

# Ingeniería Naval

REVISTA TÉCNICA

ORGANO OFICIAL DE LA ASOCIACION DE INGENIEROS NAVALES

Fundador: AUREO FERNANDEZ AVILA, Ingeniero Naval

Director: LUIS DE MAZARREDO BEUTEL, Ingeniero Naval

AÑO XXIX

MADRID, MAYO DE 1961

NUM. 311

## Sumario

	Páginas
Proyecto de Canal de Experiencias para la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales, por Luis de Mazarredo, Ingeniero Naval .....	202
El «Galdácano», transporte de ácido sulfúrico, por Rafael Crespo Rodríguez, Ingeniero Naval .....	211
Metales no férricos más corrientemente utilizados en maquinaria y construcción naval, por Dimas Pérez Torres, Ingeniero Naval .....	218
Un método gráfico para determinar el flete conociendo la tarifa de arrendamiento en Time-Charter en buques petroleros, por Javier Pinacho, Ingeniero Naval .....	232
Los motores fuera de borda .....	234

## INFORMACION DEL EXTRANJERO

Instalación para experiencias submarinas a gran profundidad .....	236
Dragado en el lago Maracaibo .....	236
Motor de inducción de cinco velocidades .....	236
Soldadura de espárragos de aluminio .....	236
Entrega del «Bergebonde» .....	237
Coloquio sobre buques para investigaciones pesqueras en Tokio .....	237
Crecimiento de la flota mercante mundial en 1961-62 .....	237
La competencia del tráfico aéreo .....	237
Buque de pasaje «Ancerville» .....	238
Petrolero-costero «Cyprea», de 1.945 t. p. m. ....	238
Entrega del carguero shelter «Valdivia», de 3.500 t. p. m. ....	238

## INFORMACION NACIONAL

Pruebas oficiales y entrega del «Salinero» .....	239
Botadura del buque mixto «Villa de Bilbao» .....	240
La Junta de la Sociedad Española de Construcción Naval .....	240
Concurso Nacional de Soldadura en La Felguera .....	241
Asociación de Ingenieros Navales .....	241
Normas UNE .....	242

Dirección y Administración: Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales.—Ciudad Universitaria.—Apartado de Correos 457. — Teléfono 44 08 07 (\*) — MADRID (3).

Suscripción: Un año para España, Portugal y países hispanoamericanos, 250 ptas. Un semestre, 140 ptas. Demás países, 300 pesetas (franqueo aparte).

NOTAS.—No se devuelven los originales. Los autores son directamente responsables de sus trabajos. Se permite la reproducción de nuestros artículos indicando su procedencia.

# PROYECTO DE CANAL DE EXPERIENCIAS PARA LA ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS NAVALES (\*)

Por LUIS DE MAZARREDO

Ingeniero Naval.

## 1. INTRODUCCIÓN.

Los requerimientos para la realización de ensayos e investigación experimental han aumentado de tal modo en los últimos tiempos, que en el mundo entero han tenido que multiplicarse los centros de experimentación de una forma que hasta hace pocos años hubiera parecido desorbitada.

De esta regla general, no es una excepción la investigación en la construcción naval; y desde que terminó la guerra, han sido creados Institutos o Centros de Investigación en prácticamente todos los países constructores que todavía no disponían de los mismos.

Institutos de Investigación de la Construcción Naval, considerada de una manera general han sido creados en los Países Escandinavos, Alemania, Bélgica, Holanda, Francia, Rusia, China, India, etc. Y más o menos especializados en los aspectos de la Hidrodinámica del Buque, en Brasil, Yugoslavia y otros países; habiéndose creado en todos los casos laboratorios propios, si no existían ya.

Esta orientación de la técnica actual —única que hace posible el progreso en un tiempo y con costos reducidos— hace necesario que los estudiantes de ingeniería se pongan en contacto con los métodos de experimentación. Por lo que muchos de estos Institutos (por ejemplo, Hamburgo, Delft, Zagreb, Tokio, Estambul), están en relación más o menos directa con las Escuelas Técnicas Superiores correspondientes; y cuando no se ha podido establecer este contacto se ha procurado instalar en la Escuela los medios de experimentación apropiados. Como ejemplo de ello están los Canales de las Universidades de Génova (Italia), Durham (Gran Bretaña), Berkeley y del MIT (Estados Unidos), de Rostock (Alemania oriental) y Buenos Aires (en construcción), por citar aquí sólo algunos (véase el cuadro que más adelante se adjunta).

También en España ha sido reconocida esta necesidad, de una manera general, por la Ley de Ordenación de Enseñanzas Técnicas de 1956 y, posteriormente, por la concesión de los créditos precisos para su

desarrollo. Como consecuencia de ello, ha sido posible volver a considerar la construcción de un Canal de Experiencias en esta Escuela, que ya previsto en el proyecto de la misma, no había sido llevado a la realidad.

## 2. CRITERIO DEL PROYECTO.

Las bases del proyecto de un Canal de Experiencias —como el de otra obra cualquiera— dependen de los servicios que deba desempeñar. En este caso se trata de un Canal destinado a la Enseñanza y a la Investigación. Por tanto, no será tan importante la extrema exactitud de los resultados como la posibilidad de realizar una gran variedad de ensayos y experiencias; de ser posible, de una manera sencilla y fácilmente reproducible.

En estas condiciones debe pensarse en un Canal de tamaño reducido; aunque no tanto, que los resultados que se puedan obtener estén hasta tal punto afectados por el efecto de escala, que ni siquiera sean útiles desde un punto de vista comparativo.

Manteniendo el mismo movimiento relativo, cabe en un canal pequeño, elegir entre el desplazamiento del modelo en aguas tranquilas o el Canal de Circulación de agua.

Esta última solución ha sido desechada porque:

a) Admite menor variedad de ensayos; particularmente, no podrían realizarse los ensayos con olas y en aguas poco profundas.

b) A igualdad de tamaño del modelo consume una potencia mucho mayor.

c) Los resultados son menos exactos.

d) La ventaja principal de estos canales, que es la de poder observar el modelo durante un tiempo indefinido puede compensarse mediante el empleo de medios auxiliares y la toma de fotografías y películas.

Siendo el modelo el que se desplaza, puede elegirse entre el sistema en que el observador acompaña al modelo, sobre un carro de remolque, o el desplazamiento del modelo solo, con transmisión de señales entre él y la cabecera del Canal.

(\*) Conferencia pronunciada en la Escuela T. S. de Ingenieros Navales, el 3 de mayo de 1961.

Se ha escogido el primero de estos sistemas porque:

- a) Admite mayores posibilidades de ensayo.
- b) Es más adecuado para la enseñanza e investigación.
- c) La reducción del gasto inicial que supondría la adopción del otro sistema —y que es su principal ventaja— no es tan grande que compense los inconvenientes que lleva consigo.

Se ha desechado asimismo el tipo de carro en voladizo, porque, como luego se verá, no se ha adoptado la solución de acoplar un estanque de evolución a uno de los extremos del Canal, que es la razón de ser de este tipo de construcción. El carro apoyado sobre ambos pretilos del Canal da mayor precisión y amplía las posibilidades de utilización. Por ello ha sido el tipo adoptado. Y en conjunto, el canal proyectado tiene una disposición análoga a la que tiene el Canal de El Pardo.

### 3. SITUACIÓN.

Al principio se pretendió instalar el Canal en el porche previsto en el edificio de la Escuela con este objeto. Para ello había que cerrarlo, dejando sin luz ni ventilación las dependencias de biblioteca y el servicio de aseo existentes en uno de los extremos. Por lo que se pensó en desplazar dichos servicios, aprovechando al mismo tiempo el espacio ocupado por ellos para aumentar la longitud del canal, que, retringiéndose a la disponible en el porche, había de resultar demasiado corto. Pero como, llegado el momento de estudiar detalladamente el coste de estas obras complementarias, resultara ser éste mucho más elevado del que inicialmente se había previsto, se volvió a considerar la construcción del Canal en un edificio aparte.

Esta solución resultó ser de un precio análogo que el conjunto de las obras necesarias para la instalación del Canal en el porche. Y como produjera muchas menos perturbaciones y permitiera la construcción de un Canal de longitud adecuada, fue la que finalmente se ha adoptado.

El lugar elegido es el borde NE del campo de deportes; por ser el que permite mayor longitud, ofrecer un terreno firme y no implicar ningún inconveniente —desmontando el talud que lo limita para no cortar el paso por el camino de circunvalación.

### 4. DIMENSIONAMIENTO.

El tamaño del modelo, base del dimensionamiento del Canal, se ha escogido de 2 metros de eslora. Es evidente que cuanto mayor sea esta dimensión, menores serán el efecto de escala y las consecuencias de los errores cometidos en su fabricación. Pero, como las dimensiones lineales del Canal son prácticamente proporcionales al tamaño del modelo, un aumento de su tamaño supone un considerable aumento de precio. Suponiendo que el coste de la instalación fuera propor-

cional a la superficie —es decir, al cuadrado de la eslora del modelo— la adopción de la eslora de 2,5 m., que parece ser lo deseable según las experiencias realizadas con carenas del tipo "Victory", supondría un aumento de precio de más del 50 por 100. Este mayor gasto se ha considerado innecesario, ya que en Canales ya existentes se han realizado numerosos trabajos de investigación de valor indudable con modelos de 5 pies (1,5 m.) de eslora. Pero tampoco se ha adoptado este último valor, sino un intermedio entre ambos, para disminuir los muchos inconvenientes que presenta el empleo de modelos tan pequeños en los ensayos de propulsión, y evitar la extensión del régimen laminar cuando se ensaye en la zona de los menores números de Froude de los buques actuales (1).

La longitud del canal es la suma de la longitud del carro y del recorrido del modelo, que depende de:

a) Longitud necesaria para la puesta a punto y el establecimiento del régimen permanente. Esta longitud depende principalmente de la velocidad y tamaño del modelo. Pero en tanto que las velocidades no sean muy elevadas, puede suponerse con aproximación suficiente que no depende más que del tamaño del modelo y estimarla en diez veces su eslora.

b) Longitudes para la aceleración y frenado, que si se realizan con una aceleración constante  $a$ , serán iguales a:

$$\frac{V^2}{2a}$$

Por lo que, si  $a = 1 \text{ ms}^{-2}$  —como es corriente en la actualidad— se precisará, para ambos períodos, una longitud de  $V^2 \text{ m.}$

c) Longitud recorrida por el modelo durante el ensayo. Si se supone que el tiempo mínimo conveniente para tomar las lecturas es  $t$ , será  $tV$ , siendo  $V$  la velocidad del modelo.

Por tanto, el recorrido del carro será igual a:

$$c = 10L' + V^2 + tV$$

Para una eslora de  $L' = 2 \text{ m.}$  y un número de Froude de 0,565 (correspondiente a un barco de 100 m. de eslora y unos 34 nudos de velocidad) la velocidad del modelo sería de  $2,5 \text{ m s}^{-1}$ . Considerando éste como el límite normal del número de Froude y suponiendo que  $t = 8 \text{ seg.}$  (2) sea suficiente, se obtiene.

$$c = 20 + 6,25 + 20 = 46,25$$

y sumando a este recorrido la longitud ocupada por

(1) Según Falkner (K, T, H; Estocolmo, 1953, 1958) para evitar la extensión del flujo laminar el número de Reynolds debe ser superior a  $10^6$  en modelos de 2 m. de eslora. Lo que equivale a establecer el límite inferior de velocidad en 0,5 m/s. O sea, unos siete nudos en un barco de 100 m. de eslora, ó 3,5 nudos en un pesquero de 25 m.

(2) Este tiempo, que dependerá del tipo de los aparatos, podría ser menor con aparatos electrónicos. El adoptado es el citado por el Cap. H. Saunders en SNAME, 1938, tratando del Proyecto del actual canal D. Taylor, de Washington.

el carro (4,5 m.) y un pequeño margen por los extremos se llega a una longitud de 53 m.

Respecto al *ancho y profundidad* del canal depende del efecto de sus paredes sobre el modelo que se ensaya. Para evitar estos efectos el ancho debe ser aproximadamente igual al doble de la eslora del modelo y la profundidad igual a dicha eslora. Con lo que se obtendría una sección de  $4 \times 2$  m.

Se ha conservado esta profundidad, pero se ha limitado la anchura a 3,8. Lo que no supone un grave inconveniente, como se puede deducir de los siguientes razonamientos:

Según Hughes (TINA, 1957) y van Lammeren (ensayos con el Victory) el ideal es que la relación entre las áreas de la cuaderna maestra y de la sección del canal sea igual o menor de 0,004. En barcos mercantes (de una hélice), las relaciones entre las dimensiones principales suelen variar entre los límites

$$\frac{L}{B} = 6 \text{ a } 7,8$$

$$\frac{B}{T} = 2,2 \text{ a } 2,6$$

Por tanto, suponiendo que el coeficiente de la c. maestra sea la unidad, su área será

$$A_m = BT = \frac{L^2}{80} \text{ a } \frac{L^2}{160}$$

Y adoptando  $A_m = L^2/100$  —valor intermedio, pero muy próximo al más desfavorable de los que se acaban de hallar— y llamando  $S$  a la sección del canal, se tendrá

$$\frac{L^2}{100 S} = 0,004$$

Por lo que realmente si  $S = 3,8 \times 2 = 7,6 \text{ m}^2$  no es recomendable ensayar modelos de más de 1,76 m. de eslora; y siendo el ancho de 4 m., de 1,79 m. Diferencia que no merece ser considerada. Sobre todo si se tiene en cuenta que en cualquier caso se podrán correr modelos mayores; ya que según Schuster (Schiffstechnik, 1955-56) (3) el error cometido por efecto de paredes equivale a un corrimiento de la curva que da la resistencia en función de la velocidad, del orden de

$$\frac{dv}{v} = \frac{A_m/S}{1 - F_h^2 - A_m/S}$$

Siendo, como antes,  $A_m$  el área de la maestra y  $S$  la sección del canal; y  $F_h$  el número de Froude calculado con la profundidad del canal.

Por lo que, pueden incluso ensayarse modelos de 2,5 metros de eslora ( $A_m/S = 0,008$ ) con un error del or-

(3) Confirmado por Emerson (ITTC, 57).

den del 1 por 100, para las velocidades más corrientes. Y aunque, evidentemente, este error aumentaría con la velocidad, si ésta es alta debe en cualquier caso emplearse modelos menores, por la limitación ya impuesta a la longitud del canal y las que llevarán consigo los aparatos de medida.

Se llega por tanto a las dimensiones  $53 \times 3,80 \times 2$ , que como puede observarse en el cuadro que se adjunta están bien en línea con las tendencias actuales. De las que si acaso, difieren por falta de longitud (lo que siempre podría ser corregido en caso necesario, ya que el terreno disponible permite una longitud mayor), pero no por ser escasa la anchura.

## 5. VELOCIDAD, APARATOS NECESARIOS, CONSTRUCCIÓN DEL MODELO.

De las consideraciones hechas para determinar la longitud del canal se deduce que ésta depende tanto del tamaño como de la velocidad del modelo; pero que a medida que esta última variable aumenta se convierte en el factor determinante. Así, por ejemplo, aun reduciendo el tamaño del modelo a 1 m., si se desea mantener el tiempo de observación en ocho segundos y la longitud del recorrido en los 46 m. antes deducidos, se obtiene que la velocidad no podrá pasar de  $3,2 \text{ ms}^{-1}$ .

No tiene, pues, ningún interés aumentar la velocidad muy por encima de dicha cifra, ya que el tiempo de observación sería excesivamente corto. Pero tampoco conviene no aprovechar todas las posibilidades que ofrece la longitud fijada para el canal. Por lo que se adoptó la velocidad máxima de  $3,5 \text{ ms}^{-1}$ ; lo que permite la realización de ensayos de propulsor aislado con garantías suficientes, como luego se verá.

Para el ensayo de *remolque* se ha previsto un dinamómetro de lectura directa, capaz de una resistencia de 4 kg. Lo que es suficiente para el tamaño de modelos previsto.

Respecto a los dinamómetros necesarios para los ensayos de *autopropulsión*, puede observarse que el momento absorbido ha de ser:

$$Q' = \frac{Q}{a^4} \cdot \frac{\gamma'}{\gamma} = \frac{716,2}{a^4} \cdot \frac{P}{n} \cdot \frac{\gamma'}{\gamma}$$

siendo  $P$  la potencia en caballos,  $n$  las revoluciones por minuto,  $\gamma$  y  $\gamma'$  los pesos específicos del agua de la mar (en su caso) y del agua dulce y  $a$  la escala del modelo. Siendo el modelo pequeño podrán ensayarse toda clase de barcos grandes ( $a$  será muy grande) aún cuando los dinamómetros tengan un momento máximo muy reducido. Por consiguiente, convendrá escoger para estos ensayos los menores dinamómetros que se construyan; no sólo para que puedan acoplarse a modelos tan pequeños como los que se han de utilizar en este Canal, sino para aumentar así su sensibilidad y disminuir los errores. Dos dinamómetros que admitieran cada uno de ellos  $Q' = 6 \text{ kg. cm. a } 2.000 \text{ r. p. m.}$  (y 4 kg. cm. a

3.000 r. p. m.), serían un equipo conveniente para poder realizar ensayos de buques de una o dos hélices con modelos del tamaño indicado.

Sin embargo, si de lo que se trata es de ensayar modelos de buques de mucha potencia (P) y poca eslora (a pequeño) podría precisarse un dinamómetro más potente. Puede fácilmente comprobarse que así sucede, por ejemplo, en remolcadores y pesqueros. Por lo que se considera deseable adquirir otro dinamómetro mayor capaz de un momento de unos 40 kg. cm. y un empuje de 10 kg.

Por lo demás, este dinamómetro será también necesario para la realización de ensayos de propulsor aislado, ya que para una eslora de 2 m. los propulsores,

en buques de una hélice, tendrán un diámetro del orden de 8 cm. ( $D \simeq 0,04 L$ ) y con tamaño tan reducido es de esperar que se produzcan errores en los resultados de los ensayos, como consecuencia del efecto de escala.

Realmente esta cuestión no está todavía totalmente aclarada. Pero parece estar suficientemente demostrado que los resultados obtenidos con modelos no difieren entre sí, si durante el ensayo, el número de Reynolds definido por  $nDL/v$  (siendo  $D$  el diámetro del propulsor,  $L$  el ancho de pala,  $n$  las revoluciones y  $v$  la viscosidad cinemática, todo ello en unidades  $m s$ ) es (4) su-

(4) Com. Rep. ITTC, Madrid, 1957.

ALGUNOS CANALES DE TAMAÑO REDUCIDO  
(De menor a mayor anchura.)

N O M B R E	Fecha de construcción.	Dimensiones	Entidad	Generador de olas	Observaciones
Berlín .....	—	10 × 1 × 0,5	Inv.	—	Canal de circulación.
Hitachi .....	—	25 × 1,2 × 1,2	Astillero.	No tiene.	Canal de circulación.
Génova .....	1955	60 × 1,5 × 1,5	Docente.	No tiene.	Canal de circulación.
Osaka (Universidad). Newport News (Estados Unidos) .....	— 1933	52 × 1,8 × 1 17,1 × 2,4 × 1,2	Invest. y docente. Astillero.	— Tiene.	— —
Berkeley .....	—	61 × 2,43 × 1,73	Invest. y docente.	Abanico.	—
Trondheim .....	—	26,8 × 2,5 × 0,92	Idem.	—	—
MIT .....	1951	32,9 × 2,6 × 1,2	Idem.	Tiene.	—
Stevens I. of T. (Estados Unidos) .....	1935	30,5 × 2,7 × 1,4	Idem.	Buzo, mares complejas.	—
Trieste .....	1938	40 × 2,7 × 1,3	Idem.	—	Antes en Delft.
Ottawa .....	1930	106,9 × 2,7 × 1,8	Investigación.	—	—
Génova .....	1947	48 × 2,8 × 1,6	Idem y docente.	—	—
Delft .....	1955	45 × 2,8 × 0,6	Idem, id.	No tiene.	Canal de circulación para poca profundidad.
Brodarski Inst. (Zagreb) .....	1956	66,6 × 3 × 2,5	Idem, id.	Neumático.	Comprende estanque de evolución.
Webb Inst. (EE. UU.). Estocolmo .....	— —	28,3 × 3 × 1,5 60 × 3,05 × 1,52	Idem, id. Idem, id.	— —	— —
D T M B Washington. Meguro (Tokio) .....	1941 —	43,5 × 3,05 × 1,68 102,5 × 3,5 × 2,2	Marina. Investigación.	Tiene. Abanico	— —
Tokio (Universidad). Rostock .....	— Sin terminar	86 × 3,5 × 2,6 55 × 3,5 × 2,10	Invest. y docente. Idem, id.	Abanico Buzo.	— Comprende estanque evolución.
King's College, Durham .....	1952	39,6 × 3,6 × 1,5	Idem.	—	—
Saunders Roe (G. B.). Stevens I. of Tech. ...	— 1955	76,2 × 3,65 × 1,83 91,5 × 3,66 × 1,83	Invest. Inv. y docc.	— —	Para hidroaviones. Utilizable para hidroaviones.
Sao Paulo .....	1955	60 × 3,7 × 2,3	General.	—	—
Hamburgo (HSVA) ...	—	80 × 3,86 × 0,8	Inv.	—	Para aguas poco profundas.
FBL (Japón) .....	—	60 × 4 × 2	Idem, id.	—	—
Delft .....	1955	96,8 × 4,28 × 2,7	Invest. y docente.	Neumático.	—
Kiushu .....	—	80 × 5,3 × 2,5	Idem.	—	—
Hamburgo (Ing. S.) ... Transportation T. R. Inst. (Tokyo) .....	1955 — —	36,5 × 6,4 × 1,83 29 × 8 × 3,3	Docente. Investigaciones.	— Buzo.	— —
Thornycroft .....	1910	24,4 × 9,1 × 4,1	Astillero.	—	—

perior a  $1,2 \cdot 10^5$  y que las diferencias son muy pequeñas si es del orden de  $0,8 \times 10^5$  dependiendo la magnitud de dichas diferencias de los perfiles empleados.

Adoptando este último valor y sustituyendo  $\nu = 1,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$  (a unos  $13^\circ \text{ C}$ ) se obtiene

$$nDL > 0,096$$

y como con las formas de pala más usuales,

$$\frac{L}{D} \approx 0,5 \frac{Ad}{A_0}$$

tendremos que para el caso más desfavorable (relación de área mínima 0,4) habrá de ser

$$nD^2 \geq 0,48$$

Por tanto, conviene que el empuje sea

$$T = K_r \rho (nD^2)^2 = 23,5 K_r$$

Lo que indica que el mayor de los dinamómetros escogidos ( $T = 10 \text{ kg.}$ ) es suficiente para ensayar en esas condiciones de número de Reynolds; y aún lo es para ensayar con  $R_n = 1,2 \times 10^5$  ( $T = 53 K_r$ ) en la zona de proyecto normal (en la que casi siempre  $K_r < 0,2$ ) que es la más afectada por el efecto de escala.

Por otra parte, sustituyendo el valor  $nD \geq 0,48 D$  en la expresión del grado de avance

$$J = \frac{V}{nD} \leq \frac{VD}{0,48}$$

se obtiene para la velocidad máxima de 3,5 m/s:

$$D \geq 0,137 J$$

y como los valores máximos de  $J$  son del orden de la relación de paso de la hélice que se ensaye, se obtendrá para  $H/D = 0,5$  a  $1,5$ :

$$205 \text{ mm} > D > 68 \text{ mm}$$

Ya se ha indicado antes que las hélices para los ensayos de propulsión oscilarán alrededor de los 80 mm. de diámetro. Por tanto, habrá que construir con frecuencia otros modelos para la realización de estos ensayos de propulsor aislado. Esto es normal en los canales pequeños (y aún en los grandes es práctica frecuente); y los inconvenientes que supone esta práctica no justifica el aumento de velocidad (más del doble) y dimensiones del canal, que serían necesarios para aprovechar los modelos menores empleados en propulsión.

