nos da 45 hombres en un congelador de 30 toneladas/día.

Todo esto nos lleva a buques grandes, de 50 a 60 metros de eslora con volúmenes de bodegas del orden de los 1.000 metros cúbicos.

Sin embargo, un buque de este tipo en caladeros alejados 6.000 millas de España invertirá en la campaña:

Viaje de ida .....	20 días
Pescando, 15 toneladas/día; 500 toneladas.	33 días
Tomando consumo, etc. ....	2 días
Viaje de vuelta .....	20 días
Descarga en España .....	5 días
<hr/>	
Total .....	80 días

Con tiempos necesarios para reparaciones, etc., resulta que este buque hará cuatro campañas al año, y que de todo este tiempo estará pescando:

$$4 \times 33 = 132 \text{ días}$$

Es decir, que el buque está pescando y congelando, o sea aprovechando al máximo sus instalaciones y sus posibilidades poco más que la tercera parte del tiempo. Sus costosos equipos de congelación y pesca permanecen inactivos la mayor parte del año. Evidentemente al aumentar la bodega del barco, aumenta la proporción favorable, pero esto tiene un límite y por otra parte el aumentar el tamaño del barco no aumenta la posibilidad de pesca.

Por lo tanto, parece evidente que el sistema de que el propio buque pesquero vaya y vuelva al caladero no es el más rentable y, por lo tanto, hay que mejorarlo.

Como primera solución, el esquema anterior lo cortamos entre los puntos 3 y 4, o sea que el transporte y la descarga se hace en otro buque más barato por tonelada transportada.

Los pesqueros, una vez llenos, transbordan a un mercante frigorífico que se encarga del transporte. Este transbordo forzosamente se ha de hacer en puerto. Esta es la solución que utiliza hoy nuestra flota congeladora. Si pensamos que estos buques han de volver a España dos veces al año, tenemos:

Viaje de ida .....	20 días
2 llenados de bodegas .....	66 días
2 transbordos .....	10 días
Tercer llenado .....	33 días
Tomando consumos, etc. ....	2 días
Viaje de vuelta .....	20 días
Descarga en España .....	5 días

$$\text{Total .....} \quad 156 \text{ días}$$

O sea, que el buque puede llenar sus bodegas 6 ó 7 veces al año, luego estará pescando:

$$7 \times 33 = 231 \text{ días}$$

O sea, el 64 por 100 del tiempo, con lo que evidentemente la rentabilidad mejora.

Este sistema tiene en su contra el que hay que compaginar perfectamente la flotilla pesquera con la de transporte y también que el transbordo es delicado. Este se hace hoy a ritmos de unas 100 toneladas/día.

Con el fin de no prolongar excesivamente este estudio no detallamos los gastos de explotación, pero podemos indicar que el costo de la tonelada de pescado puesto en España con este sistema es aproximadamente el 88 por 100 del que resultaría si el pesquero hiciese sus propios transportes.

Por otra parte, un gran volumen de bodegas, fundamental cuando el buque tenía que volver con su carga, ya no lo es y por tanto como primera solución para el futuro podemos pensar en buques más pequeños, con buenos equipos de congelación, y con unas bodegas no excesivamente grandes, cuyo volumen sea el que resulte de incorporar en ellos equipo de pesca, motor y equipo de congelación para poder producir 20 toneladas de pescado al día. Estos buques se combinarían para descargar un grupo de ellos a un transporte en un puerto que esté a 2 ó 3 días del caladero.

Evidentemente la proporción de días útiles sería la misma que en el caso anterior, aunque las navegaciones hasta España sean más largas.

Hemos desarrollado un estudio de un buque de este tipo que mostramos en la figura 8. Con un volumen de 400 metros cúbicos tiene capacidad para 200 toneladas de pescado, o sea que tiene que descargar cada 10 ó 12 días. La campaña normal puede ser, pues, 15 días o sea, hacer 18 campañas al año contando con 2 venidas anuales a España.

En este caso, la tonelada de pescado producida resulta al 60 por 100 del precio de la primera.

Este sistema requiere la agrupación de un cierto número de buques para transbordar simultáneamente a los buques transporte.

El segundo sistema que se propone consiste en cortar la "cadena" un poco más alto, o sea entre el eslabón 2 y 3 en vez de cortarla entre el 3 y 4 como antes.

Este sistema emplearía pequeños buques pesqueros, preferentemente del sistema "pareja", tan acreditado como excelentes pescadores, y un buque factoría en el que se realizasen las operaciones restantes incluso el transporte.

Un buque de estos trabajaría con seis u ocho pequeños, que pescarían fácilmente las 100 ó 120 toneladas diarias necesarias para que el factoría con-

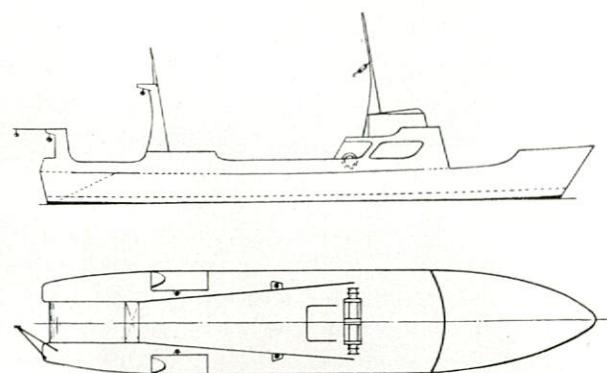


Fig. 8

gele diariamente 50 ó 60 toneladas. Es decir, que por un lado dividimos la función "pesca" confiándola a pequeñas unidades que han demostrado ser más eficaces.

Por otro concentraremos en una gran unidad la función "proceso" o congelación con lo que ésta se hace con menos personal y con un costo inicial más bajo, en otras palabras, agrupamos en el transporte las instalaciones de congelación de los pesqueros.

El transbordo de las capturas ya no se hace abarriendo barco a barco, sino que hemos estudiado este buque en forma que la pesca se pueda transferir en el mar en la siguiente forma:

Cuando la pareja (lo mismo se podría hacer con bous) lleva el aparejo a la superficie el factoría se acerca por la proa y lanza un cabo a cada uno de los buques pesqueros.

El aparejo se engancha en estos cabos y se arrasta por la superficie hasta el factoría, donde se izá a

bordo por medio de grúas eléctricas o de una rampa que puede estar a popa o al costado del buque.

El copo se vacía a bordo y se devuelve el aparejo a los pesqueros que comienzan un nuevo lance. Entonces el factoría se va en busca de otra de las parejas.

A nuestro entender este es el sistema más racional porque:

a) Emplea para pescar pequeñas unidades muy eficaces.

b) Agrupa los trabajos de proceso en una gran factoría, disminuyendo los costos considerablemente, en lugar de tenerlos repartidos en una serie de buques menores.

c) En las circunstancias actuales en que España posee una magnífica flota de pesqueros no congeladores muy modernos y eficaces, permite el empleo de esta flota.

Hemos desarrollado también este tipo de buque, cuyo tamaño, como es natural, ha de variar en función del número de buques menores con los que va a trabajar. En general, podemos decir, sin embargo, que no debe pasar de 100 metros de eslora a fin de que las maniobras sean fáciles. La capacidad de congelación debe ser de 80 a 100 toneladas día y el buque debe tener posibilidades de suministrar consumos y pertrechos a los pesqueros.

Naturalmente, estos buques han de trabajar en parejas, a fin de que uno esté en el caladero con los pesqueros mientras el otro efectúa el viaje de regreso para la descarga.

Existe una ventaja adicional con este sistema que es que la pesca se puede realizar en cualquier lugar, con entera independencia de tierra, evitando así las complicaciones de orden político que pudiera haber con los países cercanos a los caladeros.

Con este sistema el costo de la tonelada producida viene a ser el 50 por 100 del precio de la primera.

Vemos, pues, que la tendencia es a buques pesqueros más pequeños que los que se están construyendo actualmente, acompañados de una flota de buques transportes frigoríficos o de buques factoría.

## DISCUSION

*Don Javier Pinacho.*

En primer lugar, respecto al plazo de duración del pescado congelado se dice que puede durar hasta un año. Yo he tenido ocasión de ver uno congelado con más de seis años en las instalaciones de Gaeta. El sistema utilizado para esta congelación consiste en lo siguiente: se congela el pescado a bordo y se mete en una bolsa de plástico en la cual se hace el vacío.

Respecto al glaseado, como el pescado congelado está poco extendido en España, al público no le importa si se hace o no; pero hay que pensar en los países extranjeros y el mercado italiano, por ejemplo, exige el glaseado en todos los pescados.

El señor Akerman habla de los pesqueros que una vez llenos transportan la carga a un buque frigorífico y por otra parte del buque de pesca tradicional. Yo creo posible el núcleo formado por el pesquero tradi-

cional el buque congelador y el buque transporte frigorífico. Una empresa española está ya transportando pescado desde buques tradicionales a buques congeladores y la calidad del pescado es buena y el coste barato.

Finalmente, sobre las bakas y las parejas se da a entender que es preferible la pareja, y yo creo que esto depende del tipo de pescado que se quiera pescar. Por ejemplo, los alicantinos, que son los especialistas en la pesca del calamar, emplean la baka.

*Señor Akerman.*

Empezaré contestando a la última pregunta. Efectivamente, el tipo de barco a emplear depende del sistema que se emplee y de lo que se vaya a pescar. Si me he referido a la pareja ha sido mencionando el hecho de que estadísticamente es este el buque que más toneladas pesca en relación a su tamaño. Evidentemente las técnicas son completamente distintas y las cantidades aportadas son también distintas.

En cuanto al plazo de conservación de seis años por medio del vacío ya conocía ese procedimiento; yo me había referido a la congelación normal que se hace en todos los barcos. No sé de ninguna compañía que haya empleado el otro sistema en España.

El glaseado no se hace, bien porque no quieren o porque el mercado no lo exige. El pescado congelado está empezando ahora a consumirse en España, aunque tiene menor aceptación que el otro. En realidad debiera ser al contrario, puesto que el pescado normal lleva a lo mejor tres semanas en hielo, por lo que el estado de putrefacción está más adelantado que en el otro que se congela recién pescado.

En lo que se refiere a las tendencias futuras, la posibilidad indicada existe y parece ser que alguna Sociedad construirá barcos factoría que congeleen lo que pesquen otros.

*Señor Avilés.*

En relación con la dificultad que presentan los túneles de congelación por la potencia absorbida, ésta depende del número de túneles, pero es mucho mayor que cuando hay armarios. La variación de la potencia del motor con la temperatura de evaporación a lo largo del proceso, tiene varias soluciones. Una de ellas es el motor de 2 velocidades, pero este motor puede ser más caro que uno mayor de una sola velocidad.

Desearía, además, hacer varias preguntas:

¿Es grande el perjuicio que sufre el pescado y el aparejo al ser arrastrados por la rampa de popa? ¿Cómo influye en la calidad del pescado el tiempo que transcurre entre la pesca propiamente dicha y la congelación?

Sobre las comparaciones con motores padre-hijo, me gustaría saber algo relacionado con el punto de vista del coste inicial.

Sería interesante una idea sobre la tendencia de la situación de la cámara de máquinas, pues hasta ahora ha estado, en los barcos de arrastre por popa, situada en la proa y parece que se empieza a extender la situación a popa. Por último, sobre estos últimos barcos congeladores factorías; a qué se llama transbordo inmediato de la pesca?

*Señor Akerman.*

Respecto a los "picos" de potencia, desde luego, existe una marcada diferencia a favor del armario. La razón es porque el túnel da dos cargas diarias. Un armario de siete toneladas no existe. Los armarios suelen ser de tres toneladas (por día) y las cargas son mucho más pequeñas. El armario congela en cuatro o cinco horas, por lo que la capacidad de pescado introducido es la décima parte que el que introducimos en el túnel; esto supone que la aportación de calor en el conjunto del circuito frigorífico es mayor en el túnel que en el armario, y la punta de potencia más grande.

En cuanto al motor de dos velocidades, estoy de acuerdo en que puede ser más económico el poner un motor más grande. Lo único que me ha inducido a citar este sistema, es como ejemplo de uno de los que se pueden emplear. Casi todos los fabricantes tienen compresores en los que se eliminan cilindros.

El siguiente, es un tema muy discutido y depende de tres factores: El primero es el tipo del pescado, ya que no es lo mismo pescar merluza que bacalao, puesto que éste es más duro y soporta mejor los golpes que determinadas calidades de merluza. El segundo depende del capitán y del tiempo; si el capitán hace la maniobra con proa al mar y el tiempo es malo, será inevitable que el copo se lleve golpes, pero si el mar permite que se pueda atravesar para recoger el aparejo, los perjuicios serán menores. El tercero depende del cuidado con que se haga la maniobra, si cobra muy deprisa es más probable que se estropee más que si la hace con suavidad.

En cuanto al tiempo que transcurre entre el momento en que el pescado sube a bordo y se inicia la congelación, hay varios criterios. Hay quien opina que el tiempo debe ser exacto. Hay otros que no se preocupan de esta cuestión y congelan cuando pueden, porque una cosa es lo que se quiere hacer y otra lo que se puede hacer en ese momento determinado. En general, se sigue el criterio de que deben de transcurrir unas seis o siete horas desde que se ha pescado, antes de congelarle, pero no está definido porque también depende de las temperaturas a bordo.

No hemos querido hacer la comparación del coste inicial de los equipos propulsores porque depende de la casa que haga los motores y no hemos querido decírnos por ninguna, para no demostrar preferencias.

Respecto a la disposición de la cámara de máquinas, en los pesqueros, la posición tradicional ha sido

siempre a popa. En los primeros barcos de pesca por popa la hemos puesto al centro, porque para la maniobra hay que dar un reenvío a la chimenea o a un poste y exige que la cubierta esté completamente despejada a popa. Cuando el tamaño del barco lo permite, ponemos las máquinas a popa con escapes laterales. Por transbordo inmediato se entiende el que se efectúa con el pescado dentro de la red.

