

INGENIERIA NAVAL

REVISTA TÉCNICA DE LA ASOCIACIÓN DE INGENIEROS NAVALES

Director: ÁUREO FERNÁNDEZ ÁVILA, Ingeniero Naval

REDACCIÓN Y ADMINISTRACIÓN: MAYOR, 4-6
APARTADO DE CORREOS 56

AÑO V NÚM. 41
CARTAGENA 1.º ENERO 1933

TALLERES TIPOGRÁFICOS LA TIERRA
PRÍNCIPE DE VERGARA, NÚM. 2

Precios de suscripción (año): España y América 30 ptas. Demás países 40 ptas. - Número suelto 3 ptas. en España y América y 4 ptas. en los demás países - Notas: No se devuelven los originales - Los autores son directamente responsables de sus trabajos-Se permite la reproducción en Revistas, del texto y grabados indicando la procedencia

Sumario

	Páginas		Páginas
Diversos aspectos de la protección de un buque de guerra. Conferencia dada en la Escuela de Guerra Naval, por <i>Félix Aniel Quiroga</i> . . .	2	El sistema Gotaverken	38
Los Ingenieros Navales Alemanes y la Escuela Técnica Superior de Berlín. Comunicación leída el día 21 de Mayo en el Congreso de Ingeniería Naval, por <i>Luis Santomá</i>	18	MOTORES	
Un nuevo tipo de aeroplano, por <i>Magg. Carlo de Rysky</i>	24	Un nuevo motor Diesel japonés	38
Los primeros trabajos publicados por el laboratorio hidrodinámico para experiencias de arquitectura naval de Roma, por <i>Rafael de León</i> . . .	29	CALDERAS	
NOTAS BIBLIOGRÁFICAS		Retardadores tipo Clark Chapman, para tubos de calderas	40
BUQUES MERCANTES		ELECTRICIDAD	
El buque tanque «Henry-Desprez»	34	Máquina cortadora por arco eléctrico	41
CONSTRUCCIÓN NAVAL		Soldadura	42
Herramientas y aceros en los astilleros	35	METALURGIA	
El estabilizador «Motora»	36	Forjas huecas para altas presiones	43
MÁQUINAS DE VAPOR		Las aplicaciones del metal Monel	46
El vapor recalentado proporciona grandes economías	37	MISCELANEA	
		El nuevo tanque del Laboratorio de William Froude	47
		Transformación de tres vapores en buques a motor .	48
		Ejes de cigüeñales de acero.	49
		Un nuevo comprobador pequeño de aislamiento. .	49
		LIBROS RECIBIDOS	50

Diversos aspectos de la protección de un buque de guerra

Conferencia dada en la Escuela de Guerra Naval

por Félix Aniel Quiroga, Ingeniero Naval

1.º—*Objeto.*—Un buque de guerra debe estar protegido contra dos clases de riesgos: los de tiempo de paz y los de guerra. Entre los primeros se incluyen la colisión, varada, fuego, etc., y entre los segundos todos los anteriores más los cuatro siguientes:

Fuego de cañón.

Bombas de aeroplanos.

Gases producidos por granadas fumígeras provenientes de cualquiera de los dos anteriores elementos de combate.

Explosiones submarinas producidas por torpedos, minas o cargas de profundidad.

Únicamente los números 1 y 2 de esta relación se tratan en el presente trabajo.

2.º—*Un poco de historia.*—Analicemos someramente la evolución de la coraza desde los tiempos del «Warrior» y del «Gloire». Las 4 1/2" de cintura que llevaban estos barcos en 1860 se habían convertido en el «Amiral Duperré» y el «Inflexible» (1876) en 22" y 24" respectivamente, el último de los cuales llevaba dos capas de 12" cada una. Tan enormes espesores se debían al extraordinario aumento de poder ofensivo de los cañones, que habían llegado a la formidable cifra de 80 y aun 100 toneladas de peso y 16" de calibre.

La dificultad de fabricar espesores tan fuertes con la necesaria homogeneidad condujo a la introducción de la coraza en «sandwich», siendo el material hierro pudelado.