Respecto al *modelo de carena* se ha previsto que sea, en general, de madera. Estos modelos son más caros y más pesados de hacer que los de parafina. Pero tratándose de un centro en el que, por sus fines, no se han de ensayar continuamente carenas distintas, esta consideración pierde importancia; tanto es así, que tampoco se considera justificada la adquisición de una máquina de tallar modelos. En cambio, el modelo de madera es más adecuado para ser realizado por los alumnos (los errores podrían ser corregidos, en el peor de

los casos, con parafina) puede conservarse indefinidamente y, sobre todo, pesa menos, es más resistente, ofrece mayor espacio en su interior y admite mayores posibilidades en el reparto de pesos; consideraciones éstas que apoyan la adopción del modelo de madera tanto más cuanto menor haya de ser éste.

## 6. Los ensayos con olas.

En los últimos tiempos se ha suscitado mucha discusión sobre el valor que podrían tener los ensayos en olas regulares con mar de proa; objetándose que dichos ensayos no reproducen las condiciones reales de la mar y que en cualquier caso habría que realizar ensayos con olas de direcciones distintas a la de la marcha del modelo, para poder juzgar con verdadero conocimiento de causa, sobre la forma que tendrá el buque real de comportarse en la mar.

No se puede negar la exactitud de estas objeciones. Y la instalación se completaría si se construyera un segundo estanque —más o menos cuadrado— con este objeto. Pero dadas las instalaciones y medios auxiliares que el estudio de las mares complejas lleva consigo, no parece haya de ser aconsejable emprender una instalación de este tipo más que cuando se haya demostrado plenamente la utilidad de tales ensayos y cuando, por otra parte, estas técnicas hayan madurado lo suficientemente para poder asegurar que la instalación que se proponga no va a quedar rápidamente anticuada. Por ello, en este proyecto se han limitado las posibilidades al ensayo con olas de proa —o de popa—, reproduciendo una instalación que puede considerarse como clásica.

Los problemas que se plantean son: a) Dimensiones del Canal. b) Aparatos e instalaciones complementarias.

a) Para la realización de un ensayo completo, es conveniente que éste se extienda, por lo menos, a dos ciclos completos de los movimientos del modelo de carena; para que gracias a la repetición del ciclo pueda asegurarse que se han reproducido todas las particularidades que se puedan presentar. Sin embargo, esta consideración conduciría a la construcción de un canal de enorme *longitud* para el ensayo de carenas en aquellas condiciones en que las frecuencias de sus movimientos y de los encuentros con las olas estuvieran muy próximas. Es decir, en las condiciones próximas a la resonancia, ciertamente importantes.

Por tanto, hay que limitarse a conseguir un número prudencial de *encuentros*, repitiendo el ensayo, si hubiera razones para pensar que no se habían obtenido en el primero todas las combinaciones deseables. Dicho número de encuentros  $Z$  está ligado a la longitud de la ola  $\lambda$  y a las velocidades  $V_m$  del modelo y  $V_o$  de la ola (en sentido contrario al modelo) por

$$V_m + V_o = \frac{z\lambda}{t}$$

Siendo  $t$  el tiempo en que se desarrolla el ensayo propiamente dicho; que será igual a  $L_c/V_m$ , siendo  $L_c$  el recorrido útil en dicho ensayo.

Ya se ha visto que en aguas tranquilas para  $V_m = 2,5$  m/s y  $L' = 2$  m., se obtiene  $t = 8$  seg. y  $L_c = 20$  m.

Con olas es inútil emplear un recorrido tan importante del Canal como son  $10L' = 20$  m. para establecer el tren de olas del modelo (5), ya que por la naturaleza del problema que se estudia, éste habrá perdido la importancia que entonces podía tener. Por ello, parece puede adoptarse  $L_c = 32$  m. y como

$$V_o = \sqrt{\frac{\lambda g}{2\pi}} \approx \frac{\sqrt{\lambda}}{0,8}$$

se obtiene

$$z = \frac{32}{\lambda} + \frac{40}{V_m \sqrt{\lambda}}$$

Dando valores a esta expresión se obtiene un número suficiente de encuentros si se trata de un modelo de buque mercante.

Si se trata de una unidad rápida (buques de guerra) puede ser, en cambio, escaso el número de encuentros. Así, por ejemplo, para  $V_m = 2,5$  m/s y  $\lambda = 2L' = 4$  m. resulta ser  $z = 16$ . Pero dado que el ensayo en dichas condiciones es relativamente poco frecuente, no parece se justifique el aumento de longitud del canal que sería necesario, para aumentar el número de encuentros.

Más importante se considera el hecho de que no sea recomendable ensayar en dicha longitud con mares complejas; con las que, por ser las olas de perfil variable, es preciso un número de encuentros mayor para poder recoger el mayor número de combinaciones que se presenta. Sin embargo, y aunque este tipo de olas sea necesario para el estudio de ciertos fenómenos como son los pantocazos y el embarque de agua, no se ha aumentado la longitud del canal y, por el contrario, se ha prescindido de la generación de las mismas; porque con olas regulares pueden obtenerse la mayor parte de los datos que puedan interesar y limitándose a estas olas la instalación resulta mucho más sencilla y económica (además del mayor costo del canal, el generador de olas sería mucho más complicado y caro y habría que disponer de una calculadora electrónica para el análisis de mares complejas).

Por consiguiente, se considera aceptable la longitud de 53 m. antes señalada; si bien, se dispone el canal, como ya se ha dicho, de forma que pueda prolongarse si en el futuro se considerase deseable.

La anchura recomendable está limitada por una parte por los efectos de la reflexión de las olas por las paredes, y por otra, por la inestabilidad que se produce en

(5) En la práctica cotidiana tampoco en aguas tranquilas será necesario emplear dicho recorrido; siendo suficiente el recorrido de  $4L'$ , como recomiendan Silverleaf y Moor (NPL., Rep. 10). Este es el criterio adoptado en este apartado.

las olas generadas con frecuencias altas, si el ancho del canal es grande. El primero de estos fenómenos se produce particularmente para números de Froude algo menores de 0,14 (en un barco de  $L = 100$  m. a una velocidad de 8,5 nudos) cuando la eslora del modelo es mayor del 45 por 100 del ancho del canal. Esto obligaría a aumentar el ancho del canal si fueran frecuentes esas condiciones y se considera que un modelo de  $L' < 0,45 \times 3,8 = 1,7$  m. es demasiado pequeño. Pero siendo éste admisible y entendiéndose que el número de Froude 0,14 es relativamente poco frecuente, dadas las velocidades de los buques actuales, no se justifica una variación del ancho del canal por estas consideraciones. Respecto a la inestabilidad de las olas, sólo es previsible en este canal con frecuencias más altas que las normales (olas muy cortas) por lo que tampoco merece ser tenida en cuenta.

b) El generador de olas debe producir olas de longitudes  $\lambda$  comprendidas entre  $1/4$  y  $2L$ . Es decir, que para modelos de  $L' = 2$  m. aquéllas deberán variar entre 0,5 a 4 m.; y si se desea ensayar con modelos de  $L' = 2,5$  m., deberá elevarse el valor máximo de  $\lambda$  hasta 5 metros.

Las alturas deben variar entre cero y  $\lambda/20$ ; o sea, entre cero y  $5/20 = 0,25$  m.

Estas son las características del generador de olas previsto. El tipo escogido es el de un cuerpo oscilante en sentido vertical —tipo buzo—, por ser el más sencillo, ocupar menos espacio y poderse reproducir con toda exactitud los ensayos. (Aunque no sea el tipo ideal para generar mares complejas puede transformarse en ese sentido, si así se deseara.)

La playa o amortiguador de olas, que se ha de montar en el otro extremo, se prevé que tenga una inclinación variable, no sólo para poder obtener —en su caso— resultados óptimos para cada longitud de ola, sino para que sirva para realizar ensayos de lanzamiento. Por ello, debe consistir en una estructura metálica con listones de madera en la parte superior, sobre los que puedan clavarse los modelos de imadas. Se prevé, asimismo, que esté un tanto separada de la cabecera para permitir en ésta la existencia de una pequeña dársena en calma, cuando en el canal se produzcan olas. También se prevé la instalación de una playa desmontable en el otro extremo, para ser utilizada en los ensayos en aguas tranquilas.

Los ensayos con olas serán, bien, de remolque, con resistencia constante; bien, de propulsión, con rpm o momento constante. Prescindiéndose por el momento de medidas de los momentos o empujes variables, que exigen aparatos especiales, cuya realización no se considera que haya sido todavía totalmente resuelta.

### 7. Ensayos en aguas poco profundas.

La variación de profundidades necesaria para la realización de estos ensayos, puede conseguirse, bien variando parcialmente el canal, bien elevando un falso fondo especialmente dispuesto con este objeto.

El primer método exige un desplazamiento vertical del puesto de observación, de una magnitud análoga al calado normal del canal. Pero solucionada esta cuestión, no tiene más inconveniente que el tener que echar el agua cuando se vacíe; lo que en un canal grande sería inadmisibile, pero puede aceptarse en un canal de esta capacidad (395 m<sup>3</sup>) en el que estos ensayos pueden considerarse como poco frecuentes. Por ello, se ha adoptado este sistema; eliminando el doble fondo, más caro, más molesto de manejar y de menores garantías en la exactitud de los resultados; por ser difícil conseguir una superficie perfectamente horizontal, rígida y continua de la misma superficie que la que tiene el canal.

Respecto a las dimensiones de éste, hubiera sido deseable disponer de mayor anchura, ya que estos ensayos son más sensibles que los de aguas profundas a los efectos de paredes y además, conviene emplear modelos mayores. Pero en un país como España, en el que prácticamente no existe la navegación interior, no parece deban considerarse las características ideales en un canal de este tipo y se ha considerado aceptable el ancho de 3,8 m.; bastante mayor que el del canal que en Delft (2,8 m.) se ha construído expresamente con este objeto.

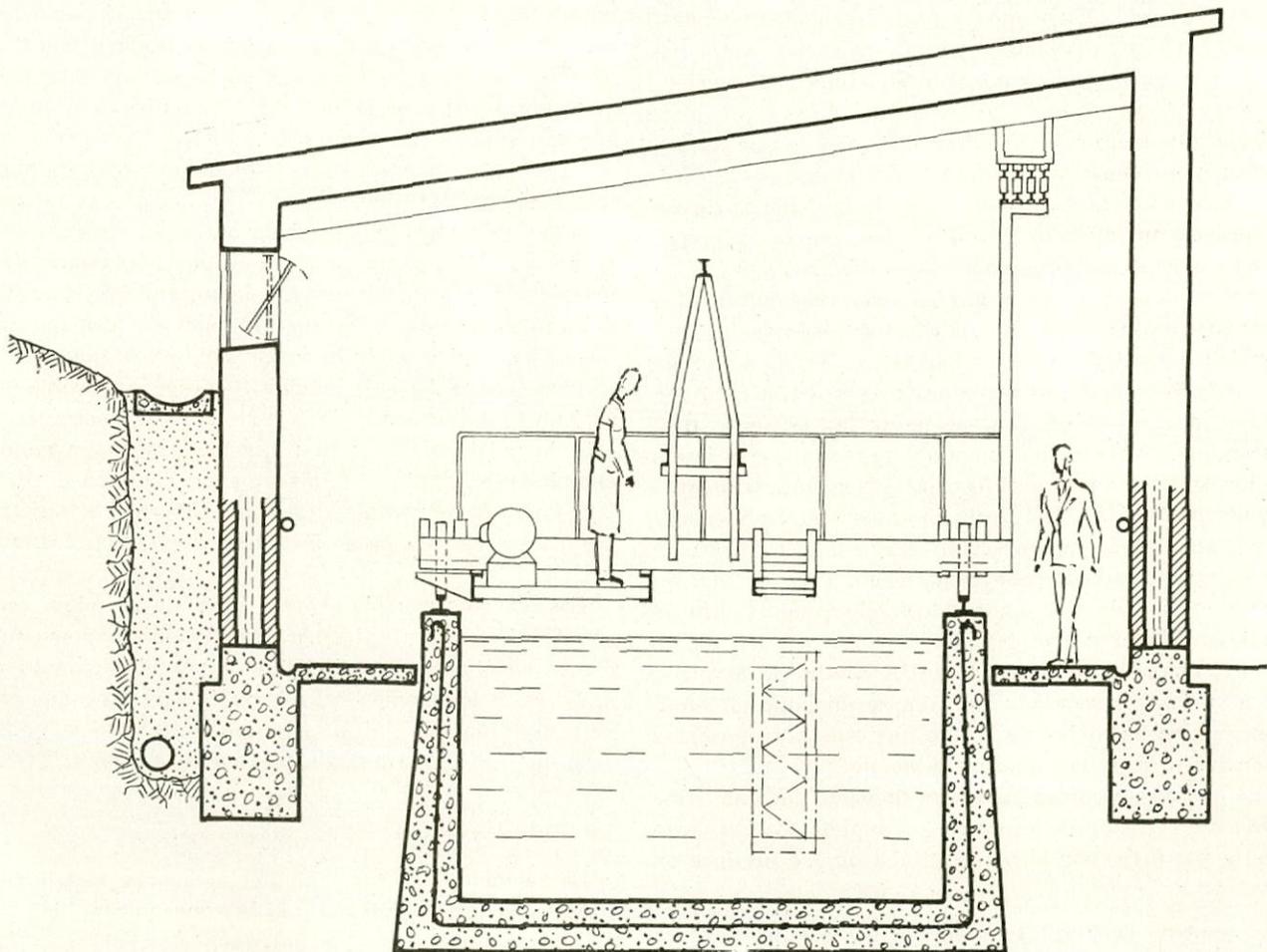
La longitud es también suficiente. Respecto a la pro-

fundidad, conviene sea la menor posible, para reducir la cantidad de agua que haya que cambiar y el desplazamiento del puesto de observación. Por ello, no se ha aumentado dicha profundidad más allá de los 2 m., como hubiera sido posible con un aumento de coste relativamente pequeño. Es también interesante observar que el fondo del canal habrá de ser perfectamente horizontal —en cuanto esto sea posible en un obra de cemento—.

#### 8. La maniobrabilidad.

Hasta los últimos años no se ha dado gran importancia al ensayo de esta característica y era raro el Centro de experimentación que disponía de una instalación apropiada para su realización. Pero últimamente ha aumentado de tal forma el interés (sólo en Estados Unidos se emplean al año 2.000.000 \$ en investigación básica), que parece había de quedar incompleta la instalación si no se le dotaba de un estanque (que habría de tener unos 20 m. de lado, para los modelos tipo de 2 m. de eslora) y del conjunto de aparatos que con este objeto se dispone en la actualidad en otros Centros del mismo tipo que éste (por ejemplo, Zagreb y Rostock).

La primera idea fue la de construir dicho estanque a continuación del Canal y unido a él; como se ha dis-



puesto en los canales que se acaba de citar, y antes que en ellos, en el canal pequeño del HSVA (Hamburgo). Pero esto tenía una serie de inconvenientes, tanto desde el punto de vista del canal como de la utilización del terreno del campo de deportes de la Escuela. Por lo que se desistió de ello, ya que la única ventaja era una pequeña reducción en el coste de la obra en relación con lo que costaría el estanque haciéndolo separado del canal.

Además, considerando que el ensayo de evolución puede realizarse, con modelos dirigidos por radio, en cualquier lugar —por ejemplo, en el "Lago" de la Casa de Campo— y que según parece deducirse de trabajos japoneses (6), pueden obtenerse las características necesarias, con una aproximación suficiente, mediante la realización de los ensayos de zig-zag, propuestos por Kempf, en el propio canal, se prescindió también de la idea de construir el estanque en otro sitio.

Se considera que esta medida es la más adecuada. No sólo por las razones indicadas, sino porque lo mismo que sucede con los ensayos con olas de distintas direcciones (que podrían haberse realizado también en dicho estanque), tratándose de una técnica relativamente nueva, no conviene precipitarse, para poder incorporar, en su caso, las enseñanzas que se vayan obteniendo. No descartándose tampoco la posibilidad de que dicho estanque pueda servir también de piscina cubierta para los alumnos de la Escuela.

#### 9. Otros problemas actuales y futuros.

Como ya desde el principio se ha indicado, se pretende que en este Canal pueda realizarse la más amplia gama de ensayos que sea prácticamente posible.

De acuerdo con esta idea se ha expuesto las instalaciones previstas y las posibilidades que ofrece para la realización de los ensayos que puedan considerarse actualmente como fundamentales.

Pero al proyectar una instalación de este tipo debe considerarse asimismo otros problemas, que actualmente pueden estimarse como secundarios en un Canal de Experiencias, pero que tienen un interés cierto en una Escuela Superior y que podrían cobrar en el futuro una importancia mayor.

Uno de ellos es el de las *vibraciones*, cuya importancia crece de día en día como consecuencia del aumento de potencia de los barcos y las exigencias cada vez mayores de la Técnica. Como por la Escuela se ha solicitado un equipo electrónico de aplicaciones múltiples, podrían emprenderse estas investigaciones.

Otro, es la *resistencia estructural*, cuyo estudio experimental ha sido desarrollado en los últimos años, como consecuencia de la aparición de buques —superpetroeros—, en los que era dudosa la aplicación de la experiencia obtenida con buques de menor tamaño. El equipo que se acaba de mencionar, permitirá hacer medidas extensométricas en modelos de plástico, metálicos o partidos,

(6) ITTC, París, 1960. Publicado antes en Japón (1958) por Nomoto.

como se han hecho en otros Centros, en condiciones de navegación (con olas), en puerto (con distintos calados y distribución de carga) o en el momento de la botadura.

La *estabilidad*, que es otro problema de importancia fundamental en Construcción Naval, podría también ser medida experimentalmente en el Canal. Para ello, sería conveniente la adquisición de una balanza de construcción especial y tamaño adecuado a los modelos de carenas previstos. Esta medición, nueva en España, tiene el interés de eliminar los errores cometidos en los cálculos, y que pueden ser de cierta consideración en barcos pequeños —por ejemplo, pesqueros—, sobre todo, en carenas inclinadas.

Respecto a los problemas que se puedan presentar en el futuro, parece que las tendencias actuales indican que, por una parte, habrá buques de mayor tamaño y más especializados y veloces, y por otra parte, que habrá mayor interés por los buques y embarcaciones que navegan en una posición más elevada que la de los buques normales (embarcaciones con sustentación dinámica, "Hovercraft"), o por debajo de ella (submarinos propiamente dichos).

No es probable que se construyan *embarcaciones de sustentación dinámica* mucho mayores que las actuales (debido principalmente a su peso y en el caso de las embarcaciones sustentadas por perfiles, a los problemas de resistencia estructural y de transmisión de la potencia necesaria).

Por lo que el problema consiste en la realización de ensayos con los números de Froude, muy elevados, inherentes a este tipo de embarcaciones. Esto tiene una fácil solución si se trata de ensayos de remolque y se considera que en esas condiciones pierde importancia el efecto de escala: bastaría disminuir el tamaño del modelo. Pero aún reduciendo la eslora del modelo a un metro, no podría ensayarse con números de Froude mayores de 1,1 (una embarcación de 10 m. a una velocidad de 21 nudos). Para embarcaciones más rápidas habría que aumentar la longitud del canal y disponer de otros dinamómetros distintos de los normales: esta es la única limitación de cierta importancia —dentro de su tipo— del canal proyectado.

Respecto a los *submarinos*, que es posible se desarrollen en el futuro, como consecuencia de las posibilidades que ofrece la energía nuclear, no presentan problemas de consideración. Ciertamente, no podrán guardarse las leyes de semejanza, que en estos barcos exigirían la igualdad de número de Reynolds (7).

(7) Puede citarse, para aclarar este punto que un submarino de 100 m. de eslora y 18 nudos, habría de ser corrido en un canal grande, donde se ensayen modelos de unos 6 m. de eslora (como en El Pardo), a una velocidad de  $1.800/6 = 300$  nudos y en un túnel aerodinámico, con aire a las condiciones del ambiente, a una velocidad 15 veces mayor (número del Mach 7). Además siendo la resistencia aproximadamente proporcional a  $1/2 \rho AV^2$ , es decir, tratándose de agua, a  $(LV)^2$ , la potencia sería en el modelo  $V'/V$  veces mayor; o sea que para ensayar en un canal un modelo de 6 m. habría que meter en él un aparato propulsor de una potencia del orden de  $300/18 = 16$  veces mayor que la del submarino real.

Por consiguiente las condiciones del ensayo se han de limitar a conseguir que el número de Reynolds sea supercrítico; con lo que son aplicables las conclusiones alcanzadas para las unidades normales de superficie; estando la única diferencia fundamental en los dinamómetros, que habrían de ser, como en el caso de las embarcaciones de sustentación dinámica, de tipo especial (muy compactos y de lectura a distancia).

#### 10. *La obra de fábrica.*

Aunque a lo largo de esta exposición no se ha entrado en detalles de ejecución, no quedaría ésta completa si no se hicieran algunas observaciones sobre el proyecto de la obra de fábrica.

El Canal se ha previsto de planta rectangular, sin canalito de trimado, ni ventanas de vidrio en cualquier otro lugar, para evitar las posibles salidas de agua y hacer más fácil y barata la construcción. Esto resulta un tanto anormal, pero el canal de trimado no es imprescindible —en último caso siempre se podría hacer en el interior del canal tal como se ha dibujado— y la experiencia en otros canales ha demostrado que las demás ventanas no se utilizan prácticamente nunca.

Otra anormalidad es la altura de los pretilos sobre el piso, que se ha hecho algo inferior a lo corriente —aunque no sea éste el único caso— para reducir la altura del edificio y disminuir la transmisión de calor entre el agua del canal y el exterior.

Construido de hormigón armado, el canal será independiente del piso y del edificio en que va alojado, para aislar las vibraciones, las dilataciones y los asentamientos; si bien no es probable que éstos se produzcan, no sólo por el tamaño del canal y las características del terreno,

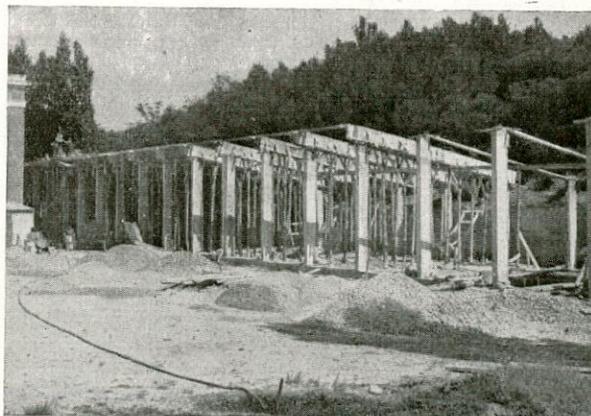
sino porque para disminuir este peligro se ha aumentado la anchura de su base.

El edificio debe ser por fuera de ladrillo fino rojo, para que juegue con el edificio principal de la Escuela. Por dentro, las paredes conviene sean de ladrillo visto blanco, y el cielo raso de uralita; evitándose pinturas o enlucidos, de conservación costosa.