*Señor Sendagorta.*

Creo que en los buques de pasaje se presenta también el problema de las evacuaciones y yo creí que estaba solucionado con eyectores. En cuanto a la propulsión parece que se ha llegado a la conclusión de poner un motor muy grande y grupos electrógenos grandes. Por otra parte, creo que el hombre es uno de los elementos básicos del buque y por baratos y eficientes que sean los elementos de maquinaria a bordo, no hay que olvidar que hace falta gente que los maneje.

*Señor Akerman.*

Sobre la cuestión de residuos efectivamente se han probado sistemas parecidos a los de evacuaciones de residuos en barcos de pasaje, pero ciertamente no han sido tan eficientes como lo que se esperaba. Se sigue trabajando en este campo en ese sentido.

Respecto al sistema de propulsión, he dejado en el aire sobre cuál era mejor, porque el proyectista elegirá según su experiencia. Sin perder de vista la cuestión de la tripulación, que es bastante grave.

*Señor Crespo. Don Rafael.*

El cálculo de la hélice no es sencillo. Si la hélice se calcula para el barco en navegación libre, cuando se la hace trabajar a cuatro nudos, el grado de avance será demasiado bajo y el rendimiento disminuye extraordinariamente. Creo que posiblemente convienen las hélices de palas orientables.

Respecto a la cuestión de las puertas ovales, son deseables. Hace catorce años tuve necesidad de proyectar un equipo de rastreo por cometas y realicé una cometa igual a un pequeño avión de ala gruesa, pero trabajando en el plano vertical. La cometa iba suspendida del extremo de un ala, de un flotador de superficie y en el otro extremo iba provista de un lastre.

El conjunto era remolcado por un cable que se unía a la cometa por un pie de gallo, lo que permitía regular el ángulo de ataque. Al fondear la cometa en marcha se colocaba en posición y se abría un ángulo de 45 grados o más, con el rumbo de remolque.

*Señor Akerman.*

En lo que se refiere a las puertas ovales somos de la misma opinión: parece lógico usarlas. En cuanto a la hélice de palas orientables, a lo que más temen es a las averías en las palas, sobre todo cuando han ido a pescar lejos. Además, tienen peor rendimiento, por el tamaño del núcleo. Puedo citar el caso de dos barcos idénticos: uno con palas orientables y otro con palas fijas. Con el primero de ellos se consiguió más velocidad y también más tracción. Aunque es posible que el de palas orientables estuviera mal calculado. Depende del caso: la solución para 500 caballos no puede ser igual que para 3.500.

*Señor Díaz Espada.*

La solución de las maquinillas movidas por correa es bastante satisfactoria en barcos pequeños. En el año 34 pusimos el accionamiento eléctrico en dos barcos. El único inconveniente es el precio en barcos de tamaño medio. Cuando la potencia de la máquina es parecida, es una solución, porque tiene la ventaja de la elasticidad.

Lo de las puertas también es una cosa antigua; hace treinta años se discutió este tema e incluso los sistemas de cometas, pero no ha prosperado porque el trabajo de la puerta en el fondo del mar es muy grande y es muy difícil que una cometa pueda sopportar estos golpes.

Echo de menos la solución de subdividir la potencia por transmisión hidráulica, una solución que es muy fácil.

*Señor Mazarredo*

En relación con las condiciones en que se encuentra el barco sobre la ola, estamos actualmente calculando en la Asociación de Investigación la estabilidad que realmente tiene el barco cuando navega en una mar tendida con la misma dirección y velocidad que las olas. Se ha hecho un programa para hacer estos cálculos por ordenador electrónico, y como de dichos cálculos resulta la posición del Centro de Carenado se puede hallar también la estabilidad longitudinal. Este estudio es, en principio, simplemente comparativo y orientado precisamente a pesqueros, por ser este tipo de barcos los que pueden encontrarse en condiciones más peligrosas por pérdida de estabilidad.

En cuanto a las hélices, creo han de depender de la clase y servicio del barco que han de propulsar. En el caso particular de los pesqueros pequeños que hubieran de trabajar con uno o más buques transportes podría ser una solución el empleo de hélice con tobera, ya que estos barcos no tendrían por que tener una velocidad elevada, por entregar la pesca a un

barco próximo, y en cambio habrían de tener unas condiciones óptimas para el arrastre.

Por último, acerca de la conveniencia de variar el número de cilindros de un compresor frigorífico o la velocidad del motor que lo mueve, parece preferible disminuir el número de cilindros durante el período de enfriamiento. Ya que la mayor potencia es debida fundamentalmente a que el número de kilos de fluido que evoluciona por revolución es mayor, por serlo también su peso específico. Por lo que al variar el número de revoluciones disminuiríamos la potencia, pero como el par motor permanecería prácticamente constante, si bien se habría solucionado el suministro de energía no lo estaría del todo el problema del motor eléctrico que habría de tener un par motor innecesariamente elevado en esas condiciones de baja velocidad.

*Señor Micó.*

En la instalación de los medios de congelación se ha seguido una corriente que nos viene de fuera. La ventaja de los armarios de congelación es muy grande. No se ha citado una ventaja adicional y es que no se usa el aire. Se utilizan con alguna frecuencia máquinas de congelación por contacto. Yo creo que merece la pena pensar también en la presentación: El pescado congelado se vende en vitrinas congeladoras que son muebles muy delicados y tienen lunas

para la exposición del pescado, por lo que no es conveniente introducir en ellas una carga muy grande. También es recomendable que los bloques sean pequeños para su transporte. Por lo tanto, no parece conveniente el sistema de congelación en grandes bloques. Llamo la atención sobre que al proyectar el equipo de congelación tengan en cuenta que esté siempre a punto. En cuanto a la duración del pescado congelado yo he consumido pescado congelado de catorce meses y no me ha ocurrido nada. Esta conservación se ha hecho envolviendo el pescado en bolsas y luego metido en cajas; el uso de la bolsa de cartón craft es muy conveniente.

*Señor Akerman.*

En este aspecto podíamos habernos extendidos más sobre el problema del tratamiento del pescado, pero la idea nuestra ha sido presentar la cuestión de una manera general para aquellos que no estén en el problema de la pesca. En cuanto al tamaño de los bloques su influencia no es decisiva para alterar el proyecto del barco, aunque éste tenga que suministrar un mercado y hacerlo de la forma más conveniente. También tenemos que pensar que estamos en un período de evolución. El comercio dentro de dos años se desarrollará en unos términos distintos que nos obligarán a instalar otras máquinas en nuestros barcos.

---

# LA ELECCION DEL TIPO DE REACTOR Y SU INFLUENCIA EN EL PLAN DE DESARROLLO ECONOMICO Y SOCIAL ESPAÑOL (\*)

Por AMALIO SAIZ DE BUSTAMANTE

Ingeniero Naval

*En el Plan de Desarrollo Económico y Social español están previstas tres centrales nucleares de 300 MW(e). Sin embargo, no hay indicación del sistema nuclear a utilizar.*

*La elección del reactor tendrá consecuencias directas marcadas en la economía global del país. No sólo por el coste del KWh., sino también en otros sectores económicos, en especial, por la posible demanda a los fabricantes de bienes de equipo y la nacionalización de los combustibles nucleares. Con objeto de conocer la participación de la industria española en la construcción de un reactor magnox típico, se ha formado un Grupo de Estudio entre compañías españolas que cubren la totalidad de la ingeniería de una central civil (mecánica y eléctrica) y una sociedad inglesa. Como resultado de estos estudios, parece posible una participación española del 50 por 100 en el suministro del equipo. En el anexo se describen los principales componentes de una central con reactor Magnox y el porcentaje correspondiente de fabricación nacional.*

Como es bien conocido en el Plan de Desarrollo Económico y Social español (1964-1967), están previstas tres centrales nucleares de 300 MW(e) de potencia instalada, debiendo comenzarse la construcción de la primera a mediados de 1965, para estar terminada a mediados de 1969. Sin embargo, no hay indicación en el Plan del sistema o sistemas nucleares a utilizar, dejando esta vital cuestión para decisiones futuras.

Es indudable que la elección del tipo de reactor, tendrá una influencia marcada no sólo sobre el coste de la energía generada, sino también, de una manera directa, sobre otros sectores económicos básicos. Entre éstos hay que citar la minería y concentración del uranio y posible establecimiento de una industria nacional de combustibles nucleares, así como al sector de construcción de maquinaria. Los efectos sobre el coste de Kwh y sobre las posibilidades de fabricación en España de los diferentes tipos de combustibles nucleares, han sido ya estudiados en este Simposio, por lo que me referiré únicamente a la demanda que el reactor elegido efectuaría sobre el sector de construcción de maquinaria; cuya balanza comercial es tradicionalmente deficitaria. Es decir, tomando en consideración el coste en las divisas a lo largo de la vida de la central, la elección del sistema nuclear puede mejorar o empeorar la situación crónica de nuestra balanza comercial.

Bajo el punto de vista de importación del equipo capital, la principal diferencia entre los reactores de agua y los reactores magnox, está en los componentes

mecánicos no convencionales de la central y una mayor obra civil en los últimos.

Es muy improbable que en el presente decenio, pueda pensarse seriamente en la nacionalización de la fabricación de los recipientes de presión e intercambiadores de calor principales, para grandes centrales con reactores de agua. Sin embargo, la adopción en los proyectos de reactores magnox de recipientes de hormigón pretensado, en vez de los ya clásicos recipientes esféricos de unos 20 m. de diámetro por 10 milímetros de espesor soldados a pie de obra, con chapas comprobadas por ultrasonidos, abre una gran oportunidad a la industria española. Hay que añadir que la utilización del hormigón prensado en esta construcción no excluye la calderería. Por ejemplo la fabricación de un recipiente para una central tipo Oldbury exige como 1.300 toneladas de acero.

Desde la creación de la J. E. N. ha existido siempre, tanto en los medios oficiales como privados, una preocupación y una inquietud por la posible participación de la industria española en nuestro programa nuclear. Esto ha tenido como primer efecto la formación con participación de destacados ingenieros extranjeros y nacionales, de comisiones o grupos de valoración de nuestras posibilidades industriales. En general, existe una confianza casi absoluta en lo que se refiere al reconocimiento del magnífico potencial de nuestra industria, e incluso se han publicado porcentajes de fabricación nacional y extranjera. Sin embargo, aunque estos estudios constituyen una magnífica base inicial, tienen el inconveniente de la falta de responsabilidad financiera. Por otra parte, el factor tiempo debe jugar un papel importante, ya que

(\*) Presentado en el Simposio de Energía Nuclear Hispano-Inglés celebrado en Madrid del 23 al 25 de noviembre.

aquellos que quizás no sea posible construir en el primer reactor, sí lo podría ser en los siguientes, si se adoptase el criterio de la standarización, al menos para los tres primeros reactores de 300 MW(e).

Con objeto de evitar el inconveniente apuntado más arriba, de la falta de responsabilidad financiera, se ha formado un Grupo de Estudio entre diversas compañías privadas españolas que entre si se complementan cubriendo los aspectos de ingeniería civil, eléctrica y mecánica, y una sociedad de ingeniería inglesa. En el momento actual se está llevando a cabo el estudio de una central típica de 300 MW(e) teniendo las compañías españolas pleno acceso a los planos constructivos y especificaciones de los diversos componentes. De esta forma queda en manos españolas la decisión de construir el equipo o parte del mismo. Así como un compromiso normal en el precio. En esta primera aproximación, se considera que no deberán hacerse inversiones significantes, aunque sí se tiene ya la impresión que serán necesarias, quizás principalmente en la parte mecánica, ciertas modificaciones en la organización de las empresas.

Es aún prematuro indicar, cuál sería la participación inglesa y española en la construcción de una central equipada con un reactor magnox, aunque sí se está en el convencimiento de que la participación en la fabricación del equipo, no sería inferior al 50 por 100.

En el anexo se indican las principales partidas de que consta una central con reactor magnox de 300 MW(e) y la participación española aproximada, según el estado actual de los conocimientos del Grupo de Estudio.

Otro aspecto muy importante en la elección del tipo de reactor es, la posibilidad que se brinda a la industria española de actuar como primeros contratistas. Con ello se logaría la formación de consorcios españoles que podrían así abordar grandes proyectos industriales, hoy prácticamente en manos exclusivas de firmas extranjeras.

Esta experiencia contribuiría sin duda alguna al éxito del Plan español de Desarrollo Económico y Social.

#### PRINCIPALES COMPONENTES DE UNA CENTRAL NUCLEAR CON REACTOR MAGNOX, POSIBLE PARTICIPACIÓN ESPAÑOLA EN FABRICACIÓN DEL EQUIPO

##### 1. Recipiente de presión.

La participación española podría incluir el recipiente de hormigón pretensado; recipiente metálico interior con el sistema completo de refrigeración, inertos o penetraciones horizontales y verticales, túneles para las soplantes y estructura soporte del hogar. La principal, sino única exclusión, está en el aislante térmico interior formado por láminas y alambres de acero inoxidable y el sistema de pretensado.

El porcentaje español podría cifrarse aproximadamente en un 80 por 100 del coste total.

##### 2. Estructura del hogar nuclear.

Tanto el hogar como el reflector está formado, por una estructura de grafito apoyado en una chapa de 55 mm. de espesor, mecanizada dentro de unas tolerancias muy estrechas y soportadas lateralmente por un cilindro o membrana metálica unido por unas estructuras, que permite un cierto desplazamiento relativo. La contribución española podría ser la totalidad de la estructura metálica y el montaje en condiciones de limpieza de todo el sistema. Por el momento no se prevé que el grafito de pureza nuclear pueda ser fabricado en España en condiciones de una cierta rentabilidad. La participación española sería del 25 por 100.

##### 3. Calderas.

Son del tipo multitubular sin calderín. La participación española puede ser del orden de 35 por 100 incluyendo la construcción total de las calderas construidas con tubos de aletas de importación, tubería exterior de baja presión; pared blindaje de calderas y montaje.