Por esta época, los cañones existentes perforaban cualquier coraza aun de espesor tan elevado, por lo que hubiera sido necesario recurrir a desplazamientos realmente extraordinarios para obtener verdadera protección, si no hubiera sido por la aparición del acero. En las famosas pruebas de Spezia se disparó un cañón de 17" y 100 toneladas contra corazas de acero y hierro de 22" apoyadas en tableros de haya de 12". Los resultados fueron decisivos, pues

las corazas de acero aunque se rompieron, detuvieron todos los proyectiles, mientras que las de hierro fueron completamente perforadas. Asimismo el sistema sandwich se descartó por resultar menos efectivo que la plancha sólida.

Sin embargo, el acero tenía aun el inconveniente de una excesiva fragilidad, por lo que se llegó en Inglaterra a la invención de la coraza «compound» consistente en una plancha de acero duro que se forjaba hasta soldar con una plancha de hierro dulce de espesor doble. De esta manera se obtenía una coraza con una cara frontal de gran dureza que rompía el proyectil, mientras que la parte posterior de hierro, por su mayor ductilidad, permitía aguantar el choque sin rajarse y aún contenía las grietas que se iniciaban en la chapa de acero.

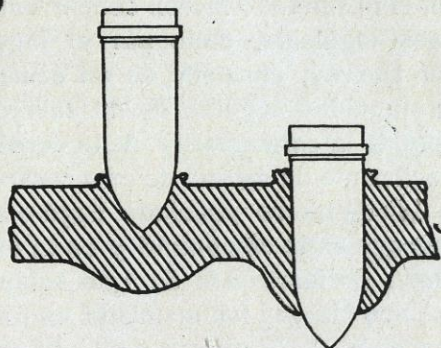
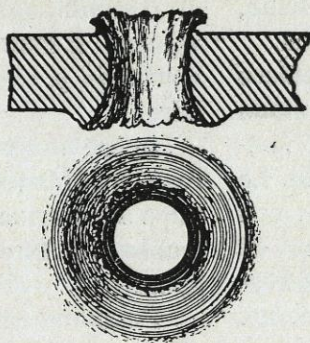
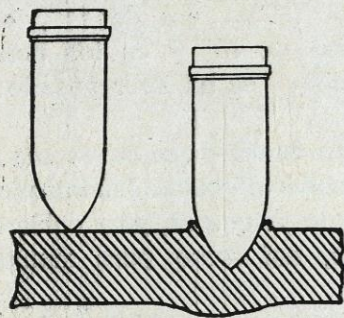
Se ensayaron contra esta coraza proyectiles de hierro fundido y templado que se rompían en pedazos sin alcanzar resultado alguno, hasta que la casualidad condujo a un descubrimiento de grandes consecuencias: una de las planchas sometidas a prueba fué colocada por error con el lado blando expuesto al impacto, y los mismos proyectiles que antes eran inefectivos la atravesaron con gran facilidad. Se probó entonces otra placa compound con el lado duro expuesto al impacto, pero recubierto de una delgada plancha de hierro dulce, y el proyectil la perforó con la misma facilidad. Esto condujo a la adopción de la caperuza o punta de combate, que debe ser de material más blando que la coraza que se quiere batir.

A partir de este momento la manifiesta inferioridad de la coraza estimuló a los diversos fabricantes, especialmente Schneider de Creusot que introdujo la coraza sólida de acero con su cara exterior templada, la cual se manifestó muy superior a la compound en las segundas pruebas de Spezia en 1880.

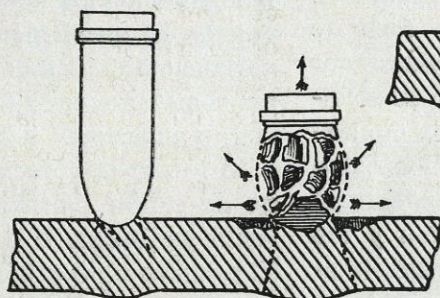
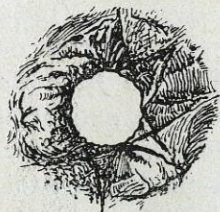
Ambos tipos siguieron sin embargo en uso

en las Marinas francesa e inglesa hasta cerca de 1890 en que la compound se manifiesta ya francamente inferior, especialmente desde la introducción en 1886 de proyectiles de acero al cromo.