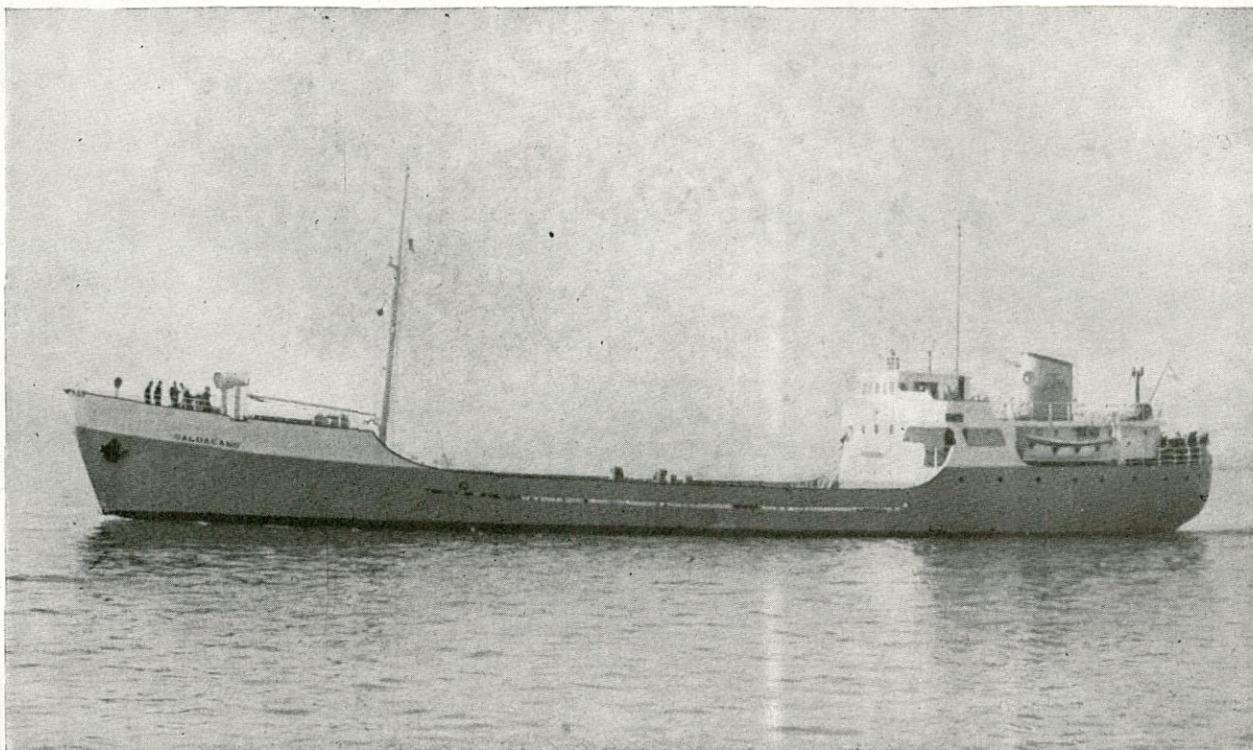
Se ha escogido ladrillo blanco en el interior para que difunda la poca luz que entre por las ventanas; que además de ser pequeñas se han dispuesto en la fachada que da al NE y bajo los pinos para evitar que pase más luz que la imprescindible y con ello, impedir en cuanto sea posible la proliferación de seres vivos en el agua del canal.

Entre las paredes exterior e interior y entre cielo raso y cubierta debe haber una cámara provista de aislamiento (por ejemplo, de fibra de vidrio), para disminuir en cuanto sea posible las diferencias de temperaturas. Sin embargo, conviene que haya calefacción en cantidad suficiente para calentar algo y secar el ambiente en invierno. Para reducir el calentamiento de la superficie del agua por efecto de dicha calefacción se pueden disponer los tubos lo suficientemente altos para que las corrientes de convección sobre la superficie del agua estén muy disminuidas.

Alrededor del canal se han de disponer pasillos lo suficientemente anchos para dejar paso franco; y en los extremos, un espacio mayor para poder dejar en ellos algún modelo o aparato. En uno de dichos extremos ha de haber, además, un espacio cerrado que pueda utilizarse de oficina y almacén de los aparatos que no se estén utilizando. Una de las entradas del Canal se puede realizar por dicha oficina —que tendría más iluminación y calefacción que el resto— y la otra —amplia para permitir el paso de modelos y aparatos— por el otro extremo, que da a talleres.



Estado de las obras del Canal a mediados de abril.



## EL "GALDACANO", TRANSPORTE DE ACIDO SULFURICO

Por RAFAEL CRESPO RODRIGUEZ

Ingeniero Naval.

El pasado día 23 de febrero efectuó sus pruebas oficiales el buque-tanque *Galdacano*, construido para la compañía "Auxiliar de Transportes Marítimos, S. A.", por la Sociedad "Corcho Hijos, S. A.", de Santander.

El buque está destinado al transporte a granel de ácido sulfúrico concentrado ("oleum"), de 99,3° Baumé y 1,84 de densidad, como carga específica normal.

La inocuidad del oleum y en general del ácido sulfúrico a grandes concentraciones para el acero y otros metales y aleaciones permitieron considerar el empleo de aquel material como el más aconsejable económicamente, si se tomaban las medidas pertinentes para impedir la dilución del ácido. Por otra parte, el transporte a granel, evitando el complicado y costoso empleo de envases, aconsejaba la adopción del tipo de construcción de buque-tanque, completamente ortodoxo, es decir, con estructura longitudinal.

Asimismo, la naturaleza de la carga eliminaba la

posibilidad del flete de retorno y, en consecuencia, exigía la previsión de amplios tanques de compensación que permitiesen alcanzar una condición "en lastre" satisfactoria, sin utilizar para ello los tanques de carga.

Partiendo de estas bases, se hizo un tanteo y un dibujo a escala 1/100 del plano de hierros y cuaderna maestra que se remitieron al Lloyd's Register en consulta previa. La Sociedad devolvió el plano con algunas correcciones no fundamentales, y advertía que aunque hasta entonces no había tenido ocasión de clasificar ningún buque para tal clase de carga, no tendría inconveniente alguno en hacerlo si se observaban las reglas debidamente.

En vista de ello se procedió al estudio detallado del proyecto y, una vez dibujados los planos, y antes de su envío, se recabó la opinión de los inspectores jefes del Lloyd's en España, Mrs. Dixon y Jaroszinsky, quienes sugirieron algunas acertadas correcciones de de-



talles estructurales que se incorporaron al proyecto con carácter definitivo.

La disposición estructural del buque es con dos mamparos longitudinales y doble fondo en las secciones de carga, destinándose los tanques centrales al ácido y los laterales y dobles fondos para lastre de agua.

La gran densidad del oleum obligó al empleo de mayores escantillones para los refuerzos longitudinales



del fondo de los tanques de carga, que para el forro de fondos, como se ve en el plano de las secciones típicas.

Las características principales del buque son las siguientes:

Eslora en la flotación .....	56,900 m.
Eslora total .....	60,350 m.
Eslora entre perpendiculares .....	56,000 m.
Manga fuera de miembros .....	10,100 m.
Puntal .....	4,500 m.
Calado .....	3,75 m.
Desplazamiento .....	1.383 ton.
Peso muerto .....	781 ton.
Tonelaje de registro .....	698 T.R.B.
Velocidad .....	11 nudos.
Potencia .....	640 B.H.B.
$\rho$ -a, en carga, corregido .....	0,870 m.

La disposición general del buque es la que se indica en los planos. El sistema de construcción es longitudinal en la zona central entre cuadernas 30 y 78 y transversal en los extremos. Los tanques de carga de ácido en la zona central están limitados lateralmente por dos mamparos longitudinales, y en el sentido de la eslora, por tres mamparos transversales, estancos los números 1, 3 y 5, en tanto que los números 2 y 4 llevan amplias groeras en su parte inferior, ya que su misión es impedir el corrimiento de la carga en los movimientos de oscilación longitudinal del buque. A proa y popa van sendos cofferdams. En el doble fondo existen tanques de lastre a crujía, y en los costados a popa, tanques de combustible de una capacidad adecuada. Además de los de doble fondo, son tanques de lastre igualmente, como anteriormente se dice, los espacios com-

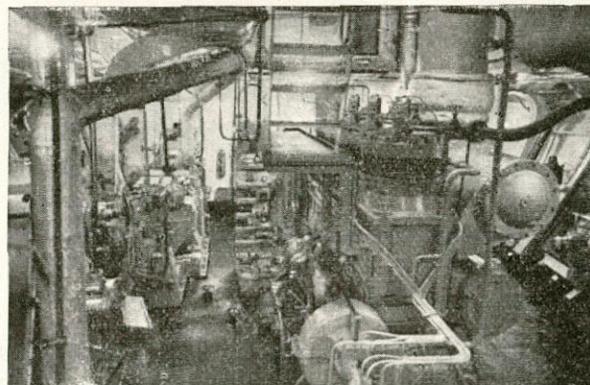
prendidos en la zona central entre los mamparos longitudinales de los tanques de carga y los costados. Sus capacidades respectivas son las siguientes:

Tanques de carga.....	400 m <sup>3</sup>
Tanque de D. F. bajo bodega .....	15,4 m <sup>3</sup>
Tanques de D. F. núm. 1 (Br y Er) .....	23 m <sup>3</sup>
Idem íd. núm. 2 (Br y Er) .....	23 m <sup>3</sup>
Idem íd. núm. 3 (Br y Er) .....	31 m <sup>3</sup>
Idem íd. núm. 4 (Br y Er) .....	31 m <sup>3</sup>
Tanques de lastre laterales núm. 1 (Br y Er) ..	84 m <sup>3</sup>
Idem íd. núm. 2 (Br y Er) .....	93 m <sup>3</sup>
Idem íd. núm. 3 (Br y Er) .....	94 m <sup>3</sup>
Idem íd. núm. 4 (Br y Er) .....	90 m <sup>3</sup>

En la construcción se ha empleado con profusión la soldadura eléctrica; en particular toda la superficie de los tanques de carga, en contacto con el ácido, es totalmente lisa y soldada. Todos los refuerzos longitudinales de fondo, costados y mamparos frontales son exteriores, en evitación en lo posible de toda anfractuosidad que pudiese dar lugar a un estancamiento de ácido. Así, en los elementos en que esto es materialmente imposible (mamparos transversales interiores) los refuerzos son verticales, permitiendo la fácil escurridura del ácido hacia el fondo. La cubierta es igualmente soldada, así como todas las superestructuras.

En cambio, van remachados todo el forro exterior y los polines y doble fondo de la cámara de máquinas.

En el curso de la construcción se ha llevado a cabo una inspección de soldadura por rayos gamma en los tanques de ácido, con objeto de corregir los posibles defectos que pudiesen observarse y resanarlos en su caso, habiéndose comprobado, en definitiva, la excelente calidad de la mano de obra empleada por el Astillero.



Vista de la cámara de máquinas.

*Maquinaria auxiliar de cubierta.*

La componen los siguientes elementos:

Un molinete eléctrico para cadena, de 35 mm. y anclas de 975 kg., con motor eléctrico de 18 HP., a 800 revoluciones por minuto.



Un chigre de 3 ton., con motor de 18 HP., a 800 revoluciones por minuto.

Un cabrestante de 3 ton., con motor de 18 HP., a 800 r. p. m.

Un servomotor eléctrico puro, con mando mecánico desde el puente.

La maquinaria anterior ha sido suministrada por "Kasper, S. A.", con equipos eléctricos y aparellaje de "Construcciones Eléctricas de Sabadell, S. A."

*Servicio de carga y descarga de ácido.*

Este servicio, completamente independiente del resto de los del buque, está constituido por dos grupos electrobombas verticales, con bombas sumergidas en los tanques y motores eléctricos en cubierta.

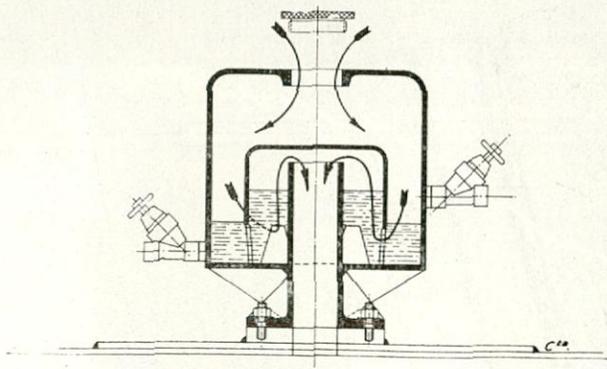
La capacidad de cada bomba es de 70 ton/hora, lo que permite la descarga del ácido en cinco horas.

Se lleva a bordo un grupo completo de respeto. Este material ha sido suministrado por "Juste, S. A."

La carga se hace desde tierra por medio de una sencilla red de tuberías con admisión por una u otra banda y descarga a los tanques de proa o de popa, mediante el juego de válvulas adecuado.

La necesidad de evitar la humectación del ácido, para conservar su concentración, tanto desde el punto de vista de su valor comercial como de medida de seguridad contra su ataque, ha obligado a estudiar especialmente los dispositivos de respiro y sonda de los tanques.

El segundo se ha resuelto mediante el empleo de la sonda Nivelecelines. Este tipo de sonda evita la inyección o contacto con el aire, siendo su funcionamiento exclusivamente eléctrico. En cuanto a los respiros, no existe problema cuando se trata de expulsar el aire como consecuencia del llenado del tanque. Por el contrario, al vaciarlo se produce una aspiración de aire del exterior, que tiene inevitablemente un alto grado de humedad. Para desecar este aire se aspira a través de la válvula representada en la figura.



Esta válvula se compone de dos campanas: una exterior, en comunicación con la atmósfera y cerrada por el fondo; otra interior, que descansa sobre la primera, pero con unas escotaduras en su parte inferior. Al

interior de ésta llega el tubo de aspiración del tanque.

El conjunto se llena de ácido sulfúrico normal de 66° Beaumé hasta un nivel intermedio entre los cantos altos de las escotaduras y del tubo de aspiración.

Al producirse la aspiración se establece una diferencia de nivel del ácido entre la campana interior y el anillo comprendido entre ésta y la exterior, hasta que se alcanza el canto de las escotaduras, en cuyo momento el aire puede llegar a la boca del tubo D, pero a costa de pasar en burbujas a través del ácido contenido en la campana interior y desecándose en consecuencia.

Dos grifos de purga P y nivel N permiten establecer el nivel y vaciar el ácido desecador cuando la concentración de éste desciende de un cierto límite.

*Servicios de navegación.*

El equipo náutico se compone de los siguientes elementos:

Una aguja magistral de 6" en el puente alto, marca "Nautical".

Una aguja de gobierno en la caseta, de 6", "Nautical".

Un radiogoniómetro "Marconi" tipo RGX-1.

Un equipo de radiotelefonía "Elemar" tipo F-40-W.

Un sondador eléctrico de "Hispano Radio Marítima", tipo "Corbeta", S. G. M. 1/160.

Una corredera Walker.

*Maquinaria y servicios.*

El motor principal es un Naval-Polar tipo M-44-M dos tiempos, simple efecto, de 640 B. H. P., a 260 r. p. m., accionando directamente una hélice de bronce de cuatro palas.

Los grupos auxiliares son dos, formados cada uno por una dinamo Cenemesa de 50 Kw, a 220 volts, accionadas directamente por sendos motores Naval tipo 4 NA 20/26, de 110 HP., a 600 r. p. m. El grupo de Br lleva, además, un compresor auxiliar de 25 kg/cm<sup>2</sup>.

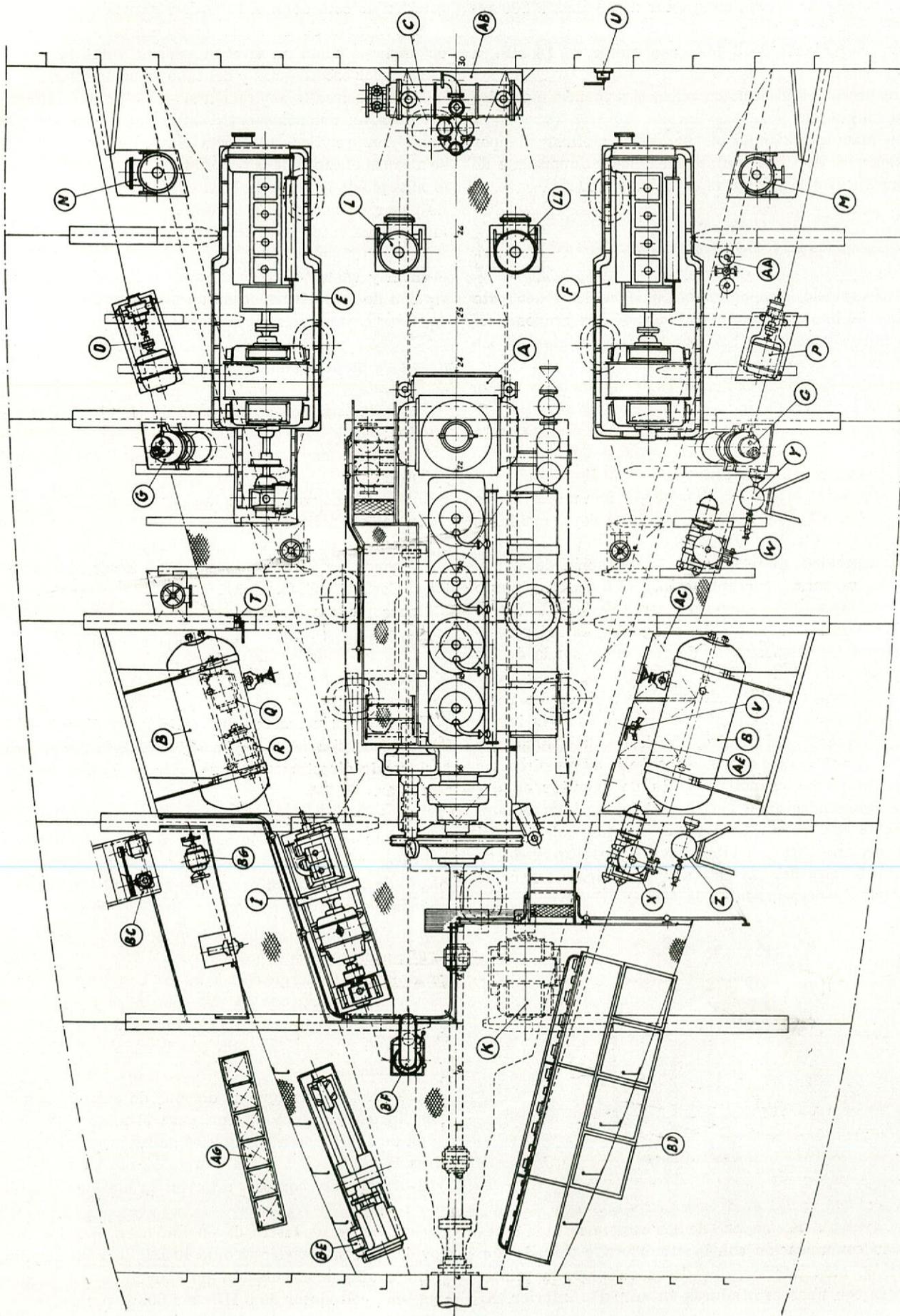
Se ha montado, igualmente, un grupo de puerto de 10 kw, accionado por motor diesel MEN, y un compresor a mano, de emergencia, de 22 m<sup>3</sup>, a 30 kg/cm<sup>2</sup>. Para los servicios eléctricos en navegación se ha montado una dinamo Cenemesa tipo SKM-133, de 25 kw, 220 voltios, a 750 r. p. m., movida por transmisión desde el eje intermedio.

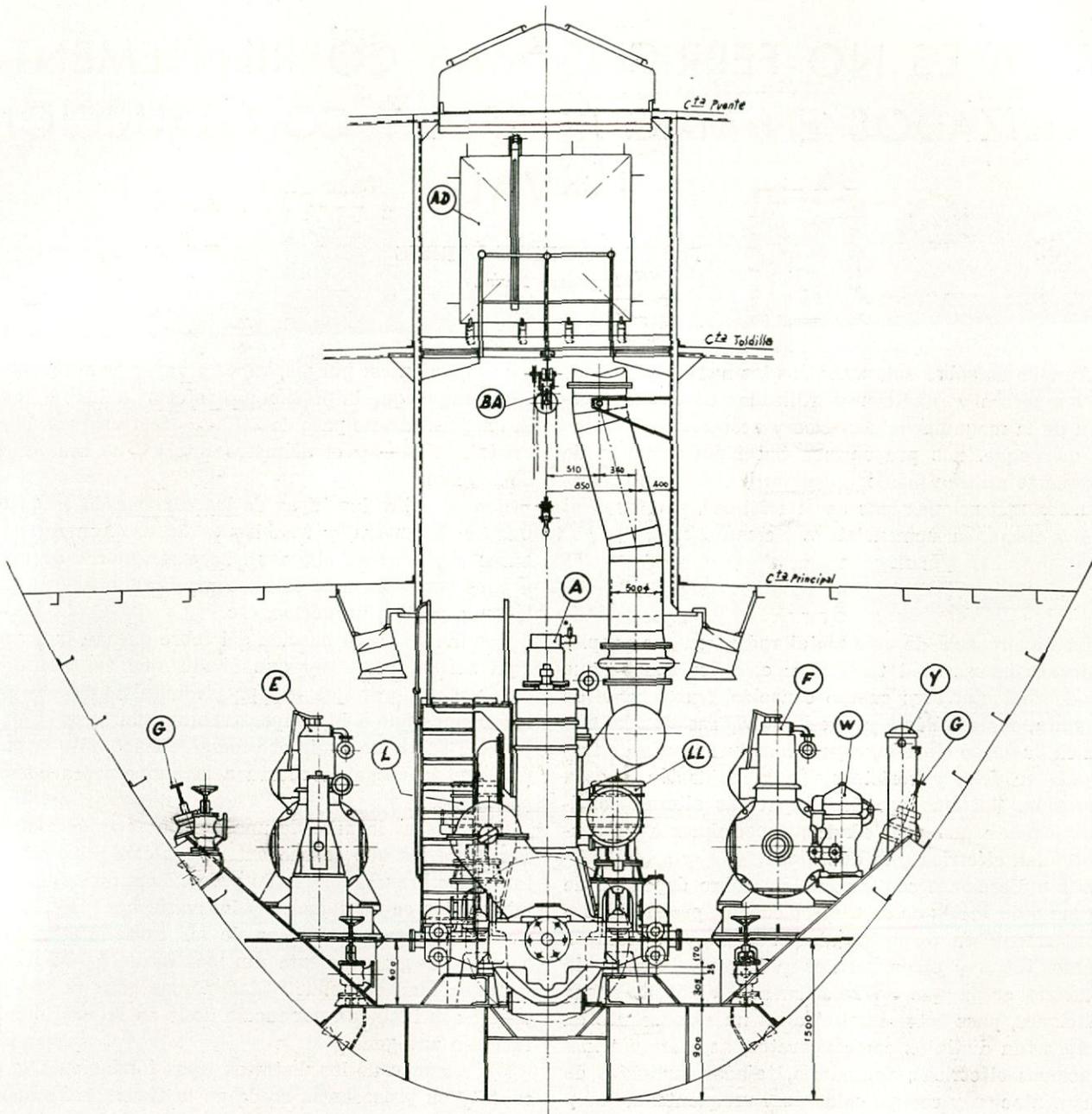
Para aire de arranque se dispone de dos botellas de 1.000 litros c/u, a 25 kg/cm<sup>2</sup> para el motor principal y una de 130 litros a 30 kg/cm<sup>2</sup> para los grupos auxiliares.