##### 4. Circuito para $CO_2$ .

El circuito principal está situado en el interior del recipiente de presión; formándolo la pared blindaje metálico, con los correspondientes cierres y pasos superior e inferior. Además, existe una pantalla circular y una soplante con su correspondiente turbina por circuito. Como sistemas auxiliares hay una planta de almacenamiento, de filtrado y secado de  $CO_2$ , así como tuberías con los accesorios correspondientes para seguridad por sobrepresión y extracción. La participación española sería de un 20 por 100 debido principalmente a que los soplantes y turbinas motrices deben ser importados.

##### 5. Equipos para el manejo de combustibles nucleares

El elemento fundamental es la máquina de carga de elementos combustibles. La participación española puede ser la estructura metálica y carretón sobre la que va montada la máquina. Además existe una serie de equipos para el manejo y almacenamiento de elementos no radiados e irradiados. En total el porcentaje español sería del orden del 25 por 100.

*6. Instrumentación y equipo de control de la central.*

Se incluyen en esta partida, por una parte, el equipo de control de reactor, su instrumentación, el equipo de detección de combustibles defectuosos (B. C. D.) y el sistema automático de control de la central con un 8 por 100 de participación.

*7. Turboalternador y auxiliares.*

La tendencia actual, como es bien conocido, es para un reactor de 300 MW un turboalternador. No puede pensarse en la nacionalización de la construcción de estas grandes turbo máquinas en el presente decenio. No así el sistema completo de alimentación con sus principales componentes-condensador, enfriadores de purgas, calentadores de baja y alta presión, tubería y montaje. En resumen, el porcentaje español sería del orden del 25 por 100.

*8. Equipo eléctrico.*

Se incluyen en esta partida, con una participación nacional de un 95 por 100 los transformadores, interruptores, baterías, arrancadores de motores eléctricos hasta 200 HP; generador de emergencia con accesorios; cableado y alumbrado de la central.

*9. Equipo mecánico.*

Se consideran en este apartado los sistemas con accesorios de circulación de agua de condensador, tratamiento de agua, sistema de contra incendio, grúas, tanques, etc. El porcentaje español puede ser del orden del 85 por 100.

No se menciona en este anexo la obra civil, por no estar dentro del concepto de equipo. Sin embargo, considerada aisladamente, es la partida más importante y la participación española puede ser del 100 por 100.

---

# SOLDADURA DE PANELES POR UN SOLO LADO DE UNA PASADA

*Ensayos sobre soldadura de chapas por un solo lado, que se han realizado en departamento de buques de la Factoría de Sestao de la Sociedad Española de Construcción Naval bajo la dirección del Ingeniero Jefe de Talleres de Acero y radas, don José Julián Massa Saavedra.*

Recientemente se han publicado los resultados de las experiencias realizadas en varios astilleros para soldar paneles por un solo lado. Simultáneamente se realizaban en la factoría de Sestao de la S. E. de C. Naval, con resultados satisfactorios.

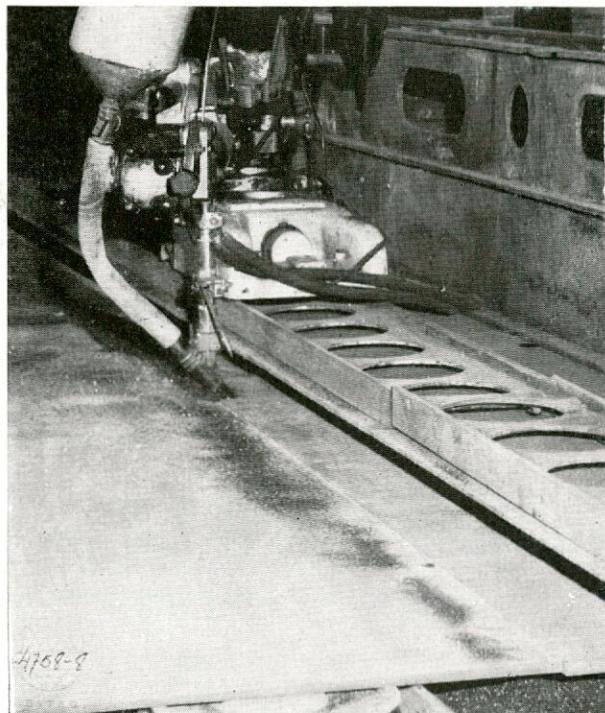


Fig. 1.—Dispositivo para el montaje y funcionamiento de la máquina de soldar.

Hasta ahora se han soldado de esta forma chapas de espesores comprendidos entre 8 mm y 20 mm., con velocidades que varían entre 300 mm. por minuto y 900 mm. por minuto.

Todos los ensayos se han realizado en un dispositivo experimental que consiste fundamentalmente, en un soporte de flux para la parte baja de la unión dispuesto de manera que la presión del fundente se pueda graduar con precisión. Solidarios a este soporte hay dos filas de electroimanes que fijan las chapas a soldar y contrarrestan la presión del fundente. Inmediatamente encima se sitúa el camino de roda-

dura de la máquina, soportado por un pórtico construido expresamente. (Fig. 1).

El equipo de soldar está construido por un tractor para soldadura en arco sumergido de serie, alimentado con corriente trifásica rectificada a tensión constante. La potencia instalada es relativamente grande, ya que en el transcurso de los ensayos, las intensidades han variado entre 600 y 1.400 amperios y las tensiones entre 32 y 44 voltios.

Se emplearon alambres y fundentes comerciales.

La primera consecuencia de la puesta a punto del sistema es un coste más bajo de la unión propiamente dicha; sin embargo, tiene repercusiones más importantes en los costes de la construcción por las razones siguientes:

- la producción por metro cuadrado de taller, puede aumentar notablemente.
- las deformaciones en los paneles, disminuyen o desaparecen.
- se suprimen los inconvenientes de programa (ocupación de mano de obra) derivados del acoplamiento entre armado y soldeo.
- la calidad de la unión, aumenta al suprimir los puntos de armado.
- los costes de la preparación disminuyen (en algunos casos pueden desaparecer totalmente).

Los ensayos se realizaron en tres aspectos distintos:

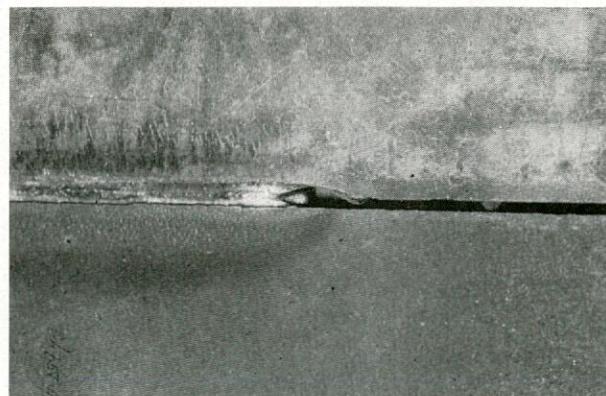


Fig. 2.—Ensayo de preparación defectuosa. La separación de las chapas en el punto en que se interrumpió la soldadura es de 9 milímetros.

1.<sup>o</sup> Determinar condiciones de soldeo que hicieran posible el proceso y fueran aplicables a los grandes paneles de construcción naval.

2.<sup>o</sup> Determinar las tolerancias a la "mala preparación".

3.<sup>o</sup> Realizar ensayos para conocer el comportamiento de la unión.

Con respecto a las condiciones de soldeo, se ensayaron diversos sistemas: un electrodo y dos electrodos (en tandem y en paralelo, gemelos e independientes). Los mejores resultados se obtuvieron con un

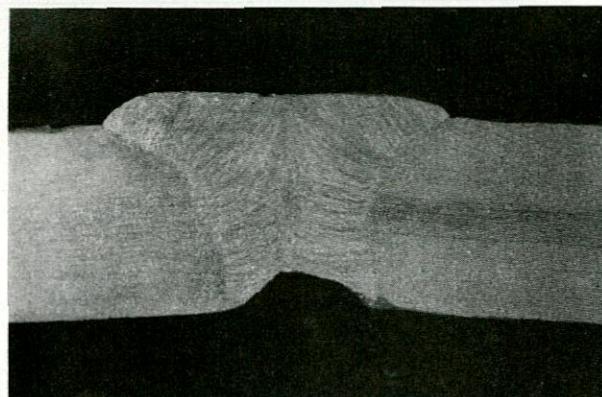


Fig. 3-a.—Influencia de la presión del Flux. La figura corresponde al ensayo realizado con la máxima presión.

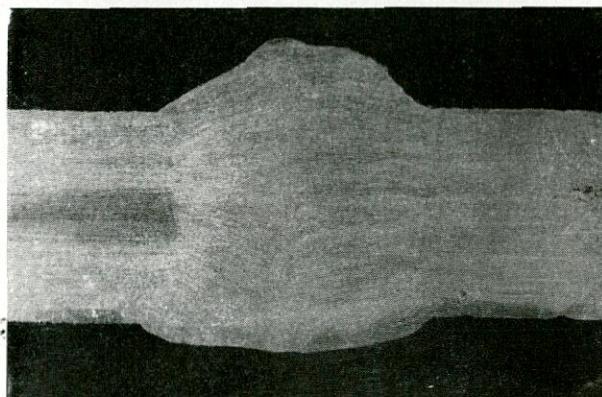


Fig. 3-b.—Influencia de la presión del Flux. La figura corresponde al ensayo realizado con presión intermedia.

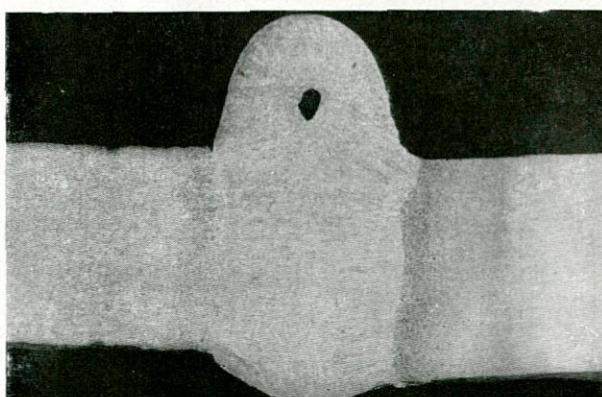


Fig. 3-c.—Influencia de la presión del Flux. La figura corresponde al ensayo realizado con la mínima presión.

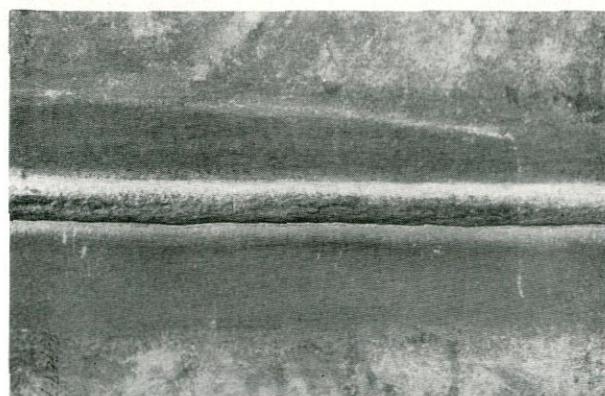


Fig. 4-a.—Cordón normal cara anterior.

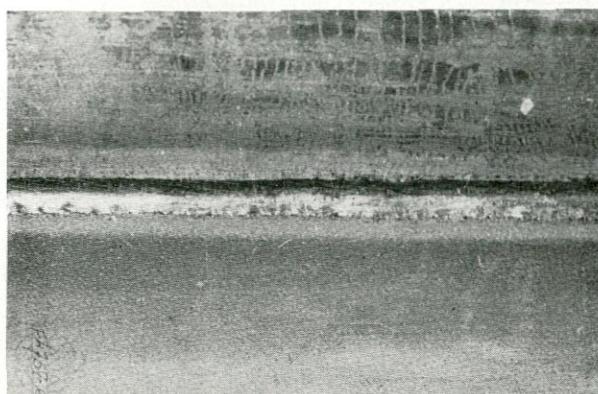


Fig. 4-b.—Cordón normal, cara posterior.

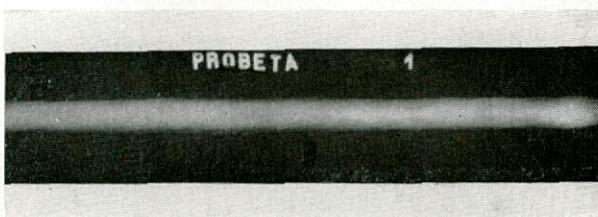


Fig. 4-c.—Cordón normal. Radiografía.

solo electrodo para espesores superiores a 10 mm. y dos electrodos en tandem, para 6 a 9 mm., sistema con el que se continuó la experimentación. En cuanto a la corriente de alimentación, se encontró más adecuada la trifásica a potencial constante. Para los materiales de aportación se eligieron combinaciones con fundentes aglomerados, fundamentalmente por la menor dispersión de los resultados en cuanto al proceso propiamente dicho. (Como consecuencia de los ensayos químicos y mecánicos se adoptó, en definitiva, una combinación de dos fundentes distintos. Realmente esto ha sido una solución para utilizar solamente fundentes comerciales de fácil adquisición).

En cuanto a las tolerancias del proceso a la "mala preparación", pueden verse en la fotografía núm. 2. La separación de las chapas en el punto en que fue suspendida la soldadura es de 9 mm. Se ha comprobado, que con presiones adecuadas en el fundente, se puede soldar con buenos resultados en estas condi-

ciones. En este sentido en las fotografías 3-a, 3-b y 3-c, pueden verse la influencia de la presión de flux.

Por otro lado, todos los ensayos se encaminaron a resolver el problema con los bordes a soldar preparados a escuadra (sin chaflán).

En estas condiciones, la velocidad se convierte en el parámetro más importante por su relación con la penetración y la intensidad, estando ésta, a su vez, determinada por la alimentación de varilla en régimen de potencial constante.