Hierro pudelado.
(Acorazado "Rhode Island")

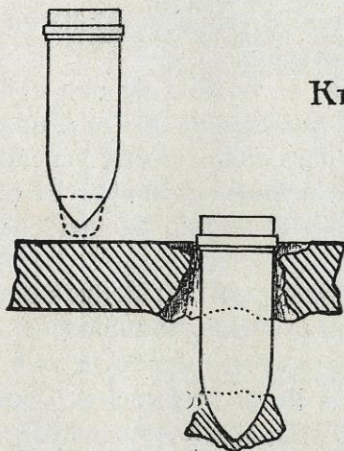


**Acero semidulce y
Acero al níquel no cementado.**



Acero Krupp cementado
Proyectiles sin cofia.

Krupp cementado
Proyectil con cofia.



Sus principales defectos eran: la debilidad de la soldadura, y la menor dureza de la capa de acero con respecto a la coraza sólida templada.

Y así llegamos al origen de la coraza moderna, que combina los principios de gran dureza exterior, tenacidad en su interior y homogeneidad en la masa. De nuevo el adelanto se

**Acero semidulce y
Acero al níquel no cementado.**

Fig. 1

En el hierro pudelado la forma de las perforaciones demuestra poca dureza pero gran tenacidad.

El acero, que tiene más dureza y menos tenacidad, presenta grietas radiales en la parte posterior de la plancha. El borde de salida en lugar de ser anular presenta varios dientes de forma piramidal, algunos de los cuales, rotos.

En las planchas Krupp cementadas, el proyectil es detenido casi instantáneamente redondeándose su cabeza, que termina por romperse, dejando su extremidad soldada a la plancha en forma de seta. Si la energía del impacto es suficientemente grande, la cabeza disgregará un cilindro de la plancha como un tapón, venciendo la resistencia a cizalla del material, sin que el proyectil llegue a perforar realmente la plancha. Si el calibre es considerablemente mayor que el espesor, un gran trozo de la plancha se separará, dejando una extensa superficie libre en forma cóncava en la parte posterior.

Por medio de la cofia se evita la ruptura del proyectil. La dura capa exterior está debilitada por la formación del «cono de material» y la punta la peneira. Debido a la escasa tenacidad del material, el proyectil expulsa un tapón.

JOURNAL OF THE U. S. ARTILLERY, 1905

debió a Schneider que introdujo la coraza al $3 \frac{1}{4} \%$ de níquel, lo que aumentaba la resistencia a la tracción, así como el límite elástico del

material sin ningún detrimento en la contracción de la sección transversal ni en el alargamiento, resultando así un aumento de ductilidad sin pérdida de dureza, disminuyendo la tendencia a agrietarse y aumentando la resistencia y tenacidad del conjunto. Las pruebas efectuadas en 1890 en el terreno de pruebas de la Escuela Naval Americana en Annápolis (véase «The Year's Naval Progress», 1891) y en Ochta, Rusia, en el mismo año fueron concluyentes.

El paso siguiente, dado por el Ingeniero americano Harvey, consistió en un cementado a gran profundidad seguido de un severo temple al agua de la cara exterior de la coraza. La cifra o coeficiente de mérito de esta coraza con respecto a la de hierro pudelado llegó a ser de 2 mientras que en la compound y en la de acero templado ordinario era de 1,25 solamente. La coraza tipo Harvey fué instalada en los barcos americanos de la guerra de Cuba («Oregon», «Indiana») y en el «Colón». Su inconveniente principal consiste en que la parte posterior no posee la suficiente resistencia para oponerse al efecto penetrante de los proyectiles de acero templado y al cromo, por lo que si la cara exterior era perforada, el resto era fácil de atravesar. Tal inconveniente fué obviado por Krupp a fines del siglo pasado por un procedimiento de fabricación que sustituye a la textura cristalina del acero ordinario, la fibrosidad del hierro, con lo que la energía del impacto se distribuye entre áreas mucho mayores y las probabilidades de grietas y de perforación disminuyen.