El equipo de bombas está integrado por las siguientes:

Dos bombas de lastre de 60 ton/hora, a 2 kg/cm<sup>2</sup>, movidas por motor eléctrico de 10 HP., a 1.600 r. p. m.

Una bomba de circulación auxiliar de 36 ton/hora, a 2 kg/cm<sup>2</sup>, con motor de 6 HP., a 1.800 r. p. m.





*Sección por la Cna 20  
Mirando a Proa*

Una bomba de sentina de 36 ton/hora, a 2 kg/cm<sup>2</sup>, con motor de 7,5 HP., a 1.800 r. p. m.

Una bomba auxiliar de lubricación de 18 ton/hora, a 3,5 kg/cm<sup>2</sup>, con motor de 7,5 HP., a 750 r. p. m.

Una bomba de trasiego y servicio diario de combustible de 10 ton/hora, a 2 kg/cm<sup>2</sup>, con motor de 3 HP., a 1.500 r. p. m.

Tres bombas sanitarias de agua salada y agua fría y caliente, de 3 ton/hora, a 20 metros de altura, con motor de 1,5 HP., a 1.900 r. p. m.

El equipo reseñado ha sido suministrado por Worthington.

Tres bombas auxiliares a mano para los servicios de agua dulce, combustible y lubricante.

Dos purificadoras, una para combustible y otra para lubricante De Laval, tipo EMES-16 FM, con sus respectivos calentadores, suministrados por Tycosa.

\* \* \*

El buque se botó el pasado 7 de septiembre, y las pruebas particulares de todas sus instalaciones se efectuaron del 12 al 19 de febrero. La prueba oficial de consumo se realizó el 22, y la velocidad el 23, alcanzándose en ésta, en las condiciones exigidas por la Administración, la de 11 ½ nudos.

# METALES NO FERRICOS MAS CORRIENTEMENTE UTILIZADOS EN MAQUINARIA Y CONSTRUCCION NAVAL

Por DIMAS PEREZ TORRES

Ingeniero Naval.

Aunque de sobra son conocidos los metales distintos de los aceros y fundiciones utilizados en la construcción de la maquinaria, servicios y accesorios del casco de un buque, nos proponemos hacer un resumen de los que se utilizan más corrientemente, con sus propiedades y aplicaciones más características, revisando al mismo tiempo su nomenclatura y clasificación.

## 1. EL COBRE.

La importancia de este metal radica en sus propiedades: conductividad térmica y eléctrica mayor que las de cualquier otro cuerpo conocido, a excepción de la plata, maleabilidad y ductibilidad, resistencia mecánica bastante elevada, especialmente después de trabajado en frío, y resistencia a la oxidación y a la corrosión. Sin embargo, las impurezas alteran considerablemente sus propiedades, especialmente la conductividad eléctrica y la ductilidad.

Las aplicaciones comerciales del cobre dependen de alguna o de varias de estas propiedades, produciéndose regularmente en forma de alambres, chapas, pletinas, barras, tubos y otros perfiles y formas. Rara es la industria en la que no se encuentre el cobre o sus aleaciones, pues este metal alcanza un extenso uso en campos tan distintos como aparatos, accesorios e instalaciones eléctricas, fontanería, tejados, artículos de ornamentación y cocina, calderas y recipientes de muy diversos usos, tuberías, etc.

En Construcción Naval, además de utilizarse el cobre para las conducciones y maquinaria eléctrica, donde es insustituible, se utiliza en diversos servicios y aparatos como se indica a continuación:

Se usa de una forma general en los servicios de circulación con agua salada, alimentación y extracción de evaporadores, serpentines de evaporadores, tuberías para servicios especiales, como telemotores, aire a presión para aparatos de funcionamiento delicado, como bocinas de membranas, tubos acústicos, servicios de manómetros, combustible para aviación, etc.

En los buques de guerra se utiliza también para lubricación, extracción de aire de condensadores, aspiración y descarga de la bomba de extracción del condensador, aspiración y relleno de agua de alimentación, de vapor de obturadores, etc.

También puede utilizarse a veces el cobre en los ser-

vicios siguientes: purgas, vapor y vapor de evacuación, ello siempre que la presión sea inferior a 12,5 kg/cm<sup>2</sup>, la temperatura no pase de 215° C —temperatura de recristalización— y el diámetro interior no sea mayor de 125 mm.

Son de cobre las tapas de los condensadores de los buques de guerra, y también es de uso general para haces de tubos de algunos intercambiadores de calor y para pequeños accesorios, como flotadores de reguladores, juntas, arandelas, etc.

Los límites de utilización del cobre quedan indicados aquí arriba, pero hay que añadir que solamente se puede considerar que sus propiedades mecánicas son las mismas que a la temperatura normal hasta 120° C y que a partir de aquí debe tomarse como dato para el proyecto la carga de rotura a la temperatura correspondiente.

El cobre es la base de una amplia serie de aleaciones entre las que se encuentran los conocidísimos latones, los bronces de estaño y de cañón, los cupro-aluminios, los cupro-níqueles y las variedades de alpaca. Todas ellas tienen muchas de las características del cobre, pero generalmente son más duras y resistentes y tienen menor conductividad. Todas ellas se pueden soldar con facilidad por medio de la soldadura blanda, fuerte o autógena.

Un resumen de los distintos tipos fundamentales de cobre y su procedencia se da en la figura 1. El cobre catódico es el producto directamente obtenido por el refinado electrolítico y solamente es utilizado para fundirlo de nuevo y para la fabricación de aleaciones, mientras que el cobre refinado al fuego se fabrica en forma de tochos, barras, tortas o lingotes, según su aplicación. Como se prevé, los tres tipos de cobre de alta conductividad para aplicaciones eléctricas se pueden obtener bien a partir del cobre catódico, dando lugar a dos clases de cobre electrolítico, bien mediante refinado al fuego.

A excepción de la plata, el cadmio, el plomo o el cinc, la mayor parte de los otros metales o elementos que puede contener el cobre, aún en proporciones muy pequeñas, son altamente perjudiciales para la conductividad; por ejemplo, pequeñas cantidades de fósforo la disminuyen tanto que el cobre desoxidado con fósforo no es apropiado para la mayoría de las aplicaciones eléctricas.

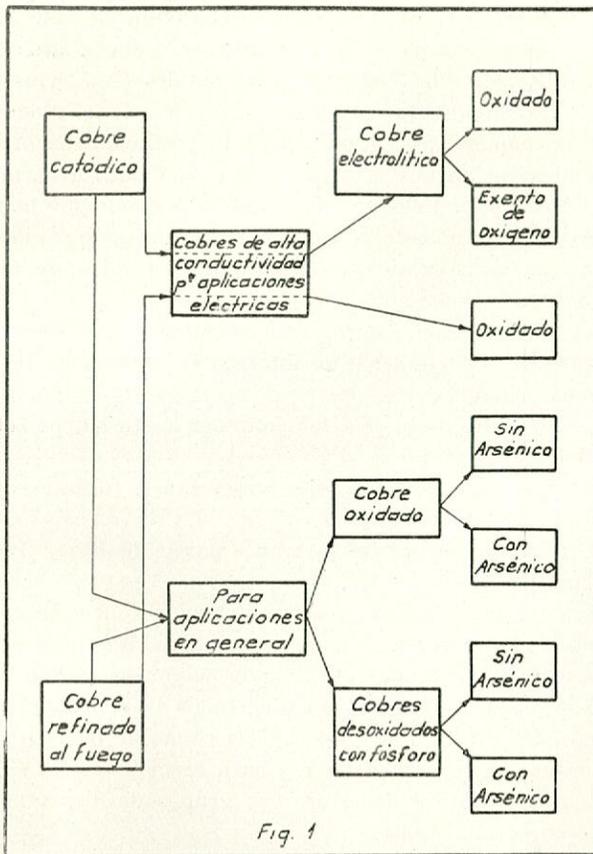


Fig. 1

Por ello, estos tres tipos de cobre de alta conductibilidad han de ser de una gran pureza, debiendo ser el contenido de cobre no menor de 99,90 por 100, siendo la principal característica la conductibilidad, que sirve para definirlos, exigiéndose para todos ellos 100 por 100 I. A. C. S. (1), o más en estado recocido. El oxígeno en forma de óxido cuproso, tiene poco o ningún efecto en esta propiedad.

En los cobres para aplicaciones generales puede interesar que sean desoxidados con objeto de facilitar la soldadura y la forja, ya que no es inconveniente la pre-

(1) I. A. C. S.: International Annealed Copper Standard.

sencia de oxígeno si el material se ha de calentar en una atmósfera reductora. En particular, la presencia de hidrógeno cuando se calienta el cobre para soldarlo hace que se pueda formar agua al combinarse con el óxido presente en el metal, disgregándose el material base por efecto de la temperatura y del vapor de agua así originado.

Sea desoxidado o no, a veces se añade al cobre hasta 0,4 por 100 de arsénico, cuya principal ventaja es que mejora las características mecánicas a temperatura elevada, la resistencia a la termofluencia y la resistencia al agua salada.

Las Normas UNE 37101 y 37103, definen varios tipos de cobre, entre los que no figuran ninguno de cobre desoxidado ni de cobre con arsénico, que, sin embargo, tienen mucha importancia, sobre todo los desoxidados.

La British Standard clasifica el cobre en diez tipos distintos, que proporcionan prácticamente suficiente campo de elección para todas las aplicaciones mecánicas, eléctricas o químicas, y que son los que se indican a continuación:

B. S. 1035-1952.—Cobre catódico.

B. S. 1036-1952.—Cobre electrolítico oxidado de alta conductividad.

B. S. 1037-1952.—Cobre refinado al fuego, oxidado, de alta conductividad.

B. S. 1038-1952.—Cobre oxidado, 99,85 por 100.

B. S. 1039-1952.—Cobre oxidado, 99,75 por 100.

B. S. 1040-1952.—Cobre oxidado, 99,50 por 100.

B. S. 1172-1952.—Cobre sin arsénico, desoxidado con fósforo.

B. S. 1173-1952.—Cobre con arsénico, oxidado.

B. S. 1174-1952.—Cobre con arsénico, desoxidado con fósforo.

E. S. 1861-1952.—Cobre libre de oxígeno, de alta conductividad.

Las propiedades generales del cobre se dan en la Tabla I, para diversos estados; en ella se ve cómo varían las características mecánicas con el tratamiento térmico o mecánico.

TABLA I

Propiedades características del cobre.

ESTADO	$\sigma_p$ Kg/mm <sup>2</sup>	Prueba de tracción con 0,1 % de alargamiento Kg/mm <sup>2</sup>	$\sigma_R$ Kg/mm <sup>2</sup>	$\delta$ %	HV
Fundido .....	—	3,15	15,75	19,5	40
Trabajado en caliente .....	3,15	9,44	23,62	35	50
Trabajado en frío y recocido ....	1,57	6,3	22	38,5	45
Trabajado en frío:					
Reducción 10 % .....	11	18,9	26,77	29,5	82
Reducción 30 % .....	15,75	26,77	31,5	11,5	103
Reducción 60 % .....	18,9	33	39,57	4,5	114
Reducción 90 % (alambre) ....	22	39,37	45,67	2,25	125
Módulo de Young .....	1,127 × 10 <sup>6</sup> kg/cm <sup>2</sup> .				
Resistencia a la fatiga para 10 <sup>8</sup> ciclos .....	7,87 kg/mm <sup>2</sup> .				
Densidad .....	8,9 g/cm <sup>3</sup> .				
Coefficiente de dilatación .....	0,000017 por ° C.				

El cobre tiene una excelente resistencia a la mayoría de los agentes químicos, a excepción de los ácidos minerales fuertes y al amoníaco. Como ya se ha dicho arriba, el cobre es resistente al agua salada y, aunque en varios países se utiliza para este caso el cobre con arsénico porque se mejoran algo sus características, no se puede evitar que se presente con facilidad la "corrosión por choque", o sea, la corrosión típica que se presenta cuando al ser relativamente elevada la velocidad del agua en la tubería, el líquido choca contra zonas de la superficie metálica en las que hay mucha turbulencia, sobre todo si hay burbujas de aire que son arrastradas por el agua.

## 2. COBRE CON PEQUEÑAS ADICIONES.

El cobre con pequeñas adiciones, que oscilan del 0,1 al 2,5 por 100 de plata, cadmio, cromo, telurio, estaño, berilio, cobalto-berilio, níquel-silicio, etc., da variedades que se distinguen de los cobres ordinarios, bien por una temperatura de recristalización más elevada —que de 200° C pueden llegar a 300 ó 350° C—, bien por una mayor resistencia mecánica —que puede lograrse por laminado o por tratamiento térmico, según el tipo de adición— o bien por una mecanizabilidad mucho mejor que la de los cobres ordinarios, todo ello conservando o no la conductibilidad, pues así como la plata, el cadmio y el cromo la afectan poco, en cambio el estaño o sobre todo el berilio la rebajan notablemente, principalmente este último. No entramos en detalles de estos tipos de cobre con pequeñas adiciones que tienen poca utilización en construcción naval o máquinas marinas; pero sí es interesante hacer notar que el cobre al berilio convenientemente tratado puede alcanzar una gama muy amplia de valores para la resistencia a la tracción, pudiendo llegar a una carga de rotura mayor de 150 kg/mm<sup>2</sup>, con un alargamiento de aproximadamente 3,1 por 100, y una dureza de aproximadamente 400 Vickers, por lo que es muy apropiado para diafragmas corrugados, tubos Bourdon, fuelles tubulares para expansión y sobre todo para resortes, ya que pudiendo ser su tensión en el límite de proporcionalidad  $\sigma_p = 79 \text{ kg/mm}^2$  con un módulo de elasticidad  $E = 1,34 \times 10^6 \text{ kg/mm}^2$  que es solamente 2/3 del módulo de elasticidad del acero, a los resortes fabricados con este material corresponde una flecha mayor que a los de acero con la misma carga, o sea, que son más sensibles y tienen además la ventaja de poder ser fabricados con el material blando y dar el tratamiento térmico después de terminados.

El cobre al berilio es también útil para herramientas que no den chispas, que se han de utilizar obligadamente cuando hay peligro de explosión, pudiéndose hacer con él incluso cortafríos, martillos, atornilladores, etc.

## 3. LOS LATONES.

Los latones industriales comprenden una gran variedad de aleaciones, cuyos componentes fundamentales

son el cobre y el zinc, llegando el contenido de este último, como máximo, al 50 por 100; con o sin la adición de cantidades relativamente pequeñas de otros elementos, de los cuales los principales son el estaño, plomo, hierro, manganeso, níquel, aluminio y silicio. Sus propiedades varían desde las del cobre casi puro a las de los latones especiales de alta resistencia que llegan hasta 80 kg/mm<sup>2</sup> en estado fundido, valor que se logra mediante la adición de combinaciones adecuadas de los elementos mencionados.

Las aleaciones de cobre y zinc solamente, que forman la base de toda la serie de latones, se dividen en tres grupos principales:

1.º Latones  $\alpha$ , que pueden contener hasta 39 por 100 de zinc (1).

2.º Latones  $\alpha + \beta$ , que se empiezan a formar con 37,5 por 100 de zinc, aprox.

3.º Latones  $\beta$ , que se forman a partir de 46 por 100 de zinc.

Vemos, pues, que en el segundo grupo, conforme aumenta la proporción de zinc, aumenta la fase  $\beta$  a expensas de la  $\alpha$ . Un aumento todavía mayor del contenido de zinc, hasta aprox. 50 por 100, inicia la aparición de otro constituyente, el  $\gamma$ , el cual es causa de la acritud del material, haciéndolo inútil para la industria.

Las propiedades de estos tres grupos de aleaciones difieren notablemente.

En todo el campo de las aleaciones  $\alpha$  los latones se parecen al cobre por su tenacidad, pudiendo ser trabajados en frío. Conforme aumenta el contenido de zinc, mejora la resistencia y el color es más pálido, pero las aleaciones son dúctiles, pudiendo ser endurecidas por trabajo en frío y ablandadas por recocido exactamente igual que el cobre. Los latones más importantes de este grupo de aleaciones para trabajo en frío son:

"Cobre para fulminantes", cobre con 2 a 5 por 100 de zinc.

"Metales de dorar", que contienen del 5 al 15 por 100 de zinc.

"Latón de cartuchería", que tiene aprox. 30 por 100 de zinc (latón de embutición).

También existen dos clases de material ligeramente más barato que tienen, respectivamente, 35 y 37 por 100 de zinc aprox.

En agudo contraste con las aleaciones  $\alpha$ , los latones  $\beta$  no pueden ser deformados mucho en frío sin llegar a la fractura, pero a elevadas temperaturas se vuelven muy plásticos. Por lo tanto, desde el punto de vista práctico, los latones  $\beta$  se pueden considerar apropiados para trabajos en caliente, mientras que las aleaciones  $\alpha$  lo son para trabajos en frío. A excepción de una pequeña aplicación como latones para soldar, los latones  $\beta$  sencillos se utilizan poco, pero forman la base de ciertas aleaciones fuertes y duras que contienen aluminio, hierro y manganeso además del zinc y del cobre.

(1) Normalmente se puede encontrar un segundo constituyente metalográfico, conocido como la fase  $\beta$ , en aleaciones de contenido menor de zinc, por medio del microscopio y en pequeñas cantidades.

Las propiedades de las aleaciones  $\alpha + \beta$  son intermedias entre las de las dos fases constituyentes, y dependen mucho de las proporciones con que cada una entra a formar parte. Frecuentemente se añaden elementos, tales como el plomo para mejorar la maquinabilidad y estado, aluminio, hierro y manganeso para obtener una amplia variedad de latones de A. R. (1), fabricados generalmente por laminado en caliente, extruidos o en piezas fundidas.

La norma UNE 37103, ya mencionada, comprende algunos tipos de cobre y de sus aleaciones, que son los que deben considerarse como normales, estableciéndose en la misma sus designaciones y sus nombres, pero estos últimos, quizá por no haber empezado a usarse, parecen un tanto pintorescos, porque nos encontramos con nombres como "Cuzinestan 70-1", "Cuzinestan 62-1", "Fucuzin 60", "Fucustanzin 10-4", "Fucustanzinplo 5-5-5", que corresponden a materiales internacionalmente conocidos por Latón Almirantazgo, Latón Naval, Latón de Alta Resistencia, Bronce Almirantazgo, Bronce 3 cincos.

Vamos a describir algunos tipos de latones, ordenándolos por contenidos de zinc crecientes, y que sean característicos o más importantes, deteniéndonos algo más en los de mayor aplicación en la maquinaria o construcción naval.

(1) A. A.: Alta Resistencia.

3.01. *Cobre de fulminantes.*

Este material se puede considerar como cobre desoxidado con zinc, siendo el contenido residual de zinc de 2 por 100 aprox. Se utiliza, como indica su nombre, para receptáculos de fulminantes para munición, y otras piezas similares fabricadas por embutición. Las propiedades mecánicas se puede considerar que son las mismas que las del cobre dadas en la Tabla I, con una conductividad eléctrica entre 75 y 95 por 100 I. A. C. S., que depende del contenido de zinc.

3.02. *Metales de dorar.*

Estos latones, llamados tombac o similar y el correspondiente de UNE "Cuzin 85", contienen del 5 al 15 por 100 de zinc, variando su color desde el rojo del cobre hasta un cierto tono amarillo. Se suministran en forma de chapas, flejes y alambre. Se utilizan para decoración, bisutería y telas metálicas. Como el cobre, los metales de dorar se pueden trabajar en frío energicamente sin temor a la fractura; el trabajo en frío los hace más duros y resistentes. Para un cierto grado de deformación en frío, la resistencia y la dureza aumentan progresivamente con el contenido del zinc. (Véase la Tabla II con las propiedades del metal 90/10, que se pue-

TABLA II

Propiedades del metal 90 : 10 de dorar.

ESTADO	$\sigma_p$ Kg/mm <sup>2</sup>	Prueba de tracción con 0,1 % de alargamiento Kg/mm <sup>2</sup>	$\sigma_R$ Kg/mm <sup>2</sup>	$\delta$ %	HV	
Trabajado en frío y recocido ....	4,7	9,45	28,4	42	65	
Trabajado en frío	Reducción 10 %...	11,0	26,8	30,0	23	100
	Reducción 30 %...	18,9	36,2	37,8	9,5	125
	Reducción 60 %...	22,0	41	47,3	5,5	150
	Reducción 90 %...	23,6	50	56,7	3,25	175
Módulo de Young .....			1.127 × 10 <sup>6</sup> kg/cm <sup>2</sup> .			
Coefficiente de dilatación .....			0.000018			
Conductividad .....			43 % I. A. C. S.			
Temperatura de recocido .....			500 °C.			

den aceptar como típicas de esta serie.) Los metales de dorar son menos propensos al agrietamiento por envejecimiento o "season cracking" que los latones con mayor contenido de zinc.

3.03. *Latón de cartuchería.*

El latón de cartuchos contiene nominalmente 70 por 100 de cobre y 30 por 100 de zinc, pero su composición puede variar en un 2 por 100, siendo su nombre, según UNE "Cuzin 72" o "Cuzin 70", según el contenido de cobre. En estado recocido, su alargamiento es mayor que el de cualquier otro metal de la serie de los lato-

nes  $\alpha$ , simultaneándose esta característica con una resistencia a la tracción de más de 31 kg/mm<sup>2</sup>. Estas propiedades hacen que el latón de cartuchos sea especialmente apropiado para ser deformado en frío, en prensas, por moldeado a torno u otros medios, por lo que se ha adoptado casi universalmente para la fabricación de cartuchos, así como para infinidad de objetos embutidos, casquillos de lámparas eléctricas, etc. Como otros metales de la serie, este latón se endurece al ser trabajado en frío, y debe ser recocido si se han de verificar muchas operaciones sucesivas. Las condiciones óptimas para el recocido son más estrechas que para el cobre porque su grano tiende a crecer con más rapidez, lo cual, si tiene lugar, hace que la superficie del metal quede

rugosa, como la piel de la naranja al someterlo a la siguiente fase de trabajo en frío. Aproximadamente la temperatura apropiada para el recocido es de 600° C, pero ésta y el tiempo adecuado se determinarán en cada caso experimentalmente. Los objetos terminados, sean embutidos o sean moldeados a torno, se someterán a un tratamiento térmico a temperatura baja (250° aprox.)

para suprimir las tensiones internas, las cuales tienden a producir el "agrietamiento por envejecimiento", al ser almacenadas o en servicio, especialmente si hay en la atmósfera trazas de amoníaco, como ocurre generalmente.

Las propiedades del latón de cartuchería se ven en la Tabla III.

TABLA III  
Propiedades medias del latón de Munición.

ESTADO	$\sigma_p$ Kg/mm <sup>2</sup>	Prueba de tracción con 0,1 % de alargamiento Kg/mm <sup>2</sup>	$\sigma_R$ Kg/mm <sup>2</sup>	$\delta$ %	HV
Trabajado en frío y recocido ....	6,3	11,0	33	54	70
Trabajado en frío:					
Reducción 10 % .....	12,6	20,4	36,2	38,5	100
Reducción 30 % .....	20,4	29,4	45,6	14	145
Reducción 60 % .....	28,4	52,2	59,9	5,5	180
Reducción 90 % .....	31,5	56,7	74	3,25	220
Módulo de Young .....	1,06 % 10 <sup>6</sup> kg/cm <sup>2</sup> .				
Coeficiente de dilatación .....	0,000019 por ° C.				
Conductividad (recocido) .....	27 % I. A. C. S.				
Temperatura de recocido .....	600 ° C.				
Resistencia a la fatiga para 10 <sup>8</sup> ciclos:					
Recocido .....	11,6 kg/mm <sup>2</sup> .				
30 % de reducción .....	13,0 kg/mm <sup>2</sup> .				
60 % de reducción .....	15,2 kg/mm <sup>2</sup> .				