Naturalmente, el método de soldeo, las condiciones de la preparación y los materiales de aportación (varilla y fundente), influyen en los resultados de manera simultánea. Se ensayó partiendo de la velocidad con la condición de no tener deformación en probetas libres y a partir de esta condición se fijaron los demás parámetros.

En las fotografías 4-a, 4-b y 4-c, puede verse el aspecto del cordón por las caras anterior y posterior y la radiografía correspondiente.

Los ensayos mecánicos, de textura y químicos, sirvieron para determinar las composiciones de los materiales de aportación. En este sentido, fue necesario realizar gran número de ensayos por la dispersión de los resultados debido principalmente a la gran influencia del metal de base y la heterogeneidad de las chapas de ensayo.

Con ánimo de encontrar una solución dentro de los productos comerciales, se ensayaron combinaciones de varios fundentes. La mejor condición se encontró utilizando dos fundentes diferentes para las dos caras de la unión. En estas condiciones, los resultados medios de los ensayos mecánicos han sido:

Resistencia a la tracción,  $48,9 \text{ kg/mm}^2$ .

Alargamiento, 35 %.

Resiliencia (Charpy V),  $10,6 \text{ kg. m/cm}^2$ .

Plegado anterior y posterior  $180^\circ$  sin defectos.

Los ensayos mecánicos se realizaron en probetas de acuerdo con las Reglas del Lloyd's Register of

Shipping. En la fotografía núm. 5, pueden verse algunas de las probetas de esta serie de ensayos.

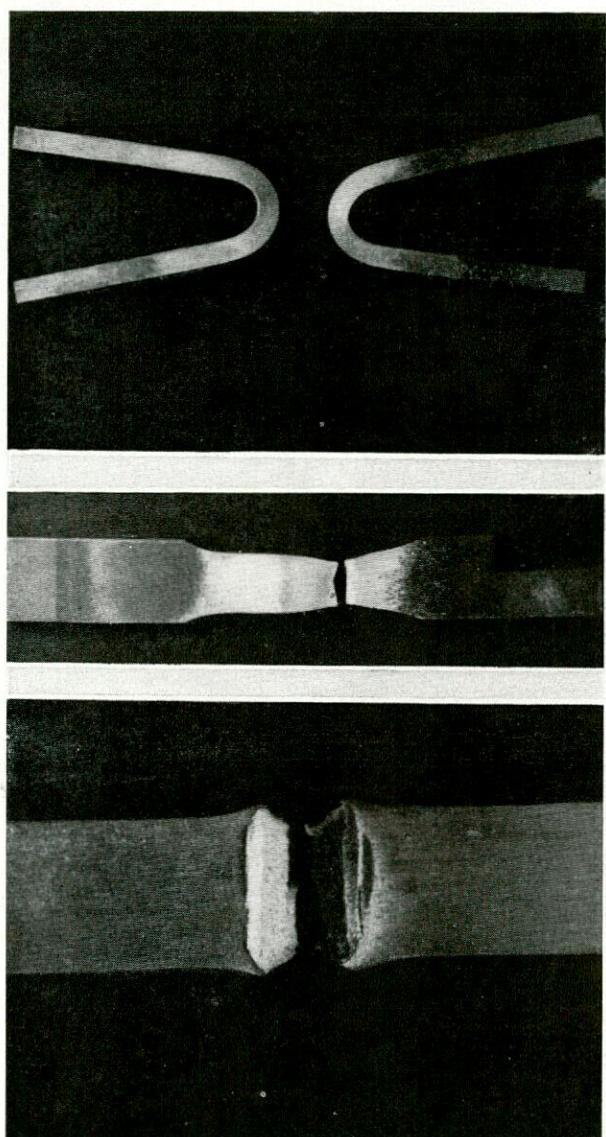


Fig. 5.—Fotografías de las probetas utilizadas para los ensayos mecánicos.

# ESPUMAS SINTETICAS EN LA CONSTRUCCION NAVAL

Resumen de un artículo de Fank Redmer, del departamento "Laboratorios de Aplicación Técnica", de Farbenfabriken Bayer A. G. Leverkusen, publicado en *Schiff und Hafen*.

La navegación moderna procura emplear, en las bodegas y frigoríficos de sus barcos para el transporte de mercancías susceptibles de fácil descomposición, materiales aislantes capaces de satisfacer las más elevadas exigencias. A este respecto, un nuevo producto lanzado por la casa Bayer, bajo en nombre de Moltopren H (espuma sintética de poliuretano), viene a facilitar, de manera notable, el aislamiento térmico en la Construcción Naval.

Dos sustancias líquidas, el Desmophen (compuesto polihidroxílico) y el Desmodur (poliisocianato), constituyen los componentes fundamentales de una reacción química cuya duración puede variarse dentro de un amplio intervalo de tiempo, modificando convenientemente el porcentaje de materia espojante (monofluorotriclorometano) y de activadores.

La aplicación de esta nueva espuma sintética se puede hacer por dos procedimientos: por colada y por pistola. Las máquinas empleadas para dicha aplicación, trabajan de formas muy diversas, según el modelo. Así, por ejemplo, existen máquinas que mezclan íntimamente a alta presión ambos componentes por el método de "inyección y contracorriente"; este tipo de máquina lleva bombas de pistón como elementos transportadores del plástico. Otras máquinas efectúan el transporte de materias primas con bombas de engranaje, realizando el entremezclado por cualquiera de los procedimientos siguientes: Por agitación, con o sin aporte de aire y por simple aportación de aire.

Lógicamente las capacidades de estas máquinas varían según se trate de instalaciones fijas o móviles.

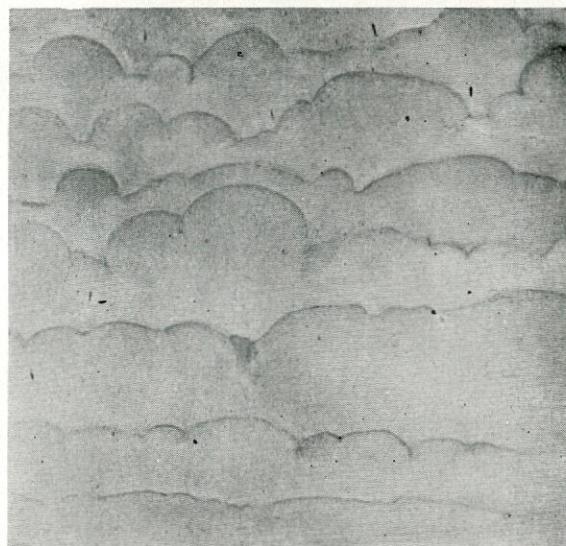


Foto 1.—Superposición de capas por el método de colada.



Foto 2.—Obtención de un cuerpo de rotación por el método de pistola.

## 1. *Método de colada.*

La mezcla reactiva aplicada en forma de chorro homogéneo, posee una viscosidad inferior a 1.000 cP (a la temperatura ambiente) y normalmente es activada con tanta lentitud, que todavía posee la suficiente fluidez para penetrar por todos los intersticios de los huecos más complicados. Esto tiene importancia decisiva en el aislamiento de cámaras frigoríficas, planchas de cubierta, cuadernas, soleras, grupos de refrigeración empotrados y otros aparatos. La espuma envuelve, posteriormente —sin las inclusiones ni burbujas de aire, que muchas veces se forman inevitablemente en los aislamientos con planchas—, el anclaje de la capa de cobertura interna practicado en el procedimiento de Gregson. De este modo no es necesario efectuar retoque alguno. Los aislamientos por colada se efectúan por superposición de capas sucesivas de 30 cm. de espesor como máximo, consigiéndose una íntima unión entre ellas, que hace que el recinto refrigerado quede aislado por una única masa homogénea de espuma.

## 2. Método de pistola.

Con la pistola se pulveriza inmediatamente la mezcla de reacción en finísimas gotas a medida que sale, y se aplica en varias capas, verticalmente, o sobre el techo, sobre la superficie en cuestión, según el espesor del aislamiento deseado. La reactividad de la mezcla al chocar con la superficie es tan grande, que no pueden producirse corrimientos ni goteos. Esto tiene la ventaja de posibilitar aislamientos homogéneos, sin solución de continuidad. Como ejemplo, tenemos los cuerpos de rotación, grandes recintos de refrigeración en los buques, dependencias para la tripulación y personal de a bordo, bodegas, cabinas, etcétera, que se revisten más tarde de modo definitivo.

### Propiedades.

Las propiedades mecánicas son función del peso específico, de tal forma, que al aumentar éste, se

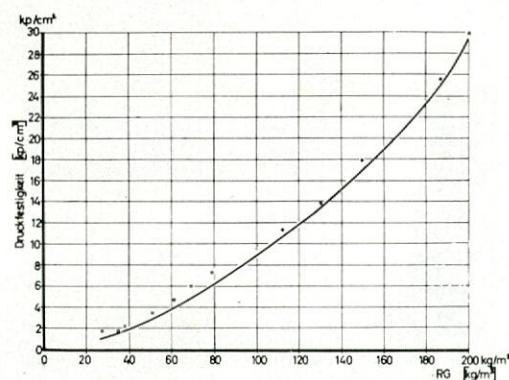


Foto 3.—Resistencia a la compresión en función del peso específico.

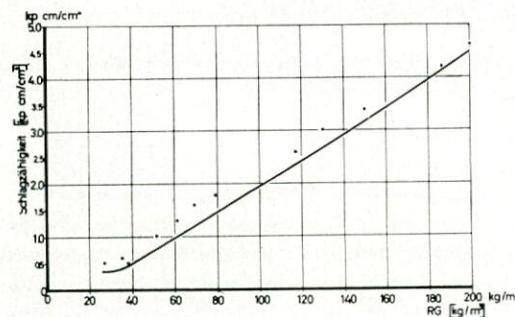


Foto 4.—Resistencia al choque en función del peso específico.

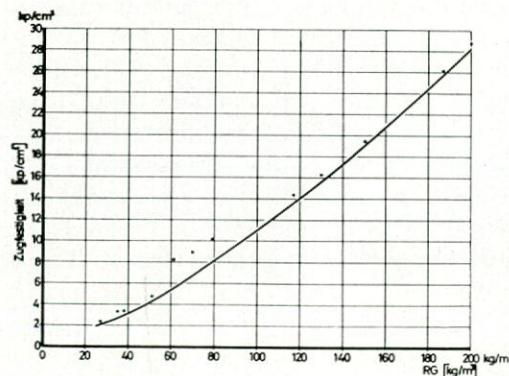


Foto 5.—Resistencia a la tracción en función del peso específico.

incrementan también los valores de resistencia al choque, a la tracción y a la compresión.

El coeficiente de conductividad calorífica depende del esponjante empleado. Actualmente se utiliza preferentemente el monofluotriclorometano, con pequeñas cantidades de dióxido de carbono.

Monofluotriclorometano (con dióxido de carbono)		
Coeficiente de conductividad calorífica kcal/mh°C a 25°C .....	0,020	hasta 0,022
Estabilidad de contornos °C .....	— 200	hasta + 100
Peso específico kg/m³ .....	30	hasta 35
Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua .....	60	hasta 80

Los coeficientes de conductividad calorífica son valores extremos, no corriéndose, por tanto, el riesgo de que sean sobrepasados.

La estabilidad de contornos empeora cuando se obtienen espumas de densidad inferior a las arriba indicadas. Aunque, lógicamente, pueden obtenerse espumas de elevado peso específico (hasta 30 kg/m³), el coeficiente de conductividad y el factor de resistencia a la difusión del vapor de agua aumentan con aquél.

La resistencia al agua dulce y salada, a los ácidos y álcalis diluidos, a los hidrocarburos alifáticos, tales como metano, etano, etc., carburantes para motores Diesel, bencinas ligeras y aceites minerales, puede considerarse como buena.

La absorción de agua es muy escasa (2 por 100 como máximo, en una probeta cortada) y es provocada por las celdillas rotas en la superficie de corte.

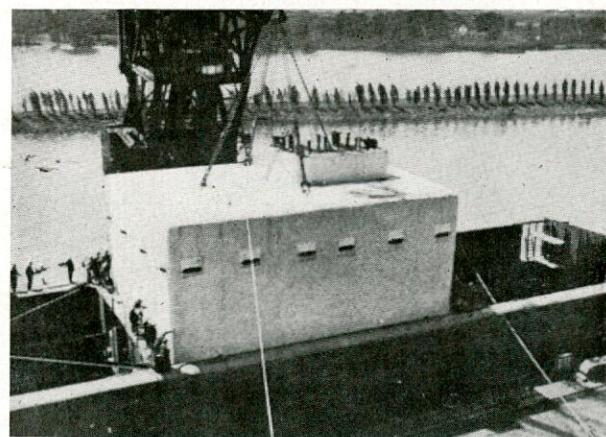


Foto 6.—Colocación de un tanque a bordo, una vez aislado con espuma.

Como en los primeros trabajos de aislamiento en barcos, se carecía de maquinaria apropiada, no quedaba más remedio que efectuarlos por el método de mezclado a mano. Hoy, en cambio, se trabaja casi exclusivamente con los aparatos mezcladores anteriormente descritos, sumamente compactos y que efectúan el entremezclado por medio de aire comprimido o a presión elevada.

## 5.º Symposium de Hidrodinámica del Buque

Los días 10 a 12 de septiembre ha sido celebrado en Bergen el 5.º Symposium de Hidrodinámica Naval, que en esta ocasión se ha referido a los movimientos del buque y a la reducción de su resistencia al avance. Dicho Symposium ha sido organizado, como los anteriores, por la Office of Naval Research de Estados Unidos, en colaboración, en este caso, con el Canal de Experimentación Naval de Trondheim, Noruega. En él fueron presentados 26 trabajos por autores de distintos países, aunque en su mayoría, de Estados Unidos. La asistencia al mismo estuvo formada por profesores y científicos de todos aquellos países en los que la Construcción Naval está desarrollada, incluidos los situados detrás del telón de acero.