Ello se logra en primer término por la adición de cromo y níquel, el primero de los cuales además permitir una mayor profundidad de cementado, aumenta la fibrosidad del material, y en segundo lugar, por un tratamiento térmico diferencial, que consiste en calentar la parte cementada muy por encima de su temperatura de temple y templarla bruscamente con agua, mientras que el resto de la plancha es sometido a un revenido prolongado, operación que debe efectuarse con gran cuidado y repetirse varias veces, por lo que su manufactura es necesariamente lenta. El resultado es una gran dureza en la superficie que va disminuyendo gradualmente, sin ninguna discontinuidad en la masa. Ofrece gran resistencia a la penetración y punzonado y no se agrieta. Su coeficiente de mérito varía de 2,25 a 2,70 según el espesor de la plancha, siendo máximo para espesores medios

(unas 6 pulgadas). Estos adelantos en la coraza permitieron al Almirantazgo inglés rebajar el espesor de la cintura en el «Majestic» a 9" (1896) en vez de las 18" del «Royal Sovereign» (1891) y a 6" en el «Canopus» (1898).

El constante aumento de poder ofensivo de los cañones condujo a aumentar estos espesores a partir de 1900, al extremo de que en el «Dreadnought» (1906) era de 11", en el «Queen Elizabeth» de 13" y en los actuales «Nelson» y «Rodney» se ha sobrepasado esta cifra.

Acero al cromo-vanadio que posee una gran resistencia bajo impacto oblicuo fué introducido unos años antes de la guerra, para cubiertas y techos de torres, así como para mamparos splinters.

Finalmente mencionaremos el llamado acero «Era», fabricado en Sheffield, por Hadfield, que pretende ser superior al Krupp y más barato, además de poderse fabricar en cualquier forma, mientras que el Krupp no puede hacerse más que en forma casi plana.

Hoy en día, debido a los grandes perfeccionamientos de las industrias metalúrgicas, y a la adición de otros metales que elevan extraordinariamente el límite elástico (manganeso principalmente) no es difícil obtener coeficientes de mérito superiores a 3,5.

3°—*Impacto normal*.—Los efectos del fuego de cañón, varían según se trate de proyectil perforante o granada de alto explosivo. El primero obra principalmente por perforación, y entonces su efecto se continúa por explosión, de manera que el efecto definitivo es la destrucción de las partes vitales protegidas, siendo por tanto incompleto si el proyectil estalla en el momento de la perforación.

Si a este proyectil se le dota de una cofia, su poder perforante aumenta en un 15 % aproximadamente, pero para alcanzar este beneficio se precisa que la velocidad sea mayor de 500 metros por segundo y el ángulo de incidencia menor de 25°.

Diversos investigadores, han deducido de los resultados de experiencias, fórmulas de diversas clases, en su mayoría dando la velocidad residual después de la perforación. Desde el punto de vista del proyectista, sin embargo, lo que interesa es el calibre necesario para perforar justa pero completamente la coraza, por lo que varias de dichas fórmulas se presentan a continuación modificadas, habiendo hecho la

velocidad residual igual a cero y tratado las magnitudes geométricas como variables. Para llegar al empleo de dichas fórmulas se precisa tener en cuenta varios factores:

Clase y sistema de fabricación de la coraza.

Clase y forma del proyectil.

Sistema de sujeción de la plancha.

Angulo de impacto.

Velocidad estimada a que el proyectil perforara justamente la plancha.