Las formas comerciales más corrientes son planchas, flejes, alambres y tubos.

latón Almirantazgo son casi idénticas a las del latón de cartuchería.

### 3.031 Latón Almirantazgo.

Añadiendo una pequeña cantidad de estaño al latón se mejora su resistencia a ciertas formas de corrosión. El latón Almirantazgo (al que es parecido el "Cuzinestán 70-1" de UNE, es un material que contiene: 70 por 100 de cobre, 29 por 100 de zinc y 1 por 100 de estaño. Es una aleación que se utiliza mucho para tubos de condensador, y aunque hoy en día ha sido superada por otros materiales, se sigue utilizando bastante, sobre todo para tubos y otras piezas de condensadores en las que por ser el agua suficientemente limpia, o circular a baja velocidad, o ser dulce u otras circunstancias favorables, no hay problemas de corrosión. La solubilidad del estado en la fase sólida, en el latón  $\alpha$ , cesa para un contenido poco mayor del 1 por 100, por lo que este contenido de estaño no debe sobrepasarse mucho. Además, estos latones deben contener una adición de 0,04 por 100 de arsénico que impide, en las aleaciones de solo un constituyente, el tipo de corrosión conocido por "dezinificación". Si no hay esta pequeña adición de arsénico o de otro inhibidor como el fósforo o el antimonio, utilizados también en U. S. A. y en la misma proporción que el arsénico, es fácil que se presenten rápidas corrosiones aún con agua dulce, especialmente si la temperatura es algo mayor que lo normal. Aparte de su mejor resistencia a la corrosión, las propiedades del

### 3.04. Latón aluminio.

Esta aleación, cuya composición aceptada es 76 por 100 de cobre, 22 por 100 de zinc y 2 por 100 de aluminio, ha sido fruto de una investigación paciente y una experiencia práctica de muchos años. Se utiliza en gran escala para tubos de condensadores marinos.

En contacto con el agua del mar se forma una película protectora sobre la superficie de esta aleación en las primeras fases de la corrosión, que evita un ataque ulterior. Cuando se añade al latón, el aluminio tiene aproximadamente el mismo efecto, en la estructura y propiedades, que seis veces su propio peso de zinc, por lo que la aleación en cuestión corresponde a una aleación sencilla de 76 partes de cobre y unas 34 partes de zinc. La composición equivalente de cobre y zinc, en tanto por ciento sería 69/31 y sus propiedades mecánicas son las del latón de cartuchería ya mencionadas. Este latón aluminio debe contener también inhibidor contra la dezinificación, utilizándose el arsénico, el antimonio o el fósforo y en la misma proporción de 0,04 por 100 que para el latón Almirantazgo.

### 3.05. Latón 65/35. "Cuzin 65" de UNE.

Es una aleación  $\alpha$  dúctil, apropiada para trabajos de prensa. Es similar al latón de cartuchería, pero debido

a su menor contenido de cobre es un poco más barata y algo más dura. No se puede deformar tanto a temperatura ordinaria sin recocerla.

3.06. *Latón básico.*

Esta aleación contiene cobre entre 61.5 y 64 por 100, siendo zinc el resto. Según su composición exacta y tratamiento térmico, puede estar formada enteramente por fase  $\alpha$  o contener también una pequeña cantidad de fase  $\beta$ , insuficiente para perjudicar seriamente las propiedades de trabajo en frío.

La mayor parte del latón utilizado corresponde a este tipo (que se presta para trabajos con prensa), cuando se necesita un material relativamente barato. Se presenta normalmente en chapas y flejes. Cuando es suministrado sin propiedades mecánicas garantizadas, se denomina "latón común".

3.07. *Latón para relojería y para grabar.*

Como indica su nombre, esta aleación es adecuada para la manufactura de pequeñas ruedas dentadas, placas de cojinetes y otras piezas para relojes y otros instrumentos y para escalas grabadas de aparatos de medida. Viene a ser el latón básico 65/35 con la adición de 1 por 100 de plomo aprox., lo que mejora la mecanizabilidad y las propiedades del metal para ser utilizado como metal para cojinetes, especialmente si no puede garantizarse una buena lubricación. Se suministra en chapas de dureza considerable.

Otras calidades de latón para relojería y para grabar, contienen zinc suficiente para que caigan en el campo de los latones  $\alpha + \beta$  y por lo tanto son similares a los latones 60/40 con plomo que se describen más adelante.

3.08. *Latones  $\alpha$  endurecibles por precipitación.*

Se han desarrollado una serie de latones especiales que, al igual que las aleaciones de cobre-berilio, cobre-cromo y cobre-níquel-silicio, se pueden endurecer y hacer más resistentes por medio de un tratamiento térmico. Entre los más conocidos están los que tienen níquel y aluminio en matriz de latón de cartuchería.

Cuando se enfrían rápidamente desde 850° C, estas aleaciones son blandas y dúctiles, se laminan, estiran o troquelan para producir objetos terminados con la misma facilidad que los otros latones  $\alpha$ , pero tratados a 500° C aumentan considerablemente las características mecánicas debido a la separación o precipitación de una combinación de níquel y aluminio. En particular, para 0,1 por 100 de deformación permanente, la carga aumenta de 8 kg/mm<sup>2</sup> a valores comprendidos entre 35 y 70 kg/mm<sup>2</sup>, lo cual depende del grado de trabajo en frío realizado entre los tratamientos de 850° C y 500° C.

Se utilizan para piezas de máquinas como ruedas den-

tadas, piñones de instrumentos y piezas estampadas complicadas en las que la resistencia y la dureza son importantes.

3.09. *Metal Muntz, metal amarillo o latón 60/40. "Cuzin 60" de UNE.*

El latón  $\alpha + \beta$  sencillo más importante, el cual contiene 60 por 100 de cobre y 40 por 100 de zinc, es esencialmente un material para trabajar en caliente. Se fabrica en chapas laminadas en caliente para placas de condensadores y aplicaciones generales en maquinaria, y en barras laminadas en caliente o perfiles extraídos en una gran variedad de formas. Las piezas forjadas de todos los tamaños se fabrican a partir de las barras y también se utilizan para la fabricación de piezas fundidas, tanto en arena como en molde metálico.

Las propiedades después de efectuado el trabajo en caliente entre 600 y 800° C son:

$\sigma_R$ .....	36 kg/mm <sup>2</sup> .
$\delta$ .....	31 %
Módulo de Young .....	10 <sup>6</sup> kg/cm <sup>2</sup> .
Resistencia a la fatiga ...	15,25 kg/mm <sup>2</sup> para 5 × 10 <sup>7</sup> ciclos.
Coefficiente de dilatación .	0,00002 por ° C.
Conductividad .....	29 % I. A. C. S.

El Metal Muntz se utiliza frecuentemente como metal de soldar para aceros, etc.

3.091 *Latón 60/40 de tornillería o latón para torno. "Cuzinplo 60-1.5" de UNE.*

Se utiliza en forma de barras extruídas para fabricar piezas en tornos automáticos y máquinas similares. También se utiliza para piezas forjadas y estampadas en caliente, y lo mismo para piezas fundidas que han de ser mecanizadas después. El contenido de plomo varía desde 0,5 a 3,5 por 100. Cuando se desea buena mecanizabilidad el contenido de plomo es alto, y cuando las piezas han de ser forjadas en caliente el contenido de plomo es bajo. La resistencia a la tracción es parecida a la del latón 60/40, pero el plomo tiende a disminuir la ductilidad.

3.092. *Latón naval.*

Frecuentemente se confunden el latón naval y el latón Almirantazgo, pues ambos tienen 1 por 100 de estaño, para mejorar la resistencia a la corrosión. A diferencia del latón Almirantazgo, sin embargo, la matriz del latón naval es una mezcla de las fases  $\alpha$  y  $\beta$ , pues la relación del cobre al zinc es de 60 a 40. Se fabrica en plancha laminada en caliente y en forma de barras extruídas, utilizadas para hacer piezas forjadas o mecanizadas. También se pueden obtener piezas fundidas en arena o en molde metálico. Las planchas se utilizan

principalmente en placas de condensadores y enfriadores, y otras muchas piezas forjadas o mecanizadas, especialmente para aplicaciones marinas, porque el contacto con agua del mar puede producir corrosiones en el latón 60 : 40 ordinario. Las barras sirven para fabricación de tornillería y otras piezas, incluso forjadas en caliente. Las características físicas y mecánicas casi no se diferencian de las del latón ordinario

60/40, aunque el contenido de estaño mejora la resistencia a la tracción.

### 3.0921. Latón naval con plomo.

La denominación de "bronce manganeso", aplicada antiguamente a este grupo de aleaciones, está desecha-

TABLA IV

Latones  $\alpha + \beta$  de alta resistencia típicos.

COMPOSICION EN %								Resistencia de prueba o carga de fluencia Kg/mm <sup>2</sup>	$\sigma_R$ Kg/mm <sup>2</sup>	$\delta$ %
Cu	Zn	Al	Sn	Mn	Fe	Ni	Pb			
Fundido en arena.										
57,1	39,2	0,6	1,3	0,7	0,6	0,3	0,2	—	49	11
58,5	35,2	1,9	0,4	0,9	1,0	2,1	Trazas	—	50,5	16
58,2	36,8	1,9	1,1	0,7	0,4	1,1	Trazas	—	52	14,75
57,9	36,9	1,5	1,2	0,6	1,0	0,9	Trazas	—	52	12,5
56,9	38,1	1,1	1,3	0,6	0,8	1,2	Trazas	—	52	11,5
54,1	39,1	1,5	—	1,3	1,6	2,4	—	34,6	61	14,75
57,5	40,0	0,25	1,0	0,5	0,75	—	—	—	52	15
Fundido en molde metálico.										
57,1	39,6	1,0	0,5	0,8	1,0	—	—	25,2	61	15,5
57,2	38,6	1,0	1,6	0,8	0,8	—	—	33,2	66	17
Trabajado en caliente.										
57,7	40,5	—	—	1,8	0,4	—	0,6	23,6	49	28,75
56,7	40,3	0,4	0,2	0,7	0,8	0,1	0,8	15,7	50,5	33,5
57,7	38,5	0,4	0,8	1,0	0,7	—	0,9	22,1	52	24
57,2	39,8	—	1,0	1,2	0,7	—	0,1	28,4	53,5	20
59,0	36,4	1,0	0,9	1,2	0,8	—	0,7	28,4	56,7	20
56,3	39,5	—	1,5	1,6	1,0	—	0,1	25,2	60,0	24
60,0	33,9	3,0	0,1	1,9	0,9	—	0,2	34,7	69,4	18
58,3	34,7	3,3	0,7	—	0,2	2,8	—	39,4	69,4	15,5

da en la actualidad, pues ni son bronce (véase el párrafo 4), ni el pequeño contenido de manganeso puede considerarse como elemento esencial. La composición de estos latones varía mucho. El material base es esencialmente similar al cobre-zinc 60/40, pero la proporción real de estos dos metales varía mucho según la proporción de elementos que se añaden. Estos elementos son: el estaño, aluminio, hierro, manganeso, níquel, plomo y más raramente el silicio. Véase la tabla IV, en la que figuran varias composiciones, siendo la séptima una de las más utilizadas para hélices marinas en España.

Estos latones se utilizan, tanto fundidos como después de trabajados en caliente por forjado o extrusión, en una gran variedad de aplicaciones, donde la resistencia y la tenacidad, junto con una buena resistencia a la corrosión, son de primordial importancia. Frecuentemente se hacen grandes piezas fundidas, como hélices marinas, rotores de turbinas hidráulicas, cuerpos de bomba alternativas y centrifugas, válvulas y otros muchos aparatos. También se fabrican infinidad de piezas pequeñas, obtenidas por forja o estampación, como ruedas dentadas, válvulas, bridas, tornillería en general, etc., sobre todo en servicios de relativamente

alta presión y que tengan que resistir a la corrosión; vástagos, ejes y barras para bombas y otras muchas aplicaciones. También se fabrican herramientas de seguridad para las industrias del gas, petrolíferas y de explosivos.

La fundición se hace en molde de arena, y en la actualidad se utilizan cada vez más las piezas fundidas en molde metálico, mejorándose entonces las características mecánicas.

Aunque los latones de A. R. muestran una buena resistencia a la corrosión, no son completamente inalterables. Existe, en ciertas condiciones, una forma especial de ataque conocido por "dezincificación", en el cual la fase  $\beta$  es particularmente afectada. Por tanto, se recomiendan otras aleaciones de naturaleza más homogénea para sustituir a estos latones en ciertas condiciones particularmente duras.

### 3.100. Latones $\beta$ .

Estos latones (50 por 100 de cobre y de zinc) raramente se utilizan en la industria; en realidad, su única aplicación importante es como metal de soldar barato.

3.110. *Latones  $\beta$  de alta resistencia.*

Aunque los latones  $\beta$  sencillos se utilizan poco en la industria, forman la base de algunos materiales estructurales de alta resistencia. Un latón  $\beta$  con aprox. 5 a 6 por 100 de aluminio, 1,5 de hierro aprox. y 1,5 por 100 de manganeso aprox., tiene una resistencia a la tracción de 79 kg/mm<sup>2</sup>, fundido. Estas aleaciones están sujetas a la corrosión intercrystalina si están sometidas a esfuerzos en contacto con el agua del mar u otras soluciones que contengan cloruros, lo que representa una importante restricción a sus posibles aplicaciones.

4. BRONCES Y BRONCES DE CAÑÓN.

4.1 Los verdaderos broncees son aleaciones de cobre y estaño, pero frecuentemente se encuentran elementos adicionales, particularmente zinc, fósforo, níquel y plomo. Los broncees con zinc se denominan broncees de cañón. Los broncees se clasifican en dos clases principales:

- 1.<sup>a</sup> Aleaciones laminadas (alambres y flejes para resortes, tela metálica, etc.).
- 2.<sup>a</sup> Broncees complejos y broncees de cañón (piezas fundidas, tanto para cojinetes como para aplicaciones en general).

4.2. *Los broncees  $\alpha$ .*

Los broncees con contenido de estaño hasta un 8 por 100 pertenecen a la primera clase y pueden, lo mismo que el cobre y los latones  $\alpha$ , ser laminados en frío o estirados y adquirir temple duro de resortes. Las propiedades mecánicas se mejoran todavía añadiendo fósforo hasta un 0,4 por 100, conociéndose estas aleaciones como broncees fosforosos ("Custan 5" y "Custan 7" de UNE). Las propiedades mecánicas se ven en la tabla V.

TABLA V

*Propiedades de los broncees fosforosos trabajos en frío (temple de resortes)*

% DE ESTAÑO	5,3	6,7
Límite de proporcionalidad, kg/mm <sup>2</sup> .....	47	63
Carga para 0,1 % de alargamiento, kg/mm <sup>2</sup> .....	68	82
$\sigma_R$ , kg/mm <sup>2</sup> .....	75	90
Módulo de elasticidad, 10 <sup>9</sup> × kg/cm <sup>2</sup> .....	1,1	1,1
Módulo de rigidez, 10 <sup>6</sup> × kg/cm <sup>2</sup> .....	0,45	0,45
H .....	220	240
Conductividad eléctrica, I. A. C. S. % .....	16	13,4

Aunque un 8 por 100 de estaño es el mayor tanto por ciento generalmente presente en los broncees ordinarios

y en los fosforosos para chapas, bandas y alambres, el límite de solubilidad sólida en la fase  $\alpha$  llega en realidad a 15,8 por 100 a 550° C. Pero las piezas fundidas con bronce de más de 8 por 100 de estaño muestran un segundo constituyente rico en estaño que, sin embargo, puede hacerse desaparecer por medio de un tratamiento prolongado a 700° C, que disuelve el estaño en exceso en el material. Estos broncees así homogeneizados pueden trabajarse en frío y tienen buena resistencia a la corrosión.

4.3. *Broncees fundidos y broncees de cañón.*

Además de los broncees para forjar, que se acaban de describir, existe una variedad considerable de aleaciones de cobre-estaño que se utilizan particularmente en estado fundido, que forman la segunda clase. La mayoría, si no todas, son de estructura compleja y contienen el constituyente rico en estaño ya mencionado, además de la matriz rica en cobre.

El constituyente rico en estaño es relativamente duro y agrio, mientras que la solución sólida, rica en cobre, es considerablemente más blanda. Esta combinación hace que los broncees al estaño sean muy a propósito para cojinetes, mientras que su excelente resistencia mecánica combinada con su resistencia a la corrosión les hace a propósito para la función de numerosos artículos, tales como cuerpos de válvulas, bridas y accesorios para servicios, accesorios internos de válvulas y en instalaciones para productos químicos.

En la práctica, raramente se funden aleaciones sencillas cobre-estaño, habiendo casi siempre otros elementos adicionales. De éstos, los más corrientes son el fósforo, plomo, zinc y níquel. Tanto el fósforo, cuando está en suficiente cantidad, como el plomo, forman constituyentes separados; los de fósforo son duros y los de plomo son blandos y plásticos. El zinc, por otra parte, entra en solución sólida en la matriz de cobre, y fuera de su acción desoxidante aporta pocas variaciones a las propiedades del metal. Cuando la aleación contiene zinc, se denomina bronce de cañón.

El zinc y el fósforo actúan como desoxidantes, por lo que raramente se hallan juntos en la misma aleación. Aunque el número de combinaciones posible es grande, el de aleaciones de importancia industrial es relativamente limitado, y cada una de éstas será considerada por separado.

4.31. *Bronce fosforoso fundido.*

El más importante contiene 10 por 100 de estaño, con 0,05 por 100 de fósforo aprox. Se utiliza mucho para cojinetes, segmentos de empuje y piezas fundidas en general. Sus características mecánicas son generalmente:

$$\sigma_R = 28 \text{ kg/mm}^2$$

$$\delta = 11,5 \%$$

pero fundiendo con cuidado puede llegarse a 31 kg/mm<sup>2</sup> con un  $\delta$  de más de 31 por 100. La dureza Vickers es de 80 aprox.

Además de este material se utilizan bronce hasta un 18 por 100 de estaño, con o sin fósforo, pero presentan poca ventaja sobre la aleación de 10 por 100 de estaño.

#### 4.32. Metal de campanas.

Para este objeto se utilizan bronce con contenido de estaño de 20 por 100 ó mayor. Estas aleaciones son duras y relativamente agrias, pero tienen la ventaja de dar una nota particularmente sonora cuando son golpeadas.

#### 4.33. Metal para espejos.

El bronce con una proporción de estaño entre 30 y 40 por 100 forma una aleación lustrosa y blanca, que también como el metal de campanas es dura y agria, pero que admite un excelente pulido. En tiempos primitivos se utilizaba para fabricar espejos, y de ahí su nombre. Hoy en día se utiliza para fabricación de redes de difracción e instrumentos de óptica similares. También se utiliza últimamente como metal de recubrimiento.

#### 4.34. Bronces al plomo.

Adicionando plomo al bronce 10 por 100 se mejoran sus propiedades como metal para cojinetes, y también se mejora la estanqueidad a la presión de las piezas fundidas. La cantidad de plomo añadida es variable (de 5 a 25 por 100). Normalmente, al aumentar el contenido de plomo se disminuye el del estaño (véase la tabla VI).

TABLA VI  
Bronces al plomo típicos

Cobre %	Estaño %	Plomo %	$\sigma_R$ Kg/mm <sup>2</sup>	$\delta$ %	HV
85	10	5	22	11,5	70
80	10	10	19	8	65
76	9	15	17	8	60
73	7	20	16	8	55
70	5	25	14	8	50

Los bronce de mayor contenido de plomo se utilizan para cojinetes cuando se desea que tengan cierta plasticidad y también en los casos en que la lubricación pueda no ser buena, porque el plomo actúa hasta cierto punto como lubricante.

#### 4.35. Cobre-plomo.

Aunque no son bronce, de acuerdo con lo que hemos dicho al empezar este párrafo 4, mencionamos aquí el tipo de aleaciones de cobre con plomo hasta un 30 por 100, y a veces una pequeña cantidad de estaño, o más raramente de plata. Tales materiales se han desarrollado para cojinetes de motores Diesel y de aviación y para aplicaciones de trabajo duro. Además, son muy adecuados para funcionar en combinación con ejes de hierro fundido.

#### 4.36. Bronces porosos.

Cuando se junta polvo de cobre y de zinc y se sintetiza calentándolo en una atmósfera reductora, se pueden obtener bronce de varios grados de porosidad. Después de impregnados en aceite, estos bronce son admirables para cojinetes y casquillos. En otros casos se puede mezclar polvo de grafito con el estaño y el cobre, lo cual proporciona un metal para cojinetes que es relativamente autolubricante, aun cuando no se le suministre ningún aceite. Estos bronce son menos resistentes que los fundidos, pero, no obstante, resisten cargas más altas que las que se producen en los cojinetes. También se utilizan para filtros (alta porosidad), tanto para aceite como para productos químicos. Asimismo, se han empleado para distribuir líquido anticongelante en los bordes de ataque de las alas de los aviones.

#### 4.37. Bronces de cañón.

Los dos bronce de cañón más conocidos, a excepción de los que contienen plomo, son el Bronce Almirantazgo (88 por 100 de cobre, 10 por 100 de estaño y 2 por 100 de zinc) y su réplica americana de 8 por 100 de estaño y 4 por 100 de zinc. El UNE "Fucustanzin 10-4" es intermedio entre ambos.

Las cualidades para fundir de estas dos aleaciones son excelentes, y sus propiedades mecánicas, similares.

Para las piezas fundidas en arena se obtienen resistencias mecánicas de 32 kg/mm<sup>2</sup> aprox., con alargamientos de más del 15 por 100 y durezas Vickers hasta 100.

El bronce de cañón es utilísimo para aplicaciones navales y para válvulas y otros accesorios para muy diversos servicios.

#### 4.371. Bronces de cañón al plomo.

El campo de los bronce de cañón con plomo es algo mayor que el de los bronce de cañón sencillos (excepto en construcción naval), y su contenido de estaño es generalmente menor. Véanse varias composiciones típicas en la tabla VII, con las propiedades mecánicas para piezas fundidas en arena.

TABLA VII  
Bronces de cañón al plomo típicos.

Cobre %	Estaño %	Zinc %	Plomo %	$\sigma_R$ Kg/mm <sup>2</sup>	$\delta$ %	HV
83	3	9	5	22	9	60
85	5	5	5	24	11,5	60
86	7	5	2	27	11,5	70
83	7	5	5	27	11,5	70
87	9	3	1	28	11,5	90

De estas aleaciones, la más conocida es la tan nombrada "ochenta y cinco, tres cincos", con 85 por 100 de cobre y 5 por 100 de cada uno de los metales: estaño, zinc y plomo, denominada por UNE "Fucustancinplomo 5-5-5" (1).

4.38. Bronces al níquel.

Añadiendo níquel y estaño al cobre se forman una gran variedad de aleaciones muy útiles. Generalmente hay tres grupos principales, uno que contiene níquel hasta el 5 por 100; otro más propiamente llamado aleación al níquel, que tiene del 5 hasta el 15 por 100 de níquel, y cuando el contenido es del 15 al 60 por 100 de níquel, se denomina aleaciones de alto contenido de níquel, cayendo ya en el campo de los cuproníquel (véase el párrafo 6).