El tema principal del Symposium fue, como antes se ha indicado, los movimientos del buque. El primer trabajo presentado se refirió a los últimos progresos en la predicción de estos movimientos, particularmente desde 1957, por haberse celebrado en dicha fecha otro Symposium sobre el comportamiento del buque en la mar en Wageningen y haberse dado en aquella reunión la referencia de los trabajos anteriores. Una de las conclusiones más interesantes alcanzadas desde aquella fecha es la validez del principio de superposición de los efectos producidos por olas regulares para obtener los resultados correspondientes a una mar bidimensional de espectro cualesquiera. La forma de predecir estos movimientos sigue siendo el cálculo por rebanadas transversales; pues si bien la suposición de que tales rebanadas se comportan como si se tratara de un problema bidimensional no es exacta, es el método que resulta más práctico en su aplicación. En estos últimos años se ha desarrollado también la teoría de la carena delgada que en la actualidad se está empezando a aplicar extensamente.

Este fue el objeto del segundo y tercer trabajo presentados, de carácter puramente matemático, no proporcionado por consiguiente métodos utilizables para el estudio práctico de los movimientos del buque, ya que, aunque las expresiones que se deducen de la teoría puedan ponerse de forma que los resultados puedan ser calculados por ordenadores digitales, los movimientos que se estudian son los debidos a perturbaciones muy pequeñas y por consiguiente no se obtienen los datos de mayor interés, que son los referentes a amplitudes de mayor cuantía.

El cuarto de los trabajos tiene por finalidad encontrar soluciones prácticas para poder aplicar los resultados de los ensayos hasta ahora realizados sobre comportamiento del buque en la mar. Dicho trabajo está basado en el principio de superposición y de él se sacan una serie de consecuencias acerca de las probabilidades de embarque de agua, la emergencia de la proa y del peligro de alcanzar momentos flectores

de consideración en función de las dimensiones principales del buque, su velocidad y las condiciones de la mar. Se insiste en que es necesario estudiar el buque de forma que se comporte bien en la mar, y no solamente en aguas tranquilas, como normalmente se ha hecho hasta ahora. Las condiciones que deben cubrir los buques en mares agitadas dependen del tipo, ya que son distintas para un buque de pasaje, en el que lo que importa es la comodidad de éste que en uno de guerra, que tiene ante todo que cumplir su misión o que en un mercante en el que la pérdida de velocidad es posiblemente el criterio que debe prevalecer. Este último criterio es el empleado por el profesor Lewis en su trabajo, que tiene el valor de ser el primero en el que se ha intentado hacer llegar al projectista un método para aplicar los resultados de las investigaciones que desde hace años se están realizando.

El siguiente trabajo se refirió a la distribución de las fuerzas hidrodinámicas debidas a los movimientos de oscilación vertical y cabeceo de un modelo en aguas tranquilas. El autor de este trabajo había desarrollado últimamente otros trabajos teóricos sobre este tema, cuyos resultados se ven confirmados por los ensayos de los que se informó en esta ocasión. Estos ensayos se realizaron con un modelo hecho a rebanadas, por lo que también han servido para demostrar la validez de los cálculos realizados por la teoría de rebanadas.

Esta última teoría, y particularmente la exactitud que pueda obtenerse de ella, es el objeto del trabajo siguiente, basado en una serie de ensayos del comportamiento del buque en la mar realizados con modelos de la serie 60 en el Canal David Taylor, de Washington. A continuación se presentó otro trabajo sobre los movimientos de oscilación vertical que se producen como consecuencia de las cabezadas o a la inversa.

Otra de las cuestiones en estudio relacionadas con los movimientos del buque son las olas con que realmente ha de encontrarse éste cuando navegue por la mar. Sobre este tema se presentó un trabajo, relacionado principalmente con espectros bidimensionales, es decir, con las olas producidas por un fuerte viento de dirección constante. Este estudio, basado en experiencias y mediciones recogidas por el Instituto Nacional de Oceanografía de Estados Unidos parece demostrar que puede determinarse a priori el espectro de las olas de este tipo, en sus fases sucesivas, particularmente cuando se han convertido en mar de fondo y el temporal está amainando.

Sobre la forma de determinar las funciones de respuesta de la carena a las olas mediante ensayos con impulsos u olas en régimen transitorio, se presentaron dos trabajos. Este método tiene gran interés pa-

ra los Canales de experimentación, puesto que pueden obtenerse las citadas funciones en un tiempo mucho menor que si se ensaya el modelo en un tren de olas regulares.

Otro trabajo se refiere a la evolución determinística y movimientos de buques y embarcaciones en mares regulares. Se presentó un método analítico basado en el conocimiento de las funciones de respuesta (amplitud y fase) en olas regulares. La comparación de este método con los resultados experimentales es satisfactoria.

No podía faltar un trabajo sobre macheteo, tema tan debatido en la actualidad. El objeto del trabajo es la predicción de este fenómeno y de su magnitud. El macheteo es irregular aún con olas regulares, y más fuerte, aunque no más frecuente, con mar de proa. Por la irregularidad inherente a este fenómeno el método propuesto que es puramente teórico, está basado en un estudio estadístico. Sin embargo, la comparación de los resultados obtenidos por el mismo y algunos ensayos con modelos muestran buena concordancia.

Sobre la influencia del francobordo en que el barco sea o no sucio fue presentado un trabajo basado en otro estudio estadístico anterior. Los cálculos hechos indican que el embarque de agua depende del coeficiente de bloque así como de la eslora para una relación de francobordo dada. Para comprobar estas conclusiones se están realizando ensayos con modelos, que todavía no han sido terminados.

Tres trabajos se presentaron sobre lo que pudíramos llamar embarcaciones especiales, es decir, sobre hidroplanos o embarcaciones sustentadas por perfiles, sobre aparatos con colchón de aire y sobre buques con formas anormales.

El trabajo sobre hidroplanos trata de un método analítico para el estudio de la estabilidad dinámica, de forma que se pueda resolver por calculadores analógicos.

Respecto a la máquina con el colchón de aire se dieron los resultados de ensayos con un modelo de un hidroplano SKMR I en aguas tranquilas y en olas de distintas longitudes y alturas, así como con viento de través.

Las formas anormales a que antes hemos hecho referencia se refieren a aquellas que no siendo corrientes han sido desarrolladas con el fin de mejorar el movimiento, velocidad u otras características del buque navegando en aguas agitadas. Por ejemplo, el buque semisumergido, que como se sabe tiene por objeto hacer más suaves los movimientos de cabezada mediante una carena muy afinada en la flotación por los extremos y grandes tanques de lastre a proa y popa; con el mismo objeto otras formas tienen grandes bulbos a proa y popa; las embarcaciones en forma de tiburón que consisten en una carena de revolución de formas aerodinámicas y completamente sumergida excepto una torreta afinada que asemeja a la aleta del tiburón a que debe su nombre este tipo.

Se presentaron resultados experimentales de mo-

delos de estas formas en olas regulares, en los que se demostró que se pueden obtener las ventajas que se espera de dichas formas, pero que en cambio se presentan algunos inconvenientes que habrán de tenerse en cuenta en su aplicación.

Por estar intimamente relacionado con el tema fundamental del Simposio, no pudo por menos de presentarse un resumen de la actual situación en la estabilización de los movimientos del buque. No solamente para los movimientos de balance, sino también para los de cabezada. Problema este último más difícil de resolver que el de balance, ya que la cabezada no tiene una banda de resonancia tan estrecha como el balance. Además, los momentos a contrarrestar son muy grandes. Sin embargo, pequeñas deducciones en aquel movimiento pueden tener importancia, por lo que es un estudio digno de ser continuado.

Movimiento del buque también en su maniobra. Sobre este tema se presentó un trabajo teórico de importancia, puesto que en él se desarrolla una teoría basada en el concepto de la circulación, teniendo en cuenta las fases por las que ha pasado anteriormente el buque en su movimiento. Este trabajo, que tiene gran aparato matemático, liga sin embargo con los resultados experimentales que proporcionan datos que, por las dificultades de un tratamiento completo por teoría, se utilizan en el planteamiento del problema.

Respecto a resistencia al avance se presentaron cuatro trabajos sobre la posibilidad de reducción de la resistencia de fricción y otros tantos, sobre la reducción de la resistencia por formación de olas.

No se trató en lo que a fricción se refiere de un estudio relacionado con los métodos normales y coeficientes de fricción de los que tanto se ha escrito y discutido en los últimos tiempos. Por el contrario, los temas de estos trabajos son más bien heterodoxos con una proyección posible, pero no segura al futuro.

En efecto, dos de los trabajos se refieren específicamente al empleo de aditivos en la capa límite. El objeto buscado es introducir moléculas que por su longitud (polímeros) impidan el intercambio de energía a que da lugar la turbulencia, sin que aumente la resistencia por aumentar la viscosidad. Se trata de fluidos no newtonianos, con propiedades distintas en la dirección de la marcha y en la dirección normal a ella. Con adiciones pequeñas se pueden conseguir estos efectos; por ejemplo, con 0,15 por 1.000 de óxido de polietileno puede reducirse esta resistencia a la mitad. Aunque, como es lógico, la magnitud de esta reducción depende del número de Reynolds, ya que cuanto mayor sea éste, mayor es la turbulencia y por consiguiente la reducción que es posible realizar.

Otro método de reducir la resistencia de fricción es por succión de la capa límite por ranuras practicadas en secciones transversales de la carena. Los ensayos que se presentaron sobre esta cuestión se realizaron con un proyectil mar-aire en el que se pretendía obtener un flujo laminar a todo lo largo, a la

velocidad de 15 metros por segundo. Las conclusiones es que no es tan fácil como en el túnel aerodinámico obtener esto en el agua y que los resultados que se obtienen pueden variar notablemente con pequeñas diferencias con el estado de la superficie de la carena.

Respecto a la resistencia por formación de olas, se trató, como es lógico, de la posibilidad que ofrecen los grandes bulbos a proa. La teoría permite el estudio de las olas producidas por una carena si la altura de dichas olas es pequeña, pero como son precisamente las carenas que producen olas pequeñas a proa lo que interesa, puede ser aplicada al proyecto del buque. No es posible deducir por teoría —por ahora— el buque de mínima resistencia, ya que las condiciones que impone la formación de olas han de ser complementarias con las correspondientes a la re-

sistencia de fricción. Pero si es posible obtener una forma óptima para el tren de proa a un número de Froude determinado. El interés práctico es evidente, no sólo porque se reduce la resistencia y por consiguiente la potencia de propulsión, sino porque al poderse suprimir esta parte de la resistencia por formación de olas se suprime las restricciones en la elección de la eslora y se abren posibilidades para disminuir también y paralelamente la superficie mojada, y por tanto, la resistencia de fricción.

El número de buques que en la actualidad han sido ya construidos con bulbos de grandes dimensiones es numeroso. No es tan fácil aplicar estos bulbos a buques ya construidos, porque las formas de proa dificultan un acoplamiento correcto y se puede presentar el desprendimiento de la capa límite por la forma de producirse las líneas de corriente hacia el fondo.

## Simposio Hispano - Inglés sobre Energía Nuclear

Los días 23 a 25 de octubre se ha celebrado en el Centro "Juan Vigón", de Madrid, una serie de conferencias seguidas de las correspondientes discusiones, y de seminarios sobre los mismos temas que se celebraron en el Forum Atómico Español, en el Instituto de Ingenieros Civiles.

El tema fundamental de este Simposio fue el reactor de uranio natural del tipo Magnox y su posible construcción y utilización en España.

Estos reactores son los empleados en las centrales térmicas que se han construido últimamente en Inglaterra. Están refrigerados por  $\text{CO}_2$  y el moderador es de grafito, utilizando como ya se ha indicado, uranio natural, es decir, sin enriquecer. El nombre de Magnox procede del metal usado para las vainas de combustible, que es una aleación de magnesio.

El primer día, después de la ceremonia de apertura, en la que hablaron don José María Otero, Presidente de la Junta de Energía Nuclear y Sir William Penney, que ocupa un cargo similar en la Gran Bretaña, se presentaron por autores ingleses cuatro trabajos sobre el desarrollo nuclear en el Reino Unido y los reactores del tipo Magnox.

El segundo día, se trató de la utilización de la energía nuclear, presentándose cinco trabajos. Uno de ellos relativo a los problemas del suministro de energía eléctrica en España. Tres, sobre los problemas que plantea la inclusión de la energía nuclear en España y las ventajas de adoptar un reactor de uranio nuclear y por último, el quinto, sobre el desarrollo de los criterios de seguridad de reactores en el Reino Unido.

Dos de estos trabajos por autores ingleses y otros tres españoles. Entre ellos uno dedicado a la elección del tipo de reactor y su influencia en el Plan de Desarrollo Económico y Social, por A. Saiz de Bustamante, que se publica también en esta Revista no tanto por haber sido escrito por un Ingeniero Naval, sino por el interés que tiene para los demás Ingenieros de esta especialidad. Ya que la construcción de una central nuclear presenta problemas análogos y de una magnitud equivalente a los de la Construcción Naval. Y esto no sólo por tratarse fundamentalmente de una instalación de máquinas térmicas, sino por el número de gremios y obreros, la coordinación de suministros, en cierto modo análoga a la que se realiza en los Astilleros, e incluso por la construcción de un "casco" de más de 1.000 toneladas que rodea el reactor.

El tercer día se presentó una conferencia sobre el tratamiento de residuos radioactivos, a la cual siguió una sesión dedicada al futuro de la energía nuclear.

En esta sesión se presentó un trabajo sobre el proyecto D. O. N. (Deuterio Orgánico Natural), que está realizando la Junta de Energía Nuclear en colaboración con Atomics International, y que tiene por objeto la construcción de un reactor de prueba de 30 MVe. Los demás trabajos (cuatro en total) fueron debidos a autores ingleses, tratándose en ellos: del reactor S. C. H. W., en el que el vapor generado en el núcleo pasa directamente a la turbina, los elementos combustibles son de  $\text{UO}_2$ , y el moderador es agua pesada, ayudando a estos efectos el agua ligera, que

se convierte en vapor; del reactor avanzado de gas moderado por grafito y del que se trata más adelante; del desarrollo de los reactores rápidos y de la utilización del Plutonio en el Reino Unido, que se ha orientado para el desarrollo de combustibles para reactores rápidos, que pueden llegar a producir la energía eléctrica más barata.

A continuación se incluye algunos comentarios sobre el desarrollo de este Simposio.

Parece que si Inglaterra iniciase en el momento actual un programa de reactores para la producción de energía eléctrica, lo haría basado en los reactores "Magnox", porque con ellos se consigue: Una utilización máxima de los recursos del país y la creación de una reserva de Pu sobre la que basar una segunda generación de reactores.

El primer aspecto es incluso más importante en España que en Inglaterra, por carecer esta última de yacimientos de uranio.

El Pu puede ser utilizado como combustible nuclear en reactores térmicos de menor coste de capital, por quemar un combustible enriquecido, o, posteriormente, en reactores rápidos que a juzgar por los conocimientos actuales, será el reactor que generará el kilovatio hora más económico hacia 1980.

En la actualidad el 5 por 100 de la energía eléctrica es en Inglaterra de origen nuclear. La primera generación inglesa de reactores comerciales, tendrá una potencia instalada de 5.000 MWe para 1968, y representará el 12 por 100 de la potencia eléctrica total. La experiencia adquirida en el funcionamiento de los reactores "Magnox", permite garantizar un grado de quemado de combustible de 4.000 Mwd/t, en vez de 3.000 Mwd/t., lo cual mejora sensiblemente su economía.

El Libro Blanco publicado recientemente por el gobierno inglés, decide cambiar el sistema de reactores para los próximos 5.000 Mwe de origen nuclear a instalar entre los años 1970/1975, en busca de una mejor rentabilidad. Esta decisión se debe:

Tienen suficiente capacidad generadora de Pu. para el futuro programa de reactores rápidos, ya que por cada 1.000 Mwe se producen 600 kilogramos por año en reactores "Magnox".

El factor de utilización de las posteriores centrales nucleares, no puede mantenerse tan elevado como en las primeras, por lo que hay que disminuir el coste de capital.

La planta de difusión de Capenhurst concebida para usos militares, será utilizada comercialmente en el enriquecimiento de elementos combustibles.

Hay dos sistemas nucleares en competencia para estos 5.000 Mw.:

El reactor avanzado de gas (A. G. R.). Su ingeniería es semejante al reactor "Magnox", cambiando únicamente el elemento combustible que es  $UO_2$  enriquecido, envainado en acero inoxidable. Se reduce el tamaño del hogar, o sea, disminuye el coste de capital y se aumenta la temperatura del  $CO_2$ , con lo que mejora el rendimiento termodinámico o consumo unitario del combustible. Con ello, y por primera vez en la historia de las centrales nucleares, se utilizarán las mismas turbinas que en las centrales convencionales. Las condiciones de vapor serán del orden de 165 kilogramos por centímetro cuadrado y 565 grados centígrados.

#### *Reactores de agua hirviendo (B. W. R.).*

Aparece como posible tercera solución el reactor moderado por agua pesada y refrigerado por vapor de agua ligera (S. G. W. K.). Está en construcción un prototipo de 100 Mwe. Este sistema nuclear tiene muchas semejanzas con el D. O. N. español.

En España la potencia eléctrica instalada es de 6.500 Mw hidráulicos y 2.500 Ww de origen térmico. Están en construcción o van a ser construidos embalses hasta una capacidad de 4.000 Mw. Pero la conveniencia de aprovechar los siguientes 6.000 Mw hidráulicos es incierta desde el punto de vista económico y empiezan a ser interesantes los esquemas de bombeo. Por ello, debe empezar a considerarse la producción nuclear. Si se decidiera adoptar un programa nuclear para los primeros 1.000 Mwe basado en reactores "Magnox" se tendrían las siguientes ventajas.

Utilización máxima de los recursos españoles (minería del uranio e industria).

#### Formación de una reserva de Pu.

Estos primeros 1.000 Mwe de origen nuclear, podrían trabajar en base, con lo que se disminuye notablemente las cargas de capital aplicables al kilovatio hora.

La segunda generación de reactores españoles, podrá estar basada en la utilización del plutonio nacional, para enriquecer el combustible. Según la época en que se decida este programa, podría aplicarse los tipos siguientes de reactor: Refrigeración por gas, de tipo avanzado (A. G. R.); reactor moderado por  $D_2O$  y refrigerado por orgánico (D. O. N.) o por vapor de agua ligera (S. G. W. R.); reactores de  $H_2O$  (B. W. R.) o reactores rápidos.

La utilización más económica del Pu. está en los reactores rápidos, por lo que en un futuro próximo habrá una fuerte tendencia a aumento del precio de este combustible. Como resultado del funcionamiento de 1.000 Mwe "Magnox", se podrá alimentar 4.000 Mwe en reactores rápidos.

# INFORMACION DEL EXTRANJERO

## ENTREGA DEL "STOVE CAMPBELL"

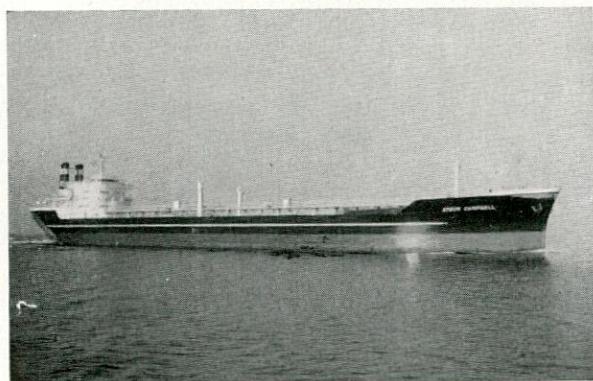
Öresundsvarvet entregó el 6 de noviembre de 1964 el "Stove Campbell", la segunda unidad de una serie de petroleros de 47.000 toneladas de peso muerto a sus armadores Stove Shipping (Jörgen J. Lorentzen), de Oslo.

El "Stove Campbell" es gemelo al "Belmaj", entregado a los mismos armadores en junio pasado.

Sus principales características son las siguientes:

Eslora total .....	221,023 m.
Eslora entre perpendiculares .....	210,000 m.
Manga de trazado .....	30.800 m.
Puntal de trazado hasta cubierta super.	15,400 m.
Calado al franco bordo de verano .....	11,436 m.

Está construido con arreglo a la más alta clasificación de Det Norske Veritas, clase 1 A 1 "Tankskip for oljelast" y la clase "F" de esta Sociedad.



A fin de mejorar la visibilidad y para impedir que las cubiertas se ensucien con humo, la acostumbrada chimenea única, ha sido reemplazada por dos chimeneas delgadas, una de las cuales es para el motor principal y la otra para la caldera.

La carga de petróleo será transportada en siete tanques centrales y diez laterales, mientras que cuatro de los laterales están diseñados para lastre de agua.

El motor principal es un Götaverken sobrealimentado, de 7 cilindros, dos tiempos y simple efecto; el motor tiene 850 mm. de diámetro y 1.700 mm. de carrera y desarrolla a 115 r. p. m. 15.400 BHP.

Tres bombas verticales centrífugas de carga de aceite, accionadas por turbinas de vapor, cada una con una capacidad de 1.500 toneladas de agua hora están instaladas en la sala principal de bombas, la

cual está colocada delante de la sala de máquinas. En esta sala de bombas están instaladas, además, una bomba vertical eléctrica de lastre con una capacidad de 1.000 toneladas por hora y dos bombas de vapor para achique, cada una con una capacidad de 200 toneladas por hora.

La maquinaria auxiliar comprende dos equipos de generadores diesel de 460 kilovatios y un turbo-generador de 375 kilovatios. Los voltajes son 440 V. para fuerza y 220 V. para alumbrado.

La velocidad media de 16,7 nudos, fue alcanzada en las pruebas sobre la milla medida.

## REUNION ANUAL DEL SCHIFFBAU-TECHNISCHE GESELLSCHAFT e. V.

En el mes de noviembre de ha reunido en Berlín está Sociedad. Durante los días que han durado estas reuniones se han presentado los siguientes trabajos:

"La Historia de la Técnica en la formación de los Ingenieros y como tema de investigación", por H. Schimank, leido en la sesión de apertura.

A continuación se dividen las sesiones en tres grupos. El primer grupo se refiere a la técnica de medida y a la automatización, con los siguientes trabajos.

"La técnica de medida y manipulación de datos", por A. Wangerin.

"La automatización de las máquinas propulsoras a bordo", por F. Moldenhauer.

"Transbordo y transporte de la carga", por H. Dringenberg.

"La reducción de la energía y el accionamiento de auxiliares", por W. Vogler.

El segundo grupo comprende el proyecto y teoría del buque, y en él se presentaron los siguientes trabajos.

"El franco bordo y sus reglas", por O. Krappinger.

"Panorámica y algunas consideraciones particulares sobre el proyecto de buques grandes", por D. Wustrau.

"Medidas para el transporte de grandes masas a granel por las vías de navegación fluvial europeas", por W. Sturtzel.

"Resultados numéricos de la teoría de la superficie sustentadora en hélices", por H. Lerbs, W. Alefund y K. Albrecht.

"Sobre estabilidad de ruta y maniobrabilidad de los buques", por M. Schmiechen.

Por último el tercer grupo se refiere a máquinas con los tres trabajos que a continuación se indican:

"Soldadura de piezas gruesas de acero fundido que están sometidas a solicitudes dinámicas y que se emplean en máquinas marinas", por M. Pfender.

"Nuevos problemas de lubricación en motores Diesel marinos con alta sobrealimentación", por W. Bauer.

"Medio para accionamiento de bombas de carga en petroleros", por C. A. Ziegler.

### 1.471 BUQUES CON UN TOTAL DE 32.103.110 TONELADAS CONTRATADAS HASTA EL 30 DE SEPTIEMBRE

La revista "The Motor Ship" acaba de publicar un suplemento de su número de octubre para informar a sus lectores del estado actual de la construcción naval en el mundo. De dicho suplemento extraemos la siguiente información:

El número total de buques contratados hasta el 30 de septiembre, de más de 2.000 t. p. m., ascendía a 1.471, de los cuales únicamente 173 son accionados por turbinas. El peso muerto total de dichos buques asciende a 32.103.110 toneladas.

Japón sigue a la cabeza de las construcciones mundiales con 300 buques que totalizan 11.516.400 t. p. m., y que representan el 35,95 por 100 de la construcción mundial. Nuestro país ocupa el octavo lugar con un total de 74 buques y 830.730 t. p. m., que representan el 2,59 por 100.

El siguiente cuadro nos da una clara idea de la situación de las construcciones navales:

	Número de buques	T. P. M.
Japón .....	300	11.516.400
Suecia .....	120	4.273.250
Gran Bretaña .....	142	3.377.400
Alemania occidental .....	111	2.943.300
Noruega .....	60	1.471.600
Francia .....	45	1.345.260
Italia .....	48	1.374.530
España .....	74	830.730
Yugoslavia .....	70	817.170
Estados Unidos .....	51	712.950
Dinamarca .....	45	653.180
Países Bajos .....	44	614.130
Alemania oriental .....	215	574.760
Canadá .....	24	327.950
Finlandia .....	43	267.250
Bélgica .....	10	235.000
Brasil .....	20	232.720
India .....	15	184.230
Australia .....	8	147.830
Irlanda .....	2	62.000
Rumania .....	13	57.300
Argentina .....	4	42.380
Portugal .....	2	14.390
R. A. U. .....	2	10.900
Hong Kong .....	1	10.500
Israel .....	2	6.000

De estos 1.471 buques, 364 son petroleros, de los cuales 106 son accionados por turbinas. De los 1.040

bucques restantes únicamente 67 llevan el mismo sistema de propulsión.

La potencia total instalada asciende a 14.901.320 BHP., correspondiendo 5.970.700 BHP. a los petroleros y 8.930.620 BHP. al resto.

Con respecto al año anterior y refiriéndonos a los 9 primeros países del cuadro adjunto, en todos ellos se ha aumentado las toneladas de peso muerto excepto en Francia y Noruega, que en el año anterior, y en la misma fecha, tenían 1.524.600 y 1.502.250 toneladas de peso muerto, respectivamente.