La adición de hasta 1,5 por 100 de níquel a los bronce de cañón 88:10:2, 88:8:4 y 85:5:5:5 mejora sus propiedades en general.

Un tipo interesante de aleaciones es el que contiene del 5 al 10 por 100 de estaño, del 3 al 5 por 100 de níquel y un 2 por 100 de zinc. Fundido en arena, este tipo tiene una  $\sigma_R = 32$  kg/mm<sup>2</sup> aprox., que puede llegar a 43 kg/mm<sup>2</sup> por medio de un tratamiento térmico adecuado.

Los bronce al Ni tratables térmicamente se utilizan cuando se necesitan dureza y resistencia en las piezas fundidas, combinadas con la duración y la resistencia a la corrosión típicas de los bronce.

Las aleaciones y bronce al níquel retienen bien su resistencia a altas temperaturas y resisten grandemente al desgaste mecánico y a la corrosión-erosión por el agua y el vapor. Su aplicación más importante es para válvulas, accesorios de válvulas y otras piezas sometidas a rozamiento en bombas de alimentación de calderas.

4.39. Bronces de antimonio.

Se han desarrollado algunos bronce, en los cuales el antimonio es uno de los constituyentes esenciales. Uno

(1) Las características mecánicas del 85/5/5/5 a temperatura ambiente son inferiores a las de los otros bronce de cañón; pero, en cambio, son superiores a temperaturas mayores de 232° C, pudiéndose emplear para cuerpos de válvulas de vapor hasta 288° C.

de éstos, especialmente apropiado para cojinetes, contiene el 8 por 100 de níquel, 10 por 100 de plomo, 2 por 100 de estaño, 1 por 100 de antimonio y el resto de cobre.

Otro material muy útil para engranajes de tornillo sinfín, cuando el tornillo es de acero endurecido, es el siguiente: antimonio, 8 por 100; níquel, 2 por 100; cobre el resto.

5. CUPRO-ALUMINIOS.

Muchas veces, a las aleaciones de cobre y aluminio se les llama bronce de aluminio, pero no deben confundirse con los verdaderos bronce, puesto que no llevan estaño, ni tampoco con el latón aluminio, del que ya se habló en 3.04. Los cupro-aluminios se dividen en dos categorías:

1.ª *Cupro-aluminios binarios* (Cu y Al), que a su vez se dividen en cupro-aluminios  $\alpha$  de un solo constituyente, que contienen del 4 al 9,4 por 100 de Al, y cupro-aluminios  $\alpha + \gamma$ , que contienen del 9,4 al 12 por 100 de Al y están formados por dos constituyentes, pues la solubilidad del aluminio en el cobre cesa al llegar el Al al 9,4 por 100. El límite máximo de este elemento para los cupro-aluminios que pueden trabajarse normalmente en frío es del 8 por 100 aprox. Los cupro-aluminios  $\alpha + \gamma$  sirven tanto para fundir como para ser trabajados en caliente, por encima de la temperatura crítica de 565° C, para obtener barras y perfiles laminados o extruídos.

2.ª *Cupro-aluminios complejos*, que tienen generalmente más del 8 por 100 de aluminio y pueden contener hierro, níquel y manganeso; los metales de adición no pasan del 5 por 100 en la aleación.

Desde un extremo de la gama (4 por 100 de Al) al otro extremo (12 por 100 Al, Fe, Ni, Mn) hay tanta o más diferencia que entre el hierro dulce y un acero al cromo-molibdeno; por ejemplo, con 4 por 100 de aluminio y 96 por 100 de cobre tenemos  $\sigma_R = 20$  kg/mm<sup>2</sup>,  $\sigma_B = 8$  kg/mm<sup>2</sup>,  $\delta = 40$  por 100, H = 80-100, aleación maleable en frío, dúctil, difícilmente forjable en caliente y de gran homogeneidad. Tiene un sólo constituyente, el  $\alpha$ ; no susceptible de tratamiento térmico, con una resistencia mediocre a la corrosión. En cambio, con 10/11 por 100 de Al, 3 por 100 de Fe, 5 por 100 de Ni

y 3 por 100 de Mn, se obtiene  $\sigma_R = 80-90 \text{ kg/mm}^2$ ,  $\sigma_E = 50-60 \text{ kg/mm}^2$ ,  $\delta = 2$  a 3 por 100,  $H = 300-350$ , aleación de dos constituyentes,  $\alpha$  y  $\gamma$ , que no es maleable ni dúctil en frío, pero es fácilmente forjable en caliente, con buena resistencia a la corrosión y susceptible de tratamiento térmico. Entre ambos extremos todas las combinaciones son posibles.

Actualmente son tres los elementos de adición corrientemente utilizados: manganeso, hierro y níquel. El manganeso aumenta la tenacidad y el alargamiento; hace que los granos se alarguen y hace el papel de aglomerante (1). El hierro aumenta la resistencia, sin disminuir el alargamiento, disminuye el tamaño del grano y retrasa aún más la lenta transformación del constituyente  $\gamma$  que puede tener lugar si el metal no se enfría con suficiente rapidez y permanece tiempo entre  $400^\circ \text{C}$  y la temperatura crítica de  $565^\circ \text{C}$ ; para lo cual se puede desmoldear lo antes posible, pues dicha transformación da el constituyente  $\gamma_2$ , que disminuye la ductilidad del material. El níquel aumenta el límite de elasticidad y fracciona el grano.

El aluminio se oxida con facilidad formando una capa finísima, pero continua, sobre la superficie del metal sólido. Se forma también calentando el material y subsiste, aunque se llegue hasta la temperatura correspondiente, al estado líquido. Esta película no es visible, pero es un protector eficaz para la oxidación del resto del material. Por esta razón, los cupro-aluminios figuran entre las aleaciones de cobre más apropiadas para trabajar a temperaturas moderadamente elevadas, coincidiendo, además, que sus características mecánicas son también aceptables en esas condiciones, pudiendo emplearse corrientemente hasta  $315^\circ \text{C}$ .

Los cupro-aluminios parecen ser actualmente las aleaciones que presentan la más alta resistencia a los fenómenos de erosión-cavitación. En general, se utilizan los cupro-aluminios para fabricar hélices de buques, bocinas fundidas para pequeñas embarcaciones, placas de tubos condensadores, tapas y tubos para los mismos, valvulería para vapor ( $T \leq 315^\circ \text{C}$ , aunque sobre  $125^\circ \text{C}$  ya es necesario tener en cuenta la influencia de la temperatura), agua dulce y salada, aceite de engrase, aire, y piezas para bombas, etc.

Los cupro-aluminios  $\alpha$  fuertemente trabajados en frío pueden utilizarse hasta  $300^\circ \text{C}$ , en donde empiezan a disminuir algo las características mecánicas; pero si éstas no interesan mucho puede llegarse a  $400^\circ \text{C}$ . Asimismo, el cupro-aluminio complejo Al 10 por 100, Ni 5 por 100, Fe 5 por 100 forjado, está entre las mejores de las aleaciones a base de cobre para temperaturas moderadamente elevadas, ya que tiene  $\sigma_R \geq 38 \text{ kg/mm}^2$  a  $400^\circ \text{C}$ , excelente resistencia a la corrosión y a la oxidación a esta temperatura, y una carga de  $15 \text{ kg/mm}^2$  para una deformación de  $10^{-5}$  mm/veinticuatro horas a  $250^\circ \text{C}$  (2).

(1) Esta acción de aglomerante hace el efecto de aumentar la resistencia del cemento intercrystalino.

(2) De todos estos materiales de cupro-aluminio son difíciles de conseguir en España los de más de 5 por 100

### 5.1. Cupro-aluminios al níquel.

Desde que en 1946 fue construída la primera hélice de cupro-aluminio inglesa para el remolcador del Almirantazgo "Nimble", estas aleaciones han tomado para la construcción naval un interés extraordinario. Este material se fabrica en estado moldeado, estirado, laminado o forjado, existiendo varios tipos, de los que damos algunos:

Cobre %	Aluminio %	Hierro %	Níquel %	Manganeso %
88	9	2	0,5	0
83	10	3	3	0,5
79	10	5	5	1

Los cupro-aluminios al níquel tienen una buena resistencia a la cavitación, a la erosión, a la fatiga-corrosión y a la corrosión por el agua del mar.

Se utilizan para casquillos de arbotantes y bocinas, timones, ejes de unión, cuerpos de enfriadores, piezas de bombas, placas de tubos, vástagos de válvulas, tornillería, etc., pero su principal aplicación en la Marina es la de hélices. Son superiores en todo a los hasta ahora clásicos latones de A. R. para hélices, permitiendo por su mayor resistencia que éstas tengan espesores de pala más delgados, y por esto, y por su menor peso específico, resultan hélices menos pesadas que las de latón de A. R., lográndose una disminución de peso de un 15 por 100, consintiendo los menores espesores y el buen estado de la superficie de las palas mejores rendimientos.

En los Estados Unidos, la Marina de guerra ha establecido una especificación para las hélices de cupro-aluminio al níquel, cuyas características se indican a continuación:

Composición de la aleación	Características mecánicas
Cobre: 78 % máx.	$\sigma_R = 56,5 \text{ kg/mm}^2 \text{ mín.}$
Aluminio: 9-11,5 %	$\delta = 11,6 \%$
Níquel: 3-5,5 %	$H = 140-180$
Hierro: 3-5 %	
Manganeso: 3,5 % máx.	
Impurezas: 0,5 %	

En Gran Bretaña se utilizan dos clases de cupro-aluminios al níquel para fundir hélices:

- Cupro-aluminio de A. R., según B. S. 1400 "AB2-C".
- Aleación Novoston.

de Al, debido, sin duda, a que para su fabricación se requieren técnicas especiales.

Finalmente, diremos que la técnica de soldadura de los cupro-aluminios al níquel está muy desarrollada, lo que es primordial para el desarrollo de la aplicación de estas aleaciones.

6. ALEACIONES DE CUPRO-NÍQUEL.

6.1. Las aleaciones de cupro-níquel son las siguientes:

- a) Aleaciones níquel-cobre con más de 50 por 100 de níquel: monel, níquel-cobre al estaño y al silicio y aleaciones níquel-cobre al estaño y al zinc.
- b) Los cupro-níquel 70/30, 80/20 y 90/10.
- c) Las alpacas.

Las aleaciones de níquel y de cobre están constituidas. Laminado en frío y recocido, tiene una resistencia a la corrosión aumenta en general con el contenido de níquel. Son muy estables y su comportamiento en presencia del vapor y del agua de mar es muy interesante. Es de notar que a pesar de que aumentando el contenido de níquel son más resistentes al agua salada, en cambio se cubren más rápidamente de organismos marinos que las pobres en níquel, debido a que el cobre forma sales en la película de agua adyacente al material que, siendo tóxicas, impiden su formación y crecimiento.

6.21. *El monel.*

El monel contiene aprox. 68 por 100 de níquel y 27 por 100 de cobre; por ejemplo: Ni, 67,5 por 100; Cu, 29,5 por 100; Fe, 1,70 por 100; Mn, 1 por 100; Si, 0,1 por 100; C, 0,10 por 100; S, 0,01 por 100.

Laminado en frío y recocido, tiene una resistencia a la tracción de 46 a 55 kg/mm<sup>2</sup>, con un  $\delta$  de 50 a 30 por 100. Laminado en frío batido duro llega de 70 a 90 kilogramo/mm<sup>2</sup>, con un  $\delta$  de 15 a 2 por 100.

Se fabrica en forma de planchas, barras, tubos e hilos.

El monel se trabaja con mucha facilidad. Con él se fabrican electrodos para numerosas aplicaciones, entre las que se destaca la soldadura de la fuunción de hierro.

Además del monel ordinario, se encuentran en el comercio otras tres clases: el monel K, el monel S y el monel R.

El monel K contiene 3 por 100 de aluminio; es una aleación que rinde interesantes servicios en la Marina.

El monel S se utiliza únicamente en estado moldeado; contiene 3 a 4 por 100 de silicio, que le da una buena colabilidad. Tiene una dureza mayor que la del monel ordinario, pudiendo aumentar su dureza desde 140 a 300 Brinell, aprox., por tratamiento térmico, de endurecido por precipitación.

El monel R utilizado en los Estados Unidos contiene un poco de azufre; su composición es la siguiente:

Ni, 67 por 100; Cu, 30 por 100; Fe, 1 por 100, Mn, 1 por 100; Si, 0,05 por 100; C, 0,15 por 100; S, 0,035 por 100.

Constituido por una solución sólida, el monel es muy estable; se comporta bien, sometido a la acción del agua del mar, resiste a la corrosión en presencia de numerosas soluciones y ácidos y sus características mecánicas en caliente no comienzan a bajar más que a partir de 450° C.

Es un metal muy apto para la construcción de aparatos auxiliares de vapor para la Marina. Se utiliza para paletas de turbinas, vástagos, válvulas y sus asientos, ejes de bombas de agua de mar, juntas y manguitos de dilatación de conductos de vapor, tubos de calentadores, tornillería especial para vapor e incluso en yates para ejes y hélices propulsoras.

Como ya hemos dicho, el monel es un material de una importancia enorme en la construcción de maquinaria naval de vapor moderna.

6.22. *Níquel-cobre al estaño y al silicio.*

Estas aleaciones se utilizan únicamente en estado moldeado. Tienen una dureza elevada, que no sufre variaciones importantes hasta 400° C aprox. Resisten muy bien a la acción del vapor y a la de diversos agentes corrosivos, por lo que son apreciadas en construcción naval para confección de asientos y obturadores de válvulas. La composición varía dentro de los límites siguientes:

Níquel .....	50 a 65	%
Estaño .....	2 a 12	%
Silicio .....	1 a 3,5	%
Hierro, manganeso .....	1 a 3	%
Cobre .....	El resto.	

A este grupo pertenece el metal "Platnam".

6.23. *Aleaciones níquel-cobre con estaño y zinc.*

Las aleaciones de alto contenido de níquel, de las que se habló en el párrafo 4, pueden contener, como ya hemos dicho, del 15 al 60 por 100 de níquel, con 6 a 12 por 100 de estaño y del 1 al 2 por 100 de cinc, siendo el resto cobre. La resistencia mecánica varía desde 39 hasta 47 kg/mm<sup>2</sup> fundidas en arena, con dureza Vickers próximas a 150. Sin embargo, los alargamientos son generalmente bajos, aprox. del 2,5 por 100. Todas estas aleaciones se pueden endurecer por tratamiento térmico. También se les llama bronce de alto contenido de níquel.

6.31. *Cupro-níquel.*

Nos ocuparemos de dos aleaciones de cupro-níquel, la de 70/30 (70 por 100 de cobre y 30 por 100 de níquel) y 80/20 (80 por 100 de cobre y 20 por 100 de níquel), cuyas características mecánicas son:

	$\sigma_R$ Kg/mm <sup>2</sup>	$\sigma_R$ Kg/mm <sup>2</sup>	$\delta$ %
Cupro-níquel 70/30			
— estirado en frío .....	12,8	59,5	9
— estirado y recocido a 750° C .....	9,5	44	44
Cupro-níquel 80/20			
— estirado en frío .....	11,2	51	10
— estirado y recocido a 750° C .....	8	39,5	43

Estas dos aleaciones pueden ser trabajadas por embutido sin dificultades y su mecanizado es comparable al del acero. Para la soldadura se encuentran en el comercio electrodos apropiados.

Se utilizan muchísimo para la confección de haces tubulares de condensadores por agua de mar en los buques. También se utilizan para placas de cabeza de condensadores.

El más conocido es el cupro-níquel 70/30, que para los tubos de condensador es muy superior al latón, siendo corrientemente utilizado en la Marina de guerra.

La larga duración del cupro-níquel 70/30 resulta no solamente de la composición misma de la aleación, sino también de la calidad de la película de óxido formada en su superficie.

La adición de 0,5 a 1 por 100 de hierro al cupro-níquel 70/30 aporta una mejora importante a su resistencia a la corrosión en presencia del agua del mar.

Las normas de la Marina inglesa y americana indican el cupro-níquel 70/30 al hierro para los tubos de condensadores, y una norma similar está en estudio en Francia.

Una composición para el Cu-Ni 70/30 que contiene 0,4/1,0 por 100 de hierro y 0,5/1,5 por 100 de manganeso, es normal para tubos de condensadores tanto marinos como de centrales.

#### 6.32. Cupro-níquel al aluminio.

Los cupro-níqueles al aluminio resisten bien a la acción del agua del mar; su empleo característico es en la Marina para piezas de torpedos. La aleación más corriente es: cobre, 82 por 100; níquel, 15 por 100; aluminio, 3 por 100, con un poco de manganeso y hierro. En estado forjado en caliente,  $\sigma_R = 80 \text{ kg/mm}^2$  aprox.

#### 6.4. Alpacas o aleaciones Cu-Ni-Zn.

Las alpacas corrientes (mailechorts o "Cuzinis" de UNE) contienen 60 por 100 de cobre aprox. y 10 a 25 por 100 de níquel, siendo el resto zinc. Se moldean fácilmente, su color es muy blanco a partir de un 17 a 18 por 100 de níquel.

Se utilizan para decoración, para utensilios domésticos, etc.

### 7. OTROS METALES Y ALEACIONES.

#### 7.1. Aleaciones ligeras.

Son a base de aluminio, pudiendo ser para fundir o laminadas. Entre las primeras destaca, por su constante aplicación, la de composición media, Si, 12 por 100; Al, 88 por 100, como el "Silumin", el "Alpax", etc., que se utilizan para carcasas de bombas de lubricación, impulsores de ventiladores, tapas de cajas de reducción para turbinas principales y auxiliares, volantes de válvulas, etc., y en general siempre que la temperatura no exceda de 200° C.

También entre las aleaciones para fundir citaremos la de composición media: Mg, 5 por 100; Si, 1 por 100; Mn, 0,25 por 100; Ti, 0,1 por 100, y Al el resto, que resiste mejor que el aluminio y otras aleaciones ligeras el agua del mar.

De las laminadas destacan por su aplicación más corriente las de aluminio-cobre-magnesio (duraluminio) para pisos en cámaras de máquinas y calderas, forro exterior de aparatos, cuadros de maniobra, tableros de instrumentos, etc.; las de este mismo material, pero plaqueado con aluminio puro, con lo cual se tiene la resistencia mecánica del duraluminio a la vez que se le protege a la corrosión (Vedal, Earprotal, etc.), y, por último, las que combinan una buena resistencia a la corrosión por el agua del mar con unas características mecánicas aceptables, como las de aluminio-magnesio utilizadas para superestructuras.

#### 7.2. Aleaciones antifricción.

Estas son muy variadas, según el uso a que se destinan, estando muchas de ellas patentadas. Las más corrientes son las llamadas metales blancos a base de estaño, antimonio, cobre, plomo y a veces zinc, como las que se dan en la tabla VIII.

TABLA VIII

Estaño %	Antimonio %	Cobre %	Plomo %	Zinc %
91	7	2	—	—
88	8,5	3,5	—	—
71	12	1	16	—
69	—	1,5	—	29,5
11,5	13,5	3	72	—
10	10	—	80	—

De éstas, la segunda es muy utilizada para cojinetes en general, mientras que la que figura en cuarto lugar se utiliza especialmente para cojinetes en contacto con agua del mar, bocinas, arbotantes, etc.

7.3. *Zinc.*

Entre las consabidas aplicaciones del zinc para fabricación de aleaciones, protección galvánica, etc., destaca en construcción naval su utilización como electrógeno para protección del casco, calderas o de aparatos y servicios, para cuya aplicación es necesario que no contenga estaño, admitiéndose, en cambio, otras impurezas, pero cuya suma ha de ser menor del 1,5 por 100.

7.4. *Aleaciones níquel-cromo.*

Para terminar, citaremos las aleaciones níquel-cromo, en las que se pueden distinguir dos categorías principales:

- a) Aleaciones níquel-cromo 80/20, utilizadas en forma de resistencias de calentamiento.
- b) Aleaciones níquel-cromo 80/20 especiales, derivadas de las primeras y de alto límite de deformación en caliente. Contienen pequeñas cantidades de elementos, como el titanio, el aluminio, etc.

Recientemente se ha puesto a punto un níquel-cromo 80/20 que puede ser utilizado hasta 1.200° C.

Las aleaciones níquel-cromo especiales (Nimonic, por ejemplo), en las que buena parte del níquel puede ser sustituido por el cobalto, dan buenos resultados para paletas de turbinas de gas. Presentan altos límites de deformación en caliente para temperaturas del orden de 750-850° C.

He aquí, por ejemplo, la composición de la aleación níquel-cromo denominada Nimonic 100:

C = 0,3 % máx.	Si = 0,5% máx.
Cr = 10 a 12 %	Ti = 1 a 2 %
Co = 18 a 22 %	Al = 4 a 6 %
Fe = 2 % máx.	Mo = 4,5 a 5,5 %
	Ni = el resto.

NOTA.—Los símbolos utilizados para las pruebas mecánicas son los de UNE, y las características dadas corresponden a probetas normales UNE 7010.

BIBLIOGRAFIA

1. "Les cupro-aluminium et leurs aplicaciones dans la Marine", por M. Pierre Weill-Coules. *Fonderie*, 157, febrero 1959.
2. "Le nickel et les alliages de nickel non-ferrous dans la Marine", por L. Arbellot. *Revue du Nickel*, núm. 3, 1957.
3. "Copper and its Alloys in Engineering and Technology", publicado por Copper Development Association.
4. Metal Industry Handbook and Directory.
5. "Non Ferrous Tubes in the Stress of Modern Conditions", por C. Breckon y P. T. Gilbert. *Metal Industry*, 1 agosto 1958.
6. "High-Tensile Aluminium-Bronze for Propellers", por H. Hudson. *Journal of the American Society of Naval Engineers*, mayo 1958.

# UN METODO GRAFICO PARA DETERMINAR EL FLETE CONOCIENDO LA TARIFA DE ARRENDAMIENTO EN TIME-CHARTER EN BUQUES PETROLEROS (\*)

Por JAVIER PINACHO  
Ingeniero Naval.

## INTRODUCCIÓN

Como es sabido, los contratos de fletamentos de buques petroleros se hacen bajo alguna de las dos fórmulas clásicas de fletamento por viajes sueltos o sucesivos (Standard Tankers voyage Charter Party) o fletamento por tiempo (Tankers Time-Charter Party). En el primer caso se señala el flete por tonelada para un viaje determinado y en el segundo una tarifa de arrendamiento mensual.

En el primer caso, todos los gastos son por cuenta del armador, mientras que en el segundo lo son solamente los gastos de sostenimiento, siendo por cuenta del fletador los gastos propios de la navegación, como el combustible, el agua de calderas y los gastos de puerto y paso de Canales.

Durante la pasada guerra mundial el Ministerio de Transporte británico realizó un detallado estudio de los distintos tráficos mundiales y fijó unos fletes máximos que empezaron a regir el primero de enero de 1946, para todos los petroleros británicos fletados bajo las condiciones de la "Standard Tankers Voyage Charter Party".

Las tarifas señaladas por el Ministerio citado conocidas por tarifas M. O. T., han servido después de la guerra mundial, como referencia del mercado de fletes, efectuándose los fletamentos por viajes a la Tarifa M. O. T., más o menos un determinado tanto por ciento fijado de mutuo acuerdo entre el armador y el fletador.

Las tarifas M. O. T. han sufrido algunas pequeñas modificaciones, estando en vigor las actualmente conocidas por SCALE (Del London Market Tanker Nominal Freight Scale), cuya diferencia fundamental con las M. O. T. consiste en que en aquéllas no se incluyen los derechos de paso por algunos Canales o derechos especiales de determinados puertos.