### LASTRE DE AGUA LIMPIA PARA PETROLEROS

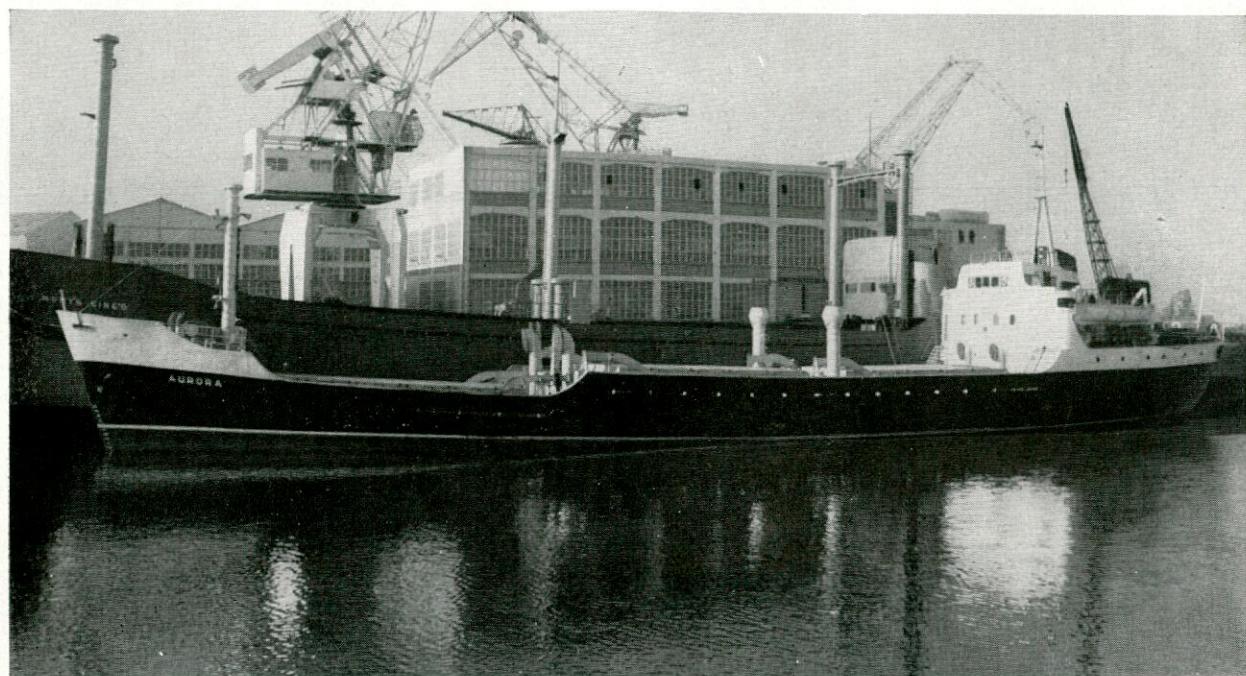
Una firma británica ha creado un sistema de lastre de agua limpia para petroleros, que ha dado excelentes resultados en unas pruebas celebradas con un buque cisterna de 46.000 toneladas, navegando entre los golfos Pérsico y de Akaba. Mediante el nuevo sistema, llamado "Svin", el petrolero puede llevar agua limpia como lastre, reduciéndose así considerablemente el peligro de una explosión a causa de la acumulación de gas en el lastre sucio. Las partes esenciales del nuevo sistema son una cuba de acero situada a través de la parte posterior del tanque y un tubo de suministro en la delantera. Una vez hecha la separación completa del petróleo y el cieno del agua de lastre, se procede a sacarlos por medio de una bomba, descargándolos en otro tanque. El resto del lastre se halla en condiciones de echarlo en un puerto sin ningún peligro.

### HELICES GIGANTES DE PASO REGULABLE

La firma sueca KMW construirá tres hélices de paso regulable de 6 m. (19 ft 8 ins) de diámetro, lo cual constituye un récord en este tipo de hélices. Serán instaladas en tres nuevos buques construidos para la Danish East Asiatic Company. Dos de estos buques se están construyendo en Nakskovs Skibsværft en Dinamarca y el tercero ha sido encargado a Mitsui Zosen en Japón.

Factor importante en la elección de las hélices KMW para estos buques ha sido el excelente resultado obtenido con un equipo similar en el buque "Andorra", de 10.273 t. p. m., recientemente entregado a la misma Compañía. Los nuevos buques de 10.500/13.300 t. p. m., tendrán un equipo propulsor de 15.000 HP., a 115 r. p. m., lo cual significa que las hélices desarrollarán una potencia nunca alcanzada con hélices de este tipo.

# INFORMACION NACIONAL Y PROFESIONAL



## ENTREGA DEL BUQUE CARBONERO "AURORA"

El dia 2 de noviembre se efectuaron las pruebas oficiales en carga del buque carbonero "Aurora", construido por S. A. Juliana Constructora Gijonesa, para una compañía naviera de Bilbao.

Sus principales características son las siguientes:

Eslora entre perpendiculares .....	63,50 m.
Manga .....	11,00 m.
Puntal .....	5,70 m.
Calado .....	4,17 m.
Peso muerto .....	1.651,3 T.
Arqueo bruto .....	940,99 T.R.B.
Velocidad .....	10,5 nudos

Motor Euskalduna MAN, tipo G6V 30/45 m. A. L., 820 BHP., a 375 r. p. m.

El buque destinado al transporte de carbón es del tipo "raised quarter deck" (con saltillo), con castillo y toldilla, llevando la maquinaria propulsora a popa.

Dispone de tres bodegas cuyas escotillas van provistas de paneles metálicos del tipo McGregor y no dispone de medios propios de carga, llevando un palo para la luz de proa que sirve al mismo tiempo de ventilador.

El casco es soldado con excepción de las costuras longitudinales de la traca de pantoque y el trancanil que van remachados.

El buque ha sido construido de acuerdo con las reglas del Bureau Veritas para la clase P.

## BOTADURA DEL "SIERRA ESCUDO"

En la factoría de Sestao de la Sociedad Española de Construcción Naval ha tenido lugar la botadura del buque "Sierra Escudo" destinado al transporte de carga general y refrigerada. Tiene 2 cubiertas corridas, 1 hélice, máquina y superestructura a popa. Los espacios de carga están formados por una bodega y un entrepuente para carga general, y una bodega con su entrepuente debidamente aislados para carga refrigerada. Las dimensiones principales son:

Eslora entre perpendiculares .....	50,90 m.
Manga de trazado .....	5,90 m.
Puntal a la cubierta superior .....	5,35 m.
Puntal a la cubierta baja .....	3,40 m.
Calado máximo .....	4,20 m.
Peso muerto .....	900 t.
Capacidad de los espacios de carga normal (grano) .....	35.900 p. c.
Capacidad de los espacios de carga refrigerada .....	6.900 p. c.
Arqueo bruto aproximado .....	660 t.
Velocidad en servicio .....	11 nudos
Tripulación .....	14 hombres

Para manejo de la carga, el buque dispone de 3 maquinillas hidráulicas de 2 toneladas cada una.

El motor propulsor es M. W. M., tipo TbRH-348SU, con una potencia de placa de 950 BHP, a 375 revolu-

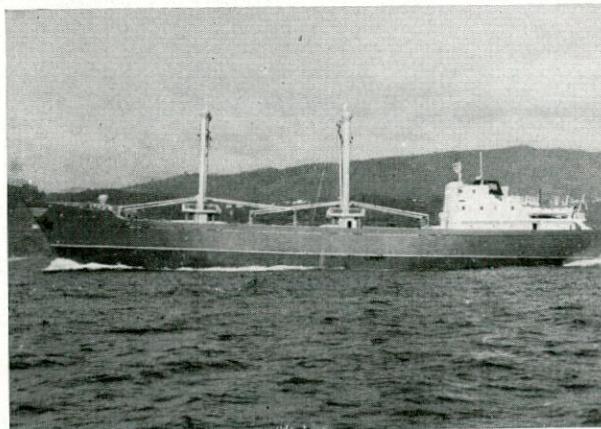


luciones por minuto. El buque tiene 2 grupos eléctricos de 72,5 kilovatios a 380 v., 50 p. p., con motores M. W. M. de 87 BHP., a 1.500 r. p. m. Además tiene un grupo de puerto de 15 kilovatios con motor Samofa de 20 BHP., a 1.000 r. p. m.

La instalación frigorífica para la bodega de carga es de la marca Astra y funciona con expansión directa de Freon 22.

#### PRUEBAS OFICIALES DEL BUQUE "LA LAJA"

Con fecha 9 de noviembre se efectuaron en la ría de Vigo las pruebas oficiales del buque "La Laja", construido por Astilleros Construcciones, S. A., con



destino a Naviera del Odiel, S. A. Se trata de un buque a motor, de 2.000 toneladas de peso muerto, destinado al transporte de carga general.

El buque realizó pruebas oficiales con un calado medio de 2,70 metros, desarrollando a plena potencia la velocidad de 14,2 nudos (a 300 revoluciones por minuto).

Sus principales características son las siguientes:

Eslora entre perpendiculares .....	76,900 m.
Eslora total .....	86,600 m.
Manga .....	12,700 m.
Puntal a la cubierta de franco bordo ...	4,851 m.
Puntal a la cubierta shelter .....	7,500 m.
Calado .....	4,800 m.
Volumen de bodegas en grano .....	3.900 m <sup>3</sup>
Peso muerto .....	2.000 T.
Tonelaje de registro bruto .....	1.200 T.
Capacidad de combustible .....	150 T.
Capacidad de agua dulce .....	50 T.

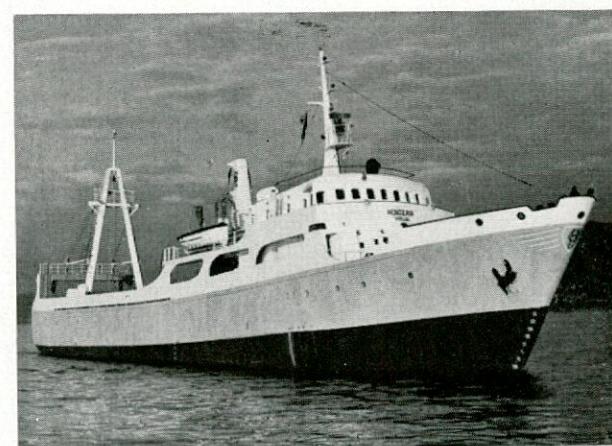
El buque es del tipo Shelter abierto, con tres bodegas y tres entrepuentes de carga, servidos por dos posteleros de carga con cuatro manos a la americana. La escotilla número 2 dispone también de un puntal real de 15 toneladas.

El motor propulsor es de la marca B. W. Maquinista, tipo 835VBF62, de 2.240 HP., a 300 r. p. m., directamente acoplado a la línea de ejes.

Sobre la botadura de este buque, que ha tenido lugar el 11 de julio de 1964, ya habíamos informado a nuestros lectores.

#### ENTREGA DEL BUQUE "MONTEAYA"

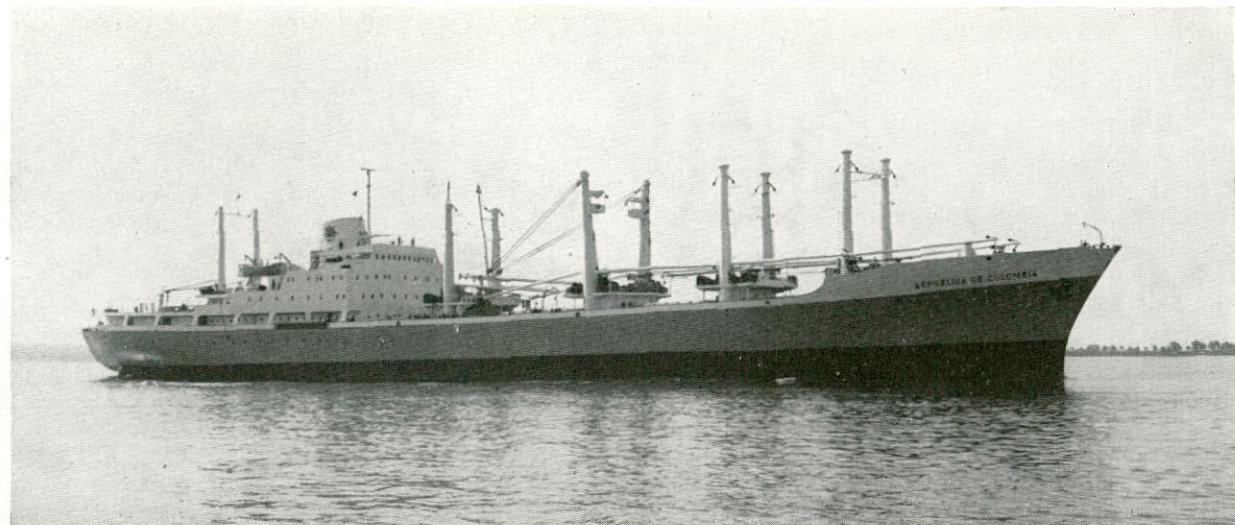
Por Astilleros Construcciones, S. A. ha sido entregado a la firma amadora el buque "Monteaya",



que hace el número 42 de las construcciones de dichos Astilleros.

El buque pertenece a la serie "ASCA-53", de la cual han sido ya entregados seis unidades.

La velocidad alcanzada fue de 13,63 nudos.



## BOTADURA DEL "CIUDAD DE BUCARAMANGA"

Ha tenido lugar en los Astilleros de Sevilla de la Empresa Nacional Elcano la botadura del buque de carga seca y refrigerada "Ciudad de Bucaramanga", construcción núm. 103 de dichos Astilleros.

Fue madrina del buque la excelentísima señora doña Elena González de Sorzano, esposa del Embajador de Colombia, y asistieron el Capitán General del Departamento Marítimo; el Jefe de la Región Aérea del Estrecho; el Gobernador Militar y otras autoridades, tanto españolas como colombianas, que fueron atendidos por el excelentísimo señor don Luis Ruiz Jiménez, Presidente de la Empresa Nacional Elcano, ilustrísimo señor don Francisco Parga, Consejero y Secretario General de la Empresa Nacional Elcano; ilustrísimo señor don Roberto Berga, Consejero y Director Gerente de la Empresa Nacional Elcano y don Antonio Zapico, Director de los Astilleros de Sevilla.

Este buque es el primero de tres buques iguales encargados por la Compañía Armadora Flota Mercante Grancolombiana, S. A., de Bogotá a la ASTENE. Dicha Compañía Armadora, tiene asimismo en-

cargados tres buques más de idénticas características a los Astilleros Alemanas Stülcken Sohn de Hamburg, uno de los cuales el "República de Colombia" fue recientemente entregado por dichos Astilleros, visitando en su viaje inaugural el puerto de Bilbao.

Sus principales características son las siguientes:

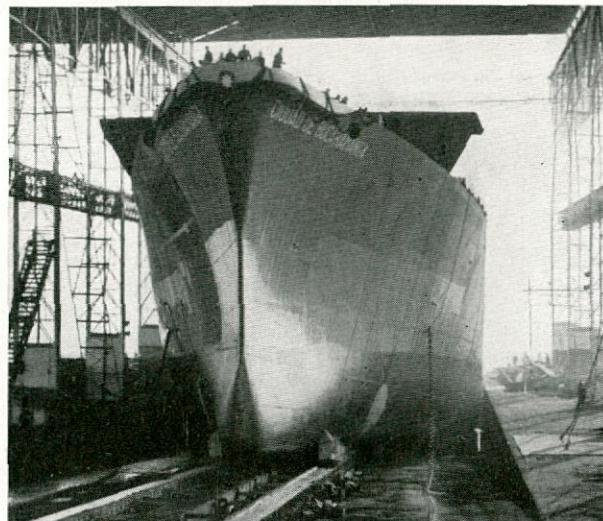
Eslora total .....	165,985 m.
Eslora entre perpendiculares .....	153,160 m.
Manga de trazado .....	21.180 m.
Puntal de trazado a la cubierta principal .....	12,900 m.
Calado máximo a plena carga .....	9,170 m.
Peso muerto correspondiente .....	12.450 T.
Velocidad en servicio .....	19 nudos
Capacidad de bodegas de carga seca .....	14.041 m <sup>3</sup>
Capacidad de bodegas de carga refrigerada .....	3.832 m <sup>3</sup>
Capacidad de tanques de carga líquida .....	1.555 m <sup>3</sup>

La maquinaria propulsora del buque la constituye un motor Sulzer tipo 9-RD-76, de nueve cilindros, el cual desarrolla una potencia de 14.400 BHP., a 119 revoluciones por minuto, estando preparado para quemar combustible pesado.

La energía eléctrica, corriente alterna a 450 voltios y 60 periodos, es producida por tres generadores alternadores capaces de desarrollar cada uno 750 kilovatios, accionados por motores SULZER, tipo 6-BCAH-29 de 900 BHP., a 154 r. p. m.

El "Ciudad de Bucaramanga" va equipado con cierres de escotilla metálicos "Elcano-MacGregor" en todas sus cubiertas.

Dada su elevada velocidad y ciertas limitaciones impuestas por las razones de trimado a que más abajo se alude, la determinación de las formas de carena (que incluyen una proa con bulbo) requirió estudio muy cuidadoso, habiéndose proyectado, lo mismo que la hélice, por el Canal de Experiencias de El Pardo, en cuyo Centro se desarrolló a dicho efecto un extenso programa de ensayos de modelos, llevándose a ca-



bo pruebas de remolque, autopropulsión y ensayos en el túnel de cavitación, cuyos resultados fueron aplicados a todos los barcos de la serie.

Estos buques están equipados con las instalaciones más modernas para el transporte de diversas clases de carga, disponiendo para el transporte de cargas líquidas de once tanques de los cuales cuatro son de construcción especial para alojar cargas líquidas peligrosas.

Tratándose de buques de las dimensiones expresadas, con máquina a popa y capaz de admitir cargas de clases tan diversas, las cuestiones de trimado y estabilidad revistieron especial dificultad a cuya resolución hubo de prestarse atención muy particular.

Las fotografías representan el "República de Colombia", que como ya se ha indicado ha sido construido en Alemania y un momento de la botadura del "Ciudad de Bucaramanga".

### BOTADURA DEL MOTOPESQUERO "CAPITAN EMILIO"

El día 3 de noviembre tuvo lugar, en los Astilleros Marítima del Musel, S. A., la botadura del motopesquero conelador "Capitán Emilio", perteneciente al tipo "Musel-40-C" de esos astilleros, que se construye para don Jorge Solá Sanromá.

Sus principales características son las siguientes:

Eslora total .....	46,26 m.
Eslora entre perpendiculares .....	40,00 m.
Manga de trazado .....	8,35 m.
Puntal de trazado .....	4,40 m.
Calado carga .....	4,05 m.
Arqueo bruto .....	440 T.
Peso muerto .....	400 T.
Volumen túneles .....	60 m <sup>3</sup>
Volumen bodegas .....	420 m <sup>3</sup>
Combustible .....	190 m <sup>3</sup>
Velocidad servicio .....	12 nudos
Potencia .....	1.250 BHP.



La potencia eléctrica instalada suma 500 kilovatios.

Va dotado de un equipo de congelación rápida STAL-HIFRISA, de 15 toneladas por día, con refrigeración Freon 22.

### ENTREGA DE LOS ATUNEROS CONGELADORES "ARTZA", "ARENE" Y "ATALDE"

El pasado mes de octubre, Marítima del Musel, Sociedad Anónima entregó a Atunber, los tres atuneros congeladores "Artza", "Arene" y "Atalde", pertenecientes al tipo Musel-27-AC.



Sus principales características son las siguientes:

Eslora total .....	31,68 m.
Eslora entre perpendiculares .....	27,60 m.
Manga .....	7,00 m.
Puntal .....	3,55 m.
Calado máximo .....	2,95 m.
Arqueo bruto .....	170 T.
Peso muerto .....	145 T.
Bodega proa .....	40 m <sup>3</sup>
Cubas congelación .....	100 m <sup>3</sup>
Combustible .....	60 T.
Velocidad en servicio .....	11 nudos

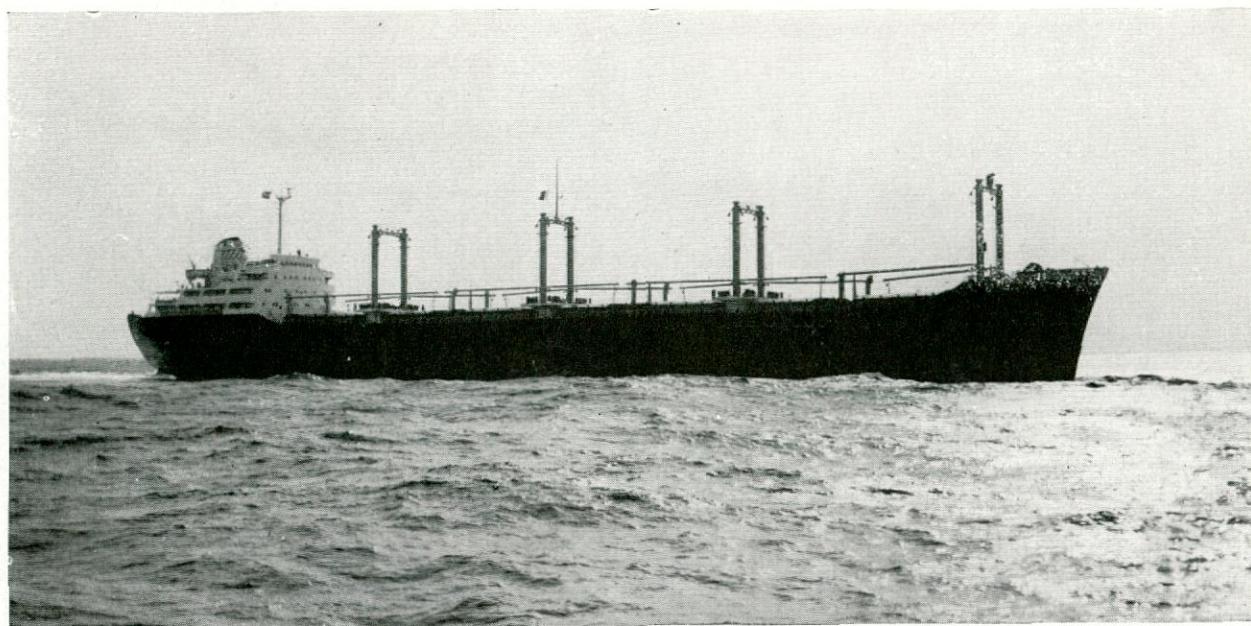
El motor propulsor es un Otto Deutz, tipo SBA6M-528, de 565 BHP., a 750 r. p. m., con reductor inversor Brevo-Lamiaco de relación 3/1, que lleva incorporados dos tomas auxiliares de potencia: Una para la dinamo de cola y otra para la bomba hidráulica de la maquinilla de pesca.

La potencia eléctrica instalada es de 200 kilovatios.

La planta frigorífica de expansión directa de amoníaco, de la firma STAL-HIFRISA, análoga a la que llevan los atuneros americanos que pescan en las costas de California, es capaz de congelar una media de 20 toneladas por día de atún en baño de salmuera.

Estos tres barcos trabajarán en flotilla con otros dos atuneros congeladores, "Albóniga" y "Alacrán", del tipo Musel-32-AC entregados no hace mucho tiempo por Marítima del Musel, S. A., a la misma empresa atunera.

Los barcos trabajarán, al principio, a la caña con cebo vivo.



### ENTREGA DEL "BULK-CARRIER ARTEMISION"

Recientemente ha sido entregado a Overseas Bulk-carrier Corporation, por Astilleros y Talleres del Noroeste, de El Ferrol del Caudillo, el Bulk-Carrier Artemision.

El buque es de cubierta corrida, con todos los servicios a popa, y una sola hélice. Sus dimensiones principales son:

Eslora total .....	186,766 m.
Eslora entre perpendiculares .....	177,240 m.
Manga .....	23,80 m.
Puntal .....	15,09 m.
Calado .....	10,515 m.
Peso muerto .....	27.800 T.
Registro bruto .....	17.880 T.
Registro neto .....	10.420 T.
Capacidad bodegas .....	1.350.000 cu. ft.
Velocidad en pruebas .....	16,2 nudos
Velocidad en servicio .....	14,75 nudos
Potencia .....	10.500 BHP.
Revoluciones por minuto .....	115

El buque ha sido clasificado por el American Bureau en clase A. I. E.

### BOTADURA DE DOS BUQUES PARA TRABAJOS HIDROGRAFICOS

El día 5 del actual ha sido puestos a flote, en la Factoría de San Fernando, de la Empresa Nacional Bazán, dos buques para trabajos hidrográficos, los cuales han sido encargados a la citada empresa por la Marina de Guerra española.

Los mencionados buques, que irán provistos de los

elementos propios para el servicio de hidrografía, llevarán una dotación compuesta por 4 oficiales, 6 suboficiales y 27 especialistas y Marineros, haciendo un total de 37 hombres e irán propulsados por motores Bazán-Sulzer, construidos en la Factoría de Cartagena, de la misma Empresa.

Estos buques se pusieron en quilla el día 30 de septiembre pasado y por lo tanto sus cascos, que han



sido puestos a flote en el día indicado, se han construido en 27 días laborales en la Grada núm. 1 del Astillero constructor.

### ENTREGA DEL "ALEX"

En los Astilleros y Talleres del Noroeste, en El Ferrol del Caudillo, ha tenido lugar la entrega del buque "Alex", 6.000/8.300 toneladas de peso muerto a A. S. Danmotor de Oslo.

El buque, que ha sido diseñado y construido como shelter a/c, con máquinas a popa, va provisto de 4 bodegas de carga y otras tantas escotillas.

Sus principales características son las siguientes:

Eslora total .....	127,200 m.
Eslora entre perpendiculares ....	117,400 m.
Manga .....	17,400 m.
Puntal a la cubierta shelter .....	10,900 m.
Puntal a la cubierta principal ...	7.315 m.
Peso muerto .....	6.000/8.300 T.
Calado correspondiente .....	6,85/8,32 m.
Potencia .....	5.800 BHP.

La capacidad total de bodegas es 430.000 c. f. grano y 394.725 c. f. balas.

Los tanques de lastre tienen una capacidad de 1.327 m<sup>3</sup>, y los de combustible y agua dulce 981 y 201 m<sup>3</sup> respectivamente.

El buque va propulsado por un motor Götaverken, tipo 630/1.300-V. G. S.-7V, de 5.800 BHP., directamente reversible, girando a 125 r. p. m., alcanzando una velocidad de 15,5 nudos, en la condición de shelter cerrado.

El buque ha sido construido de acuerdo con el reglamento del Norske Veritas mereciendo la clasificación + 1 A 1. Ice/c.

## INFORMACION LEGISLATIVA

### MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS

*CORRECCION de erratas de la Orden de 11 de agosto de 1964, por la que se aprueban las normas para el cálculo de las grúas eléctricas de pórtico para servicios portuarios.*

(“B. O. del Estado” de 10 de noviembre de 1964, página 14713, núm. 270.)

### MINISTERIO DE INDUSTRIA

*ORDEN de 26 de octubre de 1964 por la que se resuelve el concurso de méritos convocado por la Orden de 27 de julio de 1964 para la provisión de una plaza de Consejero del Consejo de Ingeniería Naval.*

Ilmos. Sres.: Convocado de acuerdo con lo dispuesto en la Ley 141/62, de 24 de diciembre, que creó el Cuerpo de Ingenieros Navales, dependiente del Ministerio de Industria, concurso de méritos para la provisión de una plaza de Consejero del Consejo de Ingeniería Naval;

Vistas las solicitudes presentadas por los Ingenieros Navales Inspectores generales para tomar parte en el referido concurso de méritos y calibrados los que concurren en los mismos,

Este Ministerio ha tenido a bien nombrar Presidente de Sección del Consejo de Ingeniería Naval al Inspector general del Cuerpo de Ingenieros Navales don Bernardo Usano Mesa.

Lo digo a VV. II. para su conocimiento y efectos.  
Dios guarde a VV. II. muchos años.

Madrid, 23 de octubre de 1964.—P. D., Angel de las Cuevas.

Ilmos. Sres. Subsecretario de Industria y Director general de Industrias Navales.

(“B. O. del Estado” de 6 de noviembre de 1964, página 14539, núm. 267.)

### MINISTERIO DE COMERCIO

*ORDEN de 27 de octubre de 1964 sobre obligación de los buques mercantes y de pesca mayores de 20 toneladas en los que no figure Médico, de llevar a bordo el “Manual de primeros auxilios sanitarios”.*

(“B. O. del Estado” de 6 de noviembre de 1964, página 14537, núm. 267.)

*ORDEN de 10 de noviembre de 1964 por la que se resuelve el concurso para proveer dos plazas de Delinante-Ayudante en la Dirección General de Búques.*

(“B. O. del Estado” de 26 de noviembre de 1964, página 15583, núm. 284.)

*DECRETO 3353/1964, de 24 de julio, por el que se establece la estructura de las carreras de los Oficiales de la Marina Mercante, Secciones de Puente y Máquinas.*

(“B. O. del Estado” de 27 de octubre de 1964, página 14025, núm. 258.)