Las tarifas de fletamento por tiempo suelen expresarse en una cantidad por tonelada de peso muerto y mes.

Es frecuente para las personas relacionadas con el fletamento de buques petroleros, tener que calcular el flete de un buque determinado cuando se conoce la tarifa de fletamento por tiempo, o bien calcular ésta conociendo el flete.

En el presente artículo se describe un método gráfico para resolver rápidamente este cálculo, con un error despreciable en la práctica y que es el mismo que se obtendría efectuando el cálculo numérico con las hipótesis que más adelante se indican.

Aunque los resultados obtenidos se refieren a una flota determinada, pueden utilizarse con un error muy pequeño para otras flotas de cualquier país. El sistema de cálculo es válido para buques no petroleros, aunque, naturalmente, las cifras han de ser distintas.

## FLETE EN FUNCIÓN DE LA TARIFA DE TIME-CHARTER

Si designamos por "y" el valor del flete, es decir el costo por tonelada transportada, expresado en cualquier moneda, y por "x" la tarifa de arrendamiento mensual en time-charter expresada en la misma moneda, para cualquier viaje y suponiendo un viaje de ida y vuelta desde el puerto de descarga al de carga, entre ambas existirá la realización siguiente:

$$y = \frac{D}{C} - \frac{d + d'}{30} x + \frac{G}{C} \quad [1]$$

en la que:

C es la carga útil,  
d el número de días de navegación del viaje considerado,  
d' el número de días de estancia en puerto,  
G los gastos propios del viaje (combustible, agua de calderas, gastos de puerto, etc.), y  
D el peso muerto del buque.

La relación entre la carga útil y el peso muerto de cada buque no es constante, sino que depende de diversos factores, principalmente de la distancia entre los puertos de carga y descarga y las zonas en que navega el buque, que afectan al franco-bordo, ni tampoco es la

(\*) Artículo publicado también en "Tanker Times", abril 1961.

misma para diferentes buques, pero puede adoptarse con suficientemente aproximación, el valor  $D/C = 1,05$ , valor experimental medio de la flota a que nos referi-

el caso de la flota a que nos referimos, está obtenido por el resultados de explotación de sus buques durante varios años.

Se han tomado como precios de combustible el de 263/por tonelada para el diesel-oil y el de 186/por ton. para el fuel-oil.

El término "g" que engloba los gastos de puerto y otros de menor cuantía se estima en seis peniques por tonelada de peso muerto.

Con lo que antecede la ecuación [1] puede expresarse

$$y = 1,05 \left( \frac{d + 4}{30} x + \frac{(d + 1,5) c + g}{D} \right) \quad [3]$$

El número de días "d" conviene expresarlo en función de la velocidad media del buque y el flete en función de la tarifa "Scale" y para ello se han analizado los distintos valores de esta tarifa para distintos viajes, habiéndose llegado a la conclusión de que, prácticamente, los resultados obtenidos son los mismos para los viajes entre puertos, cuyas distancias estén comprendidas en 3.000 y 6.000 millas.

Por tal motivo se toma como base el viaje de 4.500 millas, para el cual el flete "Scale" es de  $34/6d$ . En este caso llamando "v" a la velocidad media se tiene:

$$24 \cdot v \cdot d = 2 \times 4.500,$$

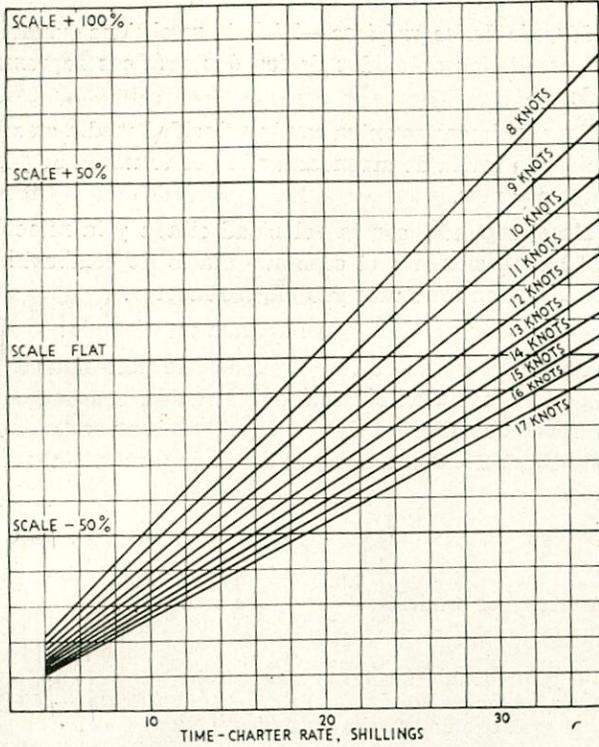


Fig. 1.

mos, en la que hay petroleros de diversas características.

El número de días de navegación  $d$ , para cada viaje depende de la velocidad media del buque.

El número de días de estancia en puerto  $d'$  depende no solamente de la capacidad de descarga del buque, sino de circunstancias ajenas a él, dependientes principalmente de las instalaciones de carga o las receptoras. Se puede suponer para  $d'$  un valor medio de cuatro días.

En el segundo término del segundo miembro de la ecuación [1] figuran los gastos propios de la navegación incluidos en la expresión "G".

Este  $G$  podemos descomponerlo en la siguiente forma:

$$G = \bar{d} c + d' c' + g \quad [2]$$

siendo:  $\bar{d}$  y  $d'$  los días de navegación y estancia en puerto como antes:

- $c$  el consumo diario de combustible en navegación,
- $c'$  el consumo de combustible para calefacción, limpieza de tanques y consumo en puerto,
- $g$  los gastos de puerto y varios.

Se considera como consumo de combustible en navegación el gastado en la propulsión del buque y sus auxiliares, pero no el consumo de calefacción ni limpieza de tanques que se incluyen en el término  $c'$ .

Para mayor sencillez se supone que  $d' c' = 1,5 c$ , lo que es suficientemente aproximado en la práctica, y en

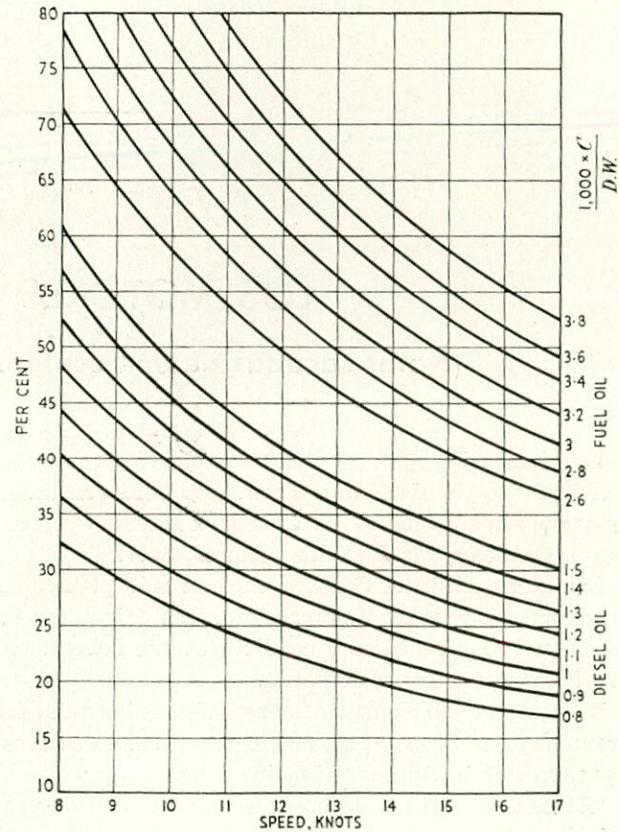


Fig. 2

o bien

$$d = \frac{375}{v}$$

La ecuación [3], teniendo en cuenta lo anterior, y expresando "y" en tanto por ciento de flete "Scale" quedará transformada, como sigue:

$$y = 1,05 \left( \frac{(d + 4)}{30} x + \frac{(d + 1,5) \cdot c + g}{D} \right) \frac{100}{34,5} - 100 \quad [4]$$

y sustituyendo valores y efectuando operaciones:

$$y = \left[ \left( \frac{38,3}{v} + 0,408 \right) x - 100 \right] + \left[ \left( \frac{305.000}{v} + 12,06 \right) \frac{c}{D} + 1,5 \right] \quad [5]$$

En los gráficos 1 y 2 se han representado las dos expresiones comprendidas entre corchetes, cuya suma constituye el flete.

La primera,  $y = \varphi(x)$ , es la expresión general de una familia de rectas, habiéndose representado en el gráfico 1 las rectas correspondientes a valores de  $v$  comprendidos entre 8 y 17 nudos.

La segunda,  $y = \varphi(v)$ , es la expresión de una familia de hipérbolas, habiéndose representado en el gráfico

número 2 las curvas correspondientes a valores de  $1.000 c/D$  comprendidos entre 0,8 y 1,5 para buques que consumen diesel-oil y entre 2,6 y 3,8 para buques que consumen "bunker C".

*Manejo de los gráficos.*—El flete se obtiene sumando los resultados obtenidos de los dos gráficos representados.

En el primero se entra con la velocidad media en servicio y la tarifa de arrendamiento por tonelada de peso muerto y mes.

En el segundo, con la velocidad citada y la relación  $1.000 c/D$ , siendo  $c$  el consumo diario de combustible expresado en toneladas y  $D$  el peso muerto.

Para mayor claridad, pondremos un ejemplo:

Un petrolero de 18.200 toneladas de peso muerto y velocidad media en servicio de 13 nudos, consumiendo 22 toneladas diarias de diesel-oil, está arrendado en time-charter a 9 chelines por tonelada y mes. Hallar el flete.

Solución:

$$\text{Hallaremos primero } \frac{1.000 c}{D}, \text{ que será } \frac{1.000 \times 22}{18.200} = 1,2.$$

En el gráfico núm. 1, con 13 nudos y 9 chelines, obtendremos .....	Scale — 69 %
En el gráfico núm. 2, con 13 nudos y 1,2 (Diesel) .....	Scale + 31 %
Flete total = Scale .....	— 38 %

## LOS MOTORES FUERA DE BORDA

(Notas sacadas de una conferencia de embarcaciones pequeñas)

En el mes de mayo de 1960 se celebró en el hotel Waldorf-Astoria, de Nueva York, una Conferencia Internacional patrocinada por Outboard Marine Corporation y Outboard Marine International, S. A.

Las actas de dicha Conferencia han sido publicadas últimamente, y de ellas parece interesante destacar un resumen de las ventajas y condiciones que deben cumplir los motores fuera de borda.

Respecto al primer punto, se reproducen las palabras pronunciadas por el Sr. Irgens, vicepresidente de Investigaciones de la Outboard Marine Corporation:

"El motor de fuera de borda es una unidad de propulsión enteriza que no requiere ninguna pericia en el montaje para ser instalado; es fácilmente separable de

la embarcación para reparaciones o almacenamiento y puede trasladarse de un bote a otro.

Este motor puede instalarse prácticamente en cualquier parte del casco, e inclusive colocarse en un pozo que se construya en el fondo de la embarcación.

El motor es ligero y su funcionamiento muy suave. Por consiguiente, no requiere un soporte pesado. Puede colgarse del yugo o de un simple soporte.

El motor es bastante económico, tanto en costo inicial como en operación y no exige un operario con título de maquinista. Puede dársele arranque manual y funcionará mientras haya combustible, estando el aceite lubricante mezclado con el combustible. El consumo de

combustible por caballo se compara favorablemente con otras instalaciones marinas.

Los modernos motores de fuera de borda son también silenciosos. La descarga se expelle en un chorro que se desliza por la hélice, y los ruidos de admisión del carburador, como también los mecánicos, se mantienen dentro de la envolvente del motor. La unidad es a prueba de intemperie y de salpicaduras, y tiene literalmente que sumergirse para que el agua detenga su marcha.

La hélice está engranada al motor con el objeto de obtener la velocidad más deseable de la hélice con el motor funcionando a su velocidad. Las reducciones de engranes ofrecen una buena solución entre las velocidades más bajas y las más altas que normalmente existen para las embarcaciones. El motor, estando instalado fuera del casco, elimina el goteo de aceite y combustible en su interior, evita la contaminación de la carga y disminuye la posibilidad de incendios. Este tipo de montura ofrece también más espacio útil dentro del casco.

Todos los motores de fuera de borda están contruidos de modo que puedan inclinarse. Se hace esto principalmente para proteger el motor, hélice y eje, así como la embarcación y montura del motor, al chocar contra obstáculos sumergidos. Por ello, es también valioso para la navegación en aguas poco profundas.

Los motores de fuera de borda están también acondicionados para girar como un timón, y así el gobierno ofrece una maniobrabilidad incomparable, tanto hacia adelante como hacia atrás.

Teniendo un cuidado razonable, los motores de fuera de borda prestan un servicio excepcional libre de molestias. Su diseño es sencillo y son fáciles de entender por operarios no técnicos. Tienen muy pocas partes móviles y pueden repararse con herramientas sencillas.

En cuanto a su aplicación a la propulsión de embarcaciones de pesca, se reproducen asimismo las palabras de J. O. Traung, jefe de la Sección de Embarcaciones de Pesca de la F. A. O., que se refieren a las recomendaciones que deben tenerse en cuenta: como la embarcación y montura del motor, al chocar mercado, y quizá lo que se necesita para producir resultados ideales sea cuestión de introducirlos adecuadamente, con facilidades de crédito apropiadas para los pescadores e instrucciones de operación y mantenimiento. Con todo, trataremos de especificar el motor perfecto. Mr. Erik Estlander, un Ingeniero Naval que trabaja para la F. A. O. en Ceylán, determinó hace poco los siguientes requisitos:

1. Potencia, entre 10 y 15 HP., o quizá mejor especificar una cilindrada de 350 c. c.
2. Dos cilindros dispuestos más bien en línea que opuestos, de manera que la descarga sea alternada. Esto facilitará el arranque manual, lo que representa una gran ventaja cuando hay que dar arranque al motor en mar abierto y es difícil mantener el bote quieto contra el oleaje.
3. Arranque de culatazo o recuperación, en vez de arranque ordinario con cuerda, que es muy lento.

4. El diámetro de la hélice debe ser adecuado para botes pesados y de forma imperfecta; por otra parte, la hélice no debe tener mucho paso, para evitar que el motor sea sobrecargado cuando el bote se mueve en mar agitada.

5. El motor debe estar construido para resistir los choques cuando se está desmontando y transportando a su sitio de almacenamiento, y debe ser diseñado en forma tal que el agua de refrigeración no pueda entrar a los cilindros si la caja de engranajes se levanta excesivamente.

6. Debe colocarse un tubo alrededor de la circunferencia del motor, para que sirva de agarradero para transportarlo y también de protección cuando el motor se coloca en el suelo en la playa.

7. El motor debe ser bien cerrado o cubierto, para dificultar el robo de sus partes. La envolvente debe tener cerradura de llave.

8. La caña del timón debe ser suficientemente larga para permitir que un hombre de pie pueda gobernar el bote.

9. El suministro de combustible debe proveerse de un tanque con capacidad para un día de travesía.

10. El encendido debe ser por magneto, en vez de batería.

11. Debe preverse la suficiente asistencia técnica, ya que muchos propietarios pueden no saber leer o escribir, o no poder hacer llamadas telefónicas.

12. El consumo de combustible debe ser bajo, debido a que con frecuencia éste es costoso por razón de los impuestos. Una forma de reducir el consumo de combustible en un motor de dos tiempos es usando una válvula rotatoria, que no tiene por qué aumentar el precio del motor cuando se produce en masa.

13. El volante debe estar protegido.

14. En algunos botes de pesca no hay lugar para mantener las herramientas secas. Una solución sería tener una caja de herramientas que pudiera colocarse sobre el motor y atornillarse en algún sitio del bote.

15. Para ciertas pesquerías sería ventajoso tener un generador pequeño, de manera que los pescadores pudieran usar luz durante la noche; por ejemplo, cuando están manipulando sus aparejos de pesca.

16. Los motores deben ser a prueba de agua de mar. Para botes de pesca no es necesario el engranaje inversor de marcha.

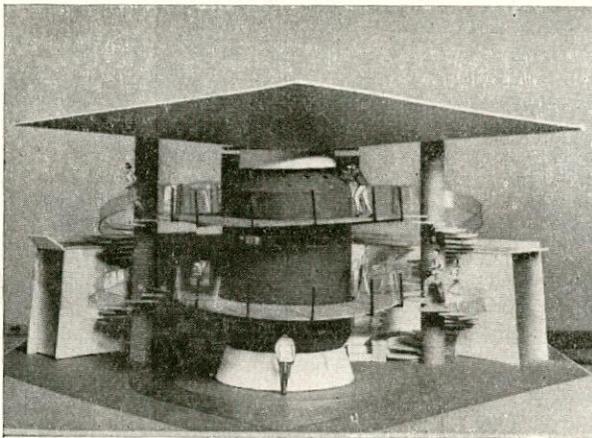
Los altos impuestos de la gasolina pueden impedir en muchos países el uso de motores de fuera de borda, que consumen este combustible, y quizá no haya manera de vencer este obstáculo. Por consiguiente, un motor Diesel parece ser indispensable para muchas pesquerías comerciales. Algunas firmas ya están trabajando en esto; pero, desgraciadamente, los motores Diesel de fuera de borda muy probablemente serán más pesados que los de gasolina. Quizá algún día un nuevo sistema, como el principio Wankel, haga posible la fabricación de buenos motores Diesel de fuera de borda con una relación adecuada para reducir las revoluciones por minuto de la hélice.

# INFORMACION DEL EXTRANJERO

## INSTALACION PARA EXPERIENCIAS SUBMARINAS A GRAN PROFUNDIDAD

La entidad organizadora de la Feria Internacional que se celebrará en Génova en 1962, ha decidido la construcción de una instalación para realizar ensayos bajo el agua hasta una presión de 50 atmósferas, equivalentes a 500 m. de profundidad.

Dicha instalación estará formada por dos tanques con una gran cámara de compresión y central con bombas de presión y calentamiento del agua. Uno de dichos tanques tendrá una altura de 5,50 m. y un diámetro de 3,50 m. y estará provisto de una treintena de ven-



tanques de vidrio para poder observar—tanto por los técnicos como por el público en general—el interior. En dicho tanque podrá elevarse la presión hasta 10 atmósferas.

Con las 50 atmósferas a que antes se ha hecho referencia, podrán realizarse ensayos en un segundo tanque de un metro de diámetro.

La instalación dispondrá de televisión para poder observar desde fuera los distintos detalles del interior. Existirán además medios auxiliares para la carga de las botellas de oxígeno y otros servicios; anunciándose que esta planta, única en el mundo, será puesta a disposición de los técnicos de cualquier país que quieran hacer ensayos en este campo.

## DRAGADO EN EL LAGO MARACAIBO

El Gobierno venezolano ha arrendado por tres años la draga "Zulia" para abrir una vía de navegación de 22 millas en el lago Maracaibo que permita la navegación en carga de petroleros de unas 80.000 toneladas de peso muerto.

Dicha draga, que es la mayor del mundo en su categoría, fue construida en los astilleros Kure Shipyard División del Japón, y fue terminada el pasado año para sus actuales propietarios Seadredge Company, Inc., compañía afiliada de la National Bulk Carriers.

La eslora es de 167 m., y el brazo de descarga es de 133 m. (con un tubo de 1,45 m. de diámetro). De modo que cuando está en posición de navegación en alta mar se extiende por fuera de la eslora antes indicada unos 35 metros.

Tiene cuatro "cabezas de dragado", dos de ellas en el centro del artefacto y las otras dos en cada uno de los costados. Juntas pueden aspirar más de 4.100 metros cúbicos/hora de agua y arena.

Con el fin de evitar las dificultades de carenado inherentes al trabajo y lugar en que se ha de realizar éste, se ha dispuesto la protección con ánodos de magnesio (por Asarco). Los ánodos están protegidos por sendas envolturas de dieléctrico y repartidos en los costados, de forma que se tenga una distribución uniforme de la corriente en el área protegida.

## MOTOR DE INDUCCION DE CINCO VELOCIDADES

Una entidad británica ha diseñado el primer motor de inducción con cinco velocidades y sin caja de cambios. Esta característica se basa en la disposición del bobinado. Habiendo sido desarrollado en la Universidad de Manchester, se espera de él un amplio campo de aplicación.

## SOLDADURA DE ESPARRAGOS DE ALUMINIO

Se ha creado una técnica para la soldadura de espárragos en aleaciones de aluminio, que reduce la porosidad y la contaminación atmosférica. El gas inerte se hace pasar y se retiene en la zona de soldadura por medio de una cubierta de latón que rodea el espárrago y la férula en el punto de la soldadura. En la base se encuentra una válvula contra el desperdicio de gas que da salida al argón solamente cuando la herramienta manual está en posición de actuar. El uso de este dispositivo ha sido ensayado con excelentes resultados con espárragos de distintos tamaños, hasta 11 mm. de diámetro.

## ENTREGA DEL "BERGEBONDE"

En los astilleros Rosenberg M. V., de Stavanger, (Noruega), se acaba de entregar el buque tanque "Bergebonde", a sus armadores Sig. Bergesen, del mismo país.

Las características principales de este petrolero son las siguientes:

Eslora total .....	224 m.
Eslora entre perpendiculares .....	216 m.
Manga .....	31,7 m.
Puntal .....	15,7 m.

El espacio de carga está dividido en 36 tanques; cuatro de los cuales están dedicados a agua de lastre, constituyendo el resto los verdaderos tanques de carga.

La propulsión se realiza por un motor Burmeister & Wain del nuevo tipo 84-VT2BF-180, de 10 cilindros, capaz de desarrollar una potencia de 21.000 caballos y dar al buque la velocidad de 17,5 nudos.

El "Bergebonde" ha sido arrendado a Petrofina, durante siete años, para transportar crudos desde el Golfo Pérsico a Amberes.

## COLOQUIO SOBRE BUQUES PARA INVESTIGACIONES PESQUERAS EN TOKIO

Del 18 al 30 de septiembre y organizado por FAO se celebrará en Tokio un "forum" sobre este tipo de buques.

El Jefe de la Sección correspondiente de la FAO, Mr. Jan-Olof Traung, subraya con este motivo la importancia que tienen estos buques, indicando que la creciente población mundial hace necesario aumentar los alimentos que se saquen del mar, que está insuficientemente explotada, particularmente en el hemisferio meridional.

Ciertamente este tipo de buques son muy caros, como corresponde al hecho de que no solamente se trate de buques que por su tamaño habrían de serlo en cualquier caso, sino por las instalaciones especiales que han de llevar a bordo. Sin embargo, y por las razones antes indicadas, cada vez despiertan mayor interés, y solamente en los Estados Unidos se está planeando a la construcción de 70 buques de este tipo, que con un coste total de 210 millones de dólares habrán de ser construidos en los próximos diez años.

Por lo demás, la investigación suele ser fructífera y también en este caso ha demostrado ya serlo, ya que el buque alemán "Anton Dohrn" ha encontrado varias playas; una de las cuales, situada cerca de Groenlandia, ha sido denominada con el nombre de Dohrn Bank.

Un buque noruego investigó asimismo los bancos de arenques antes de que llegaran a los fiords de aquel país; investigación ésta que permitió extender la estación de pesca y cobrar más pescado por embarcación.

## CRECIMIENTO DE LA FLOTA MERCANTE MUNDIAL EN 1961-62

El informe 177 del Servicio Westinform, se refiere a este tema, juzgando el crecimiento que ha experimentado la flota mundial desde 1955 y analizando las circunstancias que hacen prever el crecimiento en este año y en el próximo.

El crecimiento ha ido en aumento desde algo menos de cuatro millones de T. R. B. en 1955 hasta alcanzar un máximo de algo más de 6,5 millones en 1958 y descendiendo francamente desde entonces hasta 1960; a pesar de que la producción en nuevas construcciones apenas ha experimentado disminución desde el máximo de 8,47 millones alcanzado en 1958.

Se prevé, sin embargo, que la cifra correspondiente al año 1960 (unos 4,1 millones) sea la mínima y que se alcanzará la cifra de 5,4 millones a fines de 1962, a causa de una disminución del tonelaje retirado.

Se supone que en dicho año el aumento de tramps será de 1,8 millones y el de petroleros en 2,9 millones; pudiéndose citar como término de comparación que desde 1955 la flota mundial ha aumentado en 28,8 millones de T. R. B., de los que 15 millones corresponden a petroleros.

## LA COMPETENCIA DEL TRAFICO AEREO

El tráfico aéreo ha experimentado un notable incremento durante el último año, tanto en lo que se refiere a pasaje como a transporte de mercancías y correspondencia. Pero, particularmente y aparte de ciertas líneas, el mayor incremento se ha producido en el transporte de mercancías, pudiéndose citar, por ejemplo, que en el primer semestre del año 1960 se produjo un aumento de cerca del 26 por 100 en el pasaje transportado por aire a través del Atlántico (7 por 100 de aumento por mar), sobre el correspondiente al mismo período del año 1959, mientras que el aumento por fletes de mercancías durante el primer trimestre fue del 52 por 100, por aire en la misma línea.

En lo que se refiere a España el aumento total de mercancías no ha sido durante el año más que del 16 por 100. Pero en España como en los demás países las perspectivas son de que este tráfico aumentará en el futuro como consecuencia de la existencia de aviones que quedan anticuados para el tráfico del pasaje sin haber hecho el número de horas de vuelo suficientes para que deban retirarse del servicio. Tanto es así que se estima que el volumen de flete aéreo habrá aumentado en 1975 hasta llegar a ser 40 veces superior al actual, que es del orden de 2.000 millones de toneladas-milla.

Esto no supone, por supuesto, ninguna competencia seria para el tráfico por mar en mercancías pesadas, cuyo transporte puede realizarse con lentitud; pero sí para otras mercancías ligeras y de poco volumen que

convenga lleguen a su punto de destino con una cierta rapidez, como son, por ejemplo, la fruta y el pescado.

Por lo demás también el transporte por mar tiene una clara tendencia a aumentar. Y aunque la comparación de las cifras del 59 y del 60 está acondicionada por la recesión experimentada en el primero de dichos años, puede citarse que hay puertos como Rotterdam, Génova y Trieste que han experimentado aumentos del orden del 20 por 100 en el tráfico de mercancías.

Respecto al tráfico de pasaje la competencia será probablemente mucho más seria, siendo interesante citar a este respecto la cifra de 452.164 pasajeros transportados en tráfico internacional por el aeropuerto de Palma de Mallorca, durante el pasado año 1960, lo que supone un aumento del 60 por 100, sobre el número correspondiente a 1959, según palabras del propio Ministro del Aire.

### BUQUE DE PASAJE "ANCERVILLE"

El Astillero francés "Chantiers de l'Atlantique" (Penhët-Loire) ha comenzado la construcción de este buque para la "Cie. de Navigation Paquet", que lo destinará a cubrir la línea Marsella-Marruecos-Canarias-Dakar.

Sus principales características son:

Eslora total .....	167,50 m.
Manga fuera de miembros .....	21,80 m.
Puntal a la cubierta "A" .....	14,25 m.
Calado al francobordo de verano .....	6,40 m.
Desplazamiento correspondiente .....	15.000 tons.
Peso muerto .....	3.000 tons.
Potencia propulsora a 200 r. p. m. ....	24.000 CV.
Velocidad en servicio .....	22,5 nudos.
Pasajeros primera clase .....	191
Idem clase turista .....	354
Idem de cuarta clase .....	234
Dotación .....	173

El equipo propulsor estará formado por dos motores Burmeister & Wain, del tipo 1262-VTBF-90.

Todos los alojamientos del pasaje y dotación serán totalmente acondicionados.

El buque irá dotado de estabilizadores contrabalance.

El pasaje de primera estará alojado en 103 camarotes, con su carto de aseo; 34 de una cama, 50 de dos y 19 de tres. De ellos, diez serán de lujo.

El pasaje turista dispondrá de 161 camarotes: 138 de dos literas, 14 de tres y 9 de cuatro. Finalmente, para el de cuarta clase, llevará 35 camaretas: 6 de cuatro literas, 16 de seis, 8 de ocho, y 5 de diez.

Para el transporte de carga dispondrá de 5.100 m<sup>3</sup> de bodegas y entrepuentes, de los cuales 540 m<sup>3</sup> serán frigoríficos. Podrá transportar también 105 automóviles.

La primera clase dispondrá a bordo sobre la cubierta de botes, de una zona de paseo descubierta, de una toldilla a popa rodeando la piscina, y veranda bar.

En la cubierta de paseo: de un paseo cubierto, tres salones y bar-fumador.

La clase turista tendrá asimismo su paseo cubierto, bar y piscina.

Los siguientes locales serán comunes a las dos clases citadas: salón infantil, cine-teatro de 168 plazas, peluquería, comedor de 515 m<sup>2</sup>/400 cubiertos, que un mamparo móvil y eclipsable lo dividirá en dos salas de superficies variables ajustables al pasaje que se lleve en cada viaje.

En fin, el pasaje de cuarta clase dispondrá a proa de una zona de paseo descubierta, piscina con veranda, una cafetería y un paseo cubierto.

### PETROLERO - COSTERO "CYPREA", DE 1.945 t. p. m.

Para la "Cie. Angkor" (Grupo Shell) y con destino al servicio en Extremo Oriente, han empezado la construcción de este buque los "Anciens Chantiers Dubigeon".

Sus principales características son:

Eslora total .....	71,00 m.
Eslora entre perpendiculares .....	66,00 m.
Manga máxima .....	13,40 m.
Puntal .....	4,42 m.
Capacidad tanques carga inc. expansión.	2.313 m <sup>3</sup>
Potencia propulsora .....	2×1.260 CV.
Velocidad con 2×1.240 CV. ....	12 nudos.

El equipo propulsor estará formado por dos motores Ruston-Paxman, del tipo 12 YLCM, cuatro tiempos, sobrealimentados, que desarrolla cada uno 1.500 CV. a 750 r. p. m., ó 1.260 CV. a 600 r. p. m. Cada uno de ellos acoplado a su hélice correspondiente a 240 r. p. m., a través de un reductor inversor "Messian".

### ENTREGA DEL CARGUERO SHELTER "VALDIVIA" DE 3.500 T. P. M.

Para la "Empresa Marítima del Estado" chilena ha sido entregado este buque por "Forges et Chantiers de la Mediterranee" (Havre), que es gemelo del "Concepción", del cual informamos en nuestro número de febrero último.

# INFORMACION NACIONAL

## PRUEBAS OFICIALES Y ENTREGA DEL "SALINERO"

El día 5 de abril se realizaron en la bahía de Palma de Mallorca las pruebas oficiales del buque frutero y de carga general denominado "Salinero", construido por "Astilleros de Palma, S. A.", para la Naviera Catalana "Costeros de Levante, S. A."



Fot. 1.—Buque "Salinero" en pruebas de velocidad

En las pruebas se alcanzó una velocidad media de 14,75 nudos, comprobándose las condiciones de navegabilidad y maniobra, así como el buen funcionamiento de todas las instalaciones y servicios.

Seguidamente tuvo lugar la bendición y entrega del buque, acto que se realizó una vez atracado en los muelles de la factoría constructora, y al que asistieron las primeras autoridades de la isla y conocidos armadores.

El acto fue presidido por el Iltmo. Sr. Comandante Militar de Marina en representación del Director General de Navegación, siendo atendidos todos los asistentes por los miembros del Consejo de Administración de las empresas armadora y constructora y su ingeniero director, señores Luis Gil de Biedma, Broto, Cantarell, José María Juncadella y señores de la Rosa.

Terminados todos los actos, el buque se hizo a la mar dispuesto para prestar servicio.

Las características principales del buque son:

Eslora total .....	66,50 m.
Manga .....	11,— m.
Puntal cubierta superior .....	6,20 m.
Puntal cubierta inferior ..	3,95 m.
Calado máximo .....	5,40 m.
Peso muerto .....	1.600 tons.
Desplazamiento .....	2.335 tons.

Potencia .....	1.680 HP.
Arqueo bruto .....	992,46 Tons.
Dotación .....	19 hombres.

Es del tipo Shelter Deck reforzado y puede, por tanto, navegar como Shelter abierto o cerrado, para lo cual está provisto de la escotilla de arqueo correspondiente, situada a popa de las escotillas de carga.

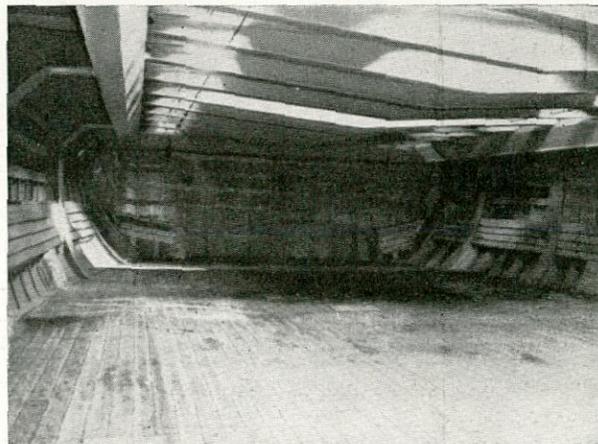
Dispone de cuatro bodegas independientes con unas amplias escotillas que permiten la más perfecta estiba de la carga, sin arrastre. Están servidas por seis plumas, cuatro de 15 metros y dos de 9,5, y de tres toneladas de potencia accionadas por seis maquinillas eléctricas de "Asea-UNL" y 16 HP. y una pluma central de 14 metros y 12 toneladas.

Cuatro ventiladores eléctricos, tipo Torpedo, renuevan el aire de las bodegas y las acondicionan para el transporte de fruta y carga especial.

El cierre de las escotillas de la cubierta alta es metálico del tipo "Cargocover", fabricado por "Consulmar" y está formado por paneles, unidos por una articulación rígida de biela, con rodillos, que permiten una rápida y fácil maniobra de apertura y cierre de la escotilla mecánicamente por medio de las maquinillas de carga.

En las otras escotillas las galeotas son del tipo deslizante, accionadas asimismo mecánicamente.

El equipo propulsor está formado por un motor Diesel tipo 35-VBF-62 fabricado por "La Maquinista Te-



Fot. 2.—Detalle de la bodega

rrestre y Marítima, S. A.", de 1.680 HP. a 300 r. p. m., con bombas auxiliares independientes y refrigerado por agua dulce.

Todas las bombas instaladas son de la casa "Worthington", tipo vertical, y accionadas eléctricamente.

Tres bombas de seis HP. y 50 tons./hora, para circulación de agua dulce de refrigeración del motor, para circulación del agua salada y refrigeración del agua dulce y la tercera bomba idéntica de reserva de cualquiera de las anteriores.

El servicio de circulación del aceite de lubricación del motor a través de todo el circuito de enfriadores y filtros, lo realizan dos bombas de 20 HP. y 60 tons./hora (una principal y otra auxiliar).

El achique e inundación de los tanques de lastre del doble fondo y el achique de sentinas se efectúa mediante dos electrobombas de 15 HP. y 35 tons./hora.

Dispone asimismo de electro-bombas para trasiego de combustible, de agua dulce, etc., y va equipado con dos centrifugadoras LAVAL para combustible y aceite.

Los dos grupos generadores principales son de 65 kilovatios cada uno, accionados por un motor MAN de 320 HP. y el auxiliar de puerto de 30 HP. y 12 kW. Los tres grupos pueden ser acoplados en paralelo y toda la corriente eléctrica es continua a 220 voltios.

Los alojamientos de la tripulación están ampliamente distribuidos entre las cubiertas de franco bordo, shelter y toldilla, y cuidadosamente decorados. Todos los camarotes están provistos de calefacción eléctrica y ventilación mecánica.

### **BOTADURA DEL BUQUE MIXTO "VILLA DE BILBAO"**

El día 6 de mayo se efectuó, en los astilleros de la Unión Naval de Levante, S. A., la botadura del buque de carga y pasaje "Villa de Bilbao".

Las principales características de este buque, encargado por la Compañía Trasmediterránea, son:

Eslora total .....	132,60 m.
Manga .....	17,80 m.
Puntal .....	11,20 m.
Peso muerto .....	7.000 tons.
Velocidad .....	17 nudos.

Su motor propulsor es un B & W/MTM de 7.500 BHP. a 115 r. p. m.

### **LA JUNTA DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE CONSTRUCCION NAVAL**

Los barcos entregados en 1960 suman 53.346 toneladas de arqueo.

Actualmente hay en construcción tres buques para el extranjero: el "Princesa Isabel", de pasaje, especialmente proyectado para Brasil; el "Safine-el-Arab", proyectado según instrucciones de la firma armadora del Pakistán, para el transporte de peregrinos a la Meca, y el "Ciudad de Buenos Aires", proyectado para el transporte de pasajeros de Buenos Aires a Montevideo, con destino a la Flota Argentina de Navegación Fluvial.

Los equipos propulsores de estos buques se construyen también en la Sociedad Española de Construcción Naval.

Están también en construcción tres petroleros de 9.310 toneladas de peso muerto para la Campsa y un petrolero de 19.600 toneladas para Artola, S. A.

Pendientes de la concesión de Crédito Naval a los correspondientes armadores, hay compromiso de construcción de diez buques de carga en Sestao y dos buques de carga y dos buques butaneros en los astilleros de Matagorda.

Durante el año se han terminado 49 motores, con una potencia total de 51.885 BHP.

En la sección de reparaciones navales, el ejercicio tuvo alternativas, habiéndose llegado actualmente a la normalidad. Se ha competido en precios, calidad y plazos con los astilleros europeos, habiéndose obtenido la reparación del "Río Bermejo", de bandera argentina, obra que fue adjudicada a la Naval en concurso internacional y en competencia con diez astilleros extranjeros.

De material ferroviario se han entregado dos locomotoras eléctricas, cinco automotores y cinco remolques, para el ferrocarril Bilbao-Portugalete; un automotor y un remolque, para el ferrocarril de Cercedilla; cinco automotores y cinco remolques para los Ferrocarriles Catalanes, y nueve coches metálicos para la Renfe. De no acelerarse los pedidos, esta sección se enfrenta con una seria disminución de trabajo.

Las Factorías de Reinos y San Carlos han trabajado simultaneando los pedidos de orden civil con los encargos del Ejército y la Marina, que son tradicionales, aunque en estos dos últimos órdenes se advierte una sensible falta de pedidos.

Los beneficios repartibles han sido de 89,5 millones de pesetas, de los que se destinan 63,4 millones para el pago de un dividendo del 10 por 100 a las acciones y el resto para reservas, deducciones legales y remanente.

#### *Informe del consejero-director general.*

El consejero-director general, don Augusto Miranda, pronunció un amplio e interesante informe, extendiéndose sobre los datos consignados en la Memoria.

Comenzó diciendo que durante el ejercicio de 1960 la Sociedad ha venido acusando los efectos positivos y negativos de la nueva coyuntura iniciada en el segundo semestre de 1959. Ni unos ni otros se hallan todavía completamente precisados, pero se tienen tres circunstancias altamente esperanzadoras:

Primera. Los navieros españoles desean construir si tienen Crédito Naval. Recientemente se ha confirmado claramente este propósito, y sólo con la ratificación de las solicitudes presentadas, aun sin contar con las posibles nuevas demandas, se cubren ampliamente las disponibilidades.

Segunda. También existe la demanda de países extranjeros. Esta demanda se interesa cada vez más por los barcos construidos en España, por sus excelentes

resultados en servicio y la buena calidad de la mano de obra.

Tercera. Los precios españoles están a nivel de la competencia internacional y podemos seguir firmando contratos tan pronto como se acaben de precisar los términos en que se van a conceder los créditos a la exportación, que nos permitan ofrecer condiciones de pago similares a las que puedan presentar los competidores de otros países.

A continuación dijo que en 1960 se han recibido 30.551 toneladas de acero, cifra máxima en la historia de la Sociedad, aunque en el año actual se utilizará una cantidad inferior, debido a la reducción de los pedidos. Las nuevas instalaciones siderúrgicas hacen que pueda darse por terminada la escasez de acero naval que ha pesado sobre la industria durante tantos años. Tampoco hay dificultades para el acopio de otras materias primas.

Pero sin el Crédito Naval son pocos los navieros que se deciden a construir barcos en España. Con Crédito Naval ya se ha dicho que las solicitudes son superiores a las disponibilidades. Por tanto, son las disponibilidades las que regulan la demanda nacional de barcos.

Después de hacer una breve historia del desarrollo del Crédito Naval, el señor Miranda dice que la Orden ministerial de 9 de diciembre de 1960 está orientada en el sentido de dotar el quinquenio 1963-67 y de poner al día los atrasos pendientes, pero no permite una reactivación de los astilleros en los años 1961 y 1962. Esto puede producir una interrupción brusca de trabajo, que puede ser grave. Sin embargo, se espera que la aplicación de los preceptos de la Orden ministerial antes aludida se haga en forma tal que se evite la falta de continuidad en la formalización de nuevos contratos y, sobre todo, que permita la gradual reanudación de los contratos ya empezados y en los que no se pudo seguir trabajando al hacerse notar la falta de consignación suficiente.

Manifiesta el señor Miranda que la demanda de nuevos barcos está muy clara de lado de los navieros, y que como, por otra parte, los constructores están escasos de pedidos, es de suponer que se encuentre una solución.

A continuación pasó a tratar de la exportación de buques, y dice que la considerable diferencia que existe entre la capacidad de los astilleros y las posibilidades del Crédito Naval obliga a todos los constructores, juntos o separadamente, según los casos, a buscar a todo trance el mercado exterior. La Sociedad Española de Construcción Naval no se ha quedado atrás en este aspecto, habiéndose logrado varios contratos y teniendo otros en gestión.

Ya se dijo el año pasado que, en principio, el Gobierno español había concedido a los astilleros españoles créditos a la exportación equivalentes, en términos generales, a los que rigen en algunos países, aunque menos favorables que los que existen en otros. Confiamos

—añade—en que dentro de muy pocos días se habrá llegado a una solución que nos permita seguir contratando buques para la exportación.

## CONCURSO NACIONAL DE SOLDADURA EN LA FELGUERA

El próximo día 29 de junio, se celebrará en La Felguera, autorizado por el Patronato Provincial de Concursos Laborales de Asturias y bajo el patrocinio del Instituto de la Soldadura, el Concurso Nacional de Soldadura, en sus dos procedimientos de oxiacetilénica y eléctrica por arco. Las empresas y productores interesados pueden dirigirse para su inscripción a la Comisión Organizadora de los Concursos de Soldadura, cuya dirección es calle Celestino Cabeza, 19, 1.º, apartado 96. La Felguera (Asturias). Las bases por las que se ha de regir este Concurso están a disposición de los interesados en el Instituto de la Soldadura, calle Serrano 144-A, teléfono 2597205, Madrid-6, donde además podrán obtener amplia información sobre inscripción, premios, pruebas a realizar y demás detalles. El plazo de inscripción quedará cerrado el día 25 de junio.

## ASOCIACION DE INGENIEROS NAVALES

### Vacante de Experto en Planificación de Astilleros.

Los servicios de Asistencia Técnica de las Naciones Unidas, a petición del Gobierno de Chile, anuncia la siguiente vacante:

*Título:* Experto en planificación de Astilleros.

*Duración:* Seis meses.

*Fecha:* 1 de abril de 1962.

*Residencia:* Santiago (con viajes a ciudades costeras).

*Deberes:*

1.º Llevar a cabo bajo los auspicios de la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) un estudio preliminar acerca de las posibilidades de un astillero para la construcción de buques de acero en Chile.

2.º Valorar el nivel de producción factible en relación con la producción presente y futura de acero.

3.º Estimar el mercado eventual, producción mínima necesaria que justifique la instalación propuesta e indicar los barcos que podrían ser construídos.

4.º Sugerir la posible situación de la industria y especificar las facilidades y equipo necesario.

5.º Indicar el capital preciso y estimar los posibles costes de producción.

*Requisitos:* Se requiere amplia experiencia en Astilleros y conocimientos adecuados para cumplir el cometido reseñado.

*Idiomas:* Preferiblemente español o bien inglés o francés.

Los interesados en dicha vacante pueden dirigirse a la Asociación de Ingenieros Navales para más detalles sobre el asunto.

**NORMAS UNE**

La Revista del Instituto Nacional de Racionalización del Trabajo publica, en su número de marzo-abril de 1961, entre otras, las siguientes normas aprobadas con carácter definitivo:

1.177. Relación entre los tamices de la serie UNE 7050 y los de varias series extranjeras.

30.160. Reactivos para análisis. Hidróxido potásico, KOH M. 56,10.

30.163. Reactivos para análisis. Nitrato potásico  $\text{NO}_3\text{K}$ , M. 101,10.

30.166. Reactivos para análisis. Permanganato potásico,  $\text{MNO}_4\text{K}$ , M. 158,03.

30.167. Reactivos para análisis. Fosfato potásico,  $\text{PO}_4\text{H}_2\text{K}$ , M. 136,09.

30.168. Reactivos para análisis. Tartrato sódico potásico,  $\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6 \text{NaK} 4 \text{H}_2\text{O}$ . M. 282,23.

30.169. Reactivos para análisis. Sulfato potásico,  $\text{SO}_4\text{K}_2$ , M. 174,26.

30.170. Reactivos para análisis. Sulfato de plata,  $\text{SO}_4\text{Ag}_2$ , M. 311,83.

38.185. Aleaciones madre de aluminio. Aleación Al-Si-25.

38.186. Aleaciones madre de aluminio. Aleación Al-Fe-10.

38.187. Aleaciones madre de aluminio. Aleación Al-Cr-4.

38.188. Aleaciones madre de aluminio. Aleación Al-Co-10.

38.189. Aleaciones madre de aluminio. Aleación Al-Ti-4.

53.093. Materiales plásticos. Viscosidad específica de los polímeros de cloruro de vinilo.

En el mismo número se publican asimismo las siguientes propuestas de normas:

Propuesta UNE núm. 18.100.—Método para la determinación de la capacidad de carga estática, de los rodamientos axiales de rodillos.

Propuesta UNE núm. 18.106.—Rodamientos, definiciones de las medidas e instrucciones de verificación.

Propuesta UNE núm. 24.099.—Instalaciones de calefacción, refrigeración y acondicionamiento de aire. Tubерías y accesorios, radiadores, convectores y aerocalentadores.

Propuesta UNE núm. 30.175.—Reactivos para análisis. Bisulfato sódico  $\text{SO}_4\text{HNa}$ . M. 120,07.

Propuesta UNE núm. 30.177.—Reactivos para análisis. Cobaltinitrito sódico,  $\text{Co}(\text{NO}_2)_6 \text{Na}_3$  M. 404.

Propuesta UNE núm. 48.171.—Punto de anilina y anilina mezclada.

Propuesta UNE núm. 51.028.—Determinación del agua y sedimento, por centrifugación en los productos petrolíferos.