En relación con el último punto parece razonable suponer que la capacidad perforante del proyectil dependa o sea proporcionada a su energía cinética, puesto que ésta debe ser igual al trabajo desarrollado en la plancha. Ahora bien, la manera de evaluar este trabajo en términos de las dimensiones de la plancha, depende de la manera en que el proyectil se abre paso, para explicar lo cual existen dos teorías diferentes:

En una de ellas el proyectil se abre paso por desgarramiento de un cilindro de la plancha, venciendo el esfuerzo constante que trata de retener este cilindro en la coraza. Así resulta que el trabajo es proporcional a la circunferencia (o al diámetro D) del proyectil y al cuadrado del espesor de la placa.

$$D T^2 = K W V^2$$

donde D = diámetro del proyectil

T = espesor de la plancha

W = peso del proyectil

V = velocidad del mismo en el momento del impacto

K = coeficiente de proporcionalidad que tiene en cuenta las unidades.

Esta ecuación se aplica muy bien a blindajes duros.

Para blindajes blandos, el trabajo se considera efectuado por simple compresión o aplastamiento del cilindro desplazado por el proyectil, siendo por tanto proporcional al volumen de dicho cilindro.

$$D^2 T = K W V^2$$

Para aceros semiduros, la realidad será probablemente intermedia entre las dos anteriores fórmulas.

Las fórmulas que siguen están fundadas en las anteriores teorías, debiendo añadirse a las

incertidumbres ya anotadas y a las hipótesis hechas, el haber sido obtenidas en países diferentes y por consiguiente con distintas ideas sobre el particular.

Fórmula de Gâvre (Francia) para hierro pudelado.

$$p v^2 / d = 10.19 t^{1.4}$$

v = velocidad en metros / segundo

p = peso del proyectil en toneladas

d = calibre en cm.

t = espesor en cm.

Esta fórmula está universalmente conceptualizada como buena.

Fórmula de Hélie (Francia) para madera de teca o haya dura.

$$p v^2 / d = 0.02836 t^2$$

Fórmula de Jacob de Mavre (Francia) para corazas de acero

$$W V^2 = 1022 (D^{3/2} T^{1.4})$$

V = velocidad en pies / seg.

D = calibre en pulgadas

T = espesor en pulgadas

W = peso en libras.

Es hoy prácticamente usual al aplicar la fórmula de Mavre, el incluir un coeficiente obtenido de la experiencia según el tipo de cañón, naturaleza de coraza y forma del proyectil. Este coeficiente se aplica a V de tal manera que la velocidad que se toma en la fórmula es superior a la real. Con estas restricciones resulta la fórmula de Mavre la mejor para aceros al carbono y la única para aceros al níquel homogéneos, pudiendo además ser aplicada a cualquier otra clase de acero. Es usada en la Marina Americana.

La Marina Inglesa ha usado mucho en el pasado una fórmula (hierro pudelado) debida a Tressider, que parte de un principio distinto de las anteriores:

$$T^2 D = \frac{1}{693.5 \times 10^6} W V^3$$

Las unidades son pies, segundos y libras. Como se ve, esta fórmula introduce el cubo de la velocidad, y puede ser aplicada a cualquier otra coraza siempre que se conozca su coeficiente de mérito.

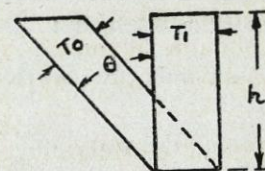
Fórmula de Krupp.

$$T^2 D = W V^2 \times \frac{1}{2.255 \times 10^6}$$

Esta fórmula, obtenida tras minuciosas pruebas es la mejor y más racional para corazas modernas. Como puede verse está basada en la primera de las dos teorías mencionadas, lo que era natural tratándose de aceros de gran dureza.

4.º—*Impacto oblicuo*.—Los franceses, que han experimentado en estas cuestiones más que nadie, llegaron a la conclusión de que la capacidad perforadora de un proyectil para án-

nuestra coraza sería un 20 % menor. El peso correspondiente para la misma efectividad:



$$\left. \begin{aligned} W_1 &\sim h t_1 \\ W_0 &\sim h t_0 (\sec \theta) \end{aligned} \right\} \frac{W_1}{W_0} = \frac{t_1}{t_0 \sec \theta} = (\sec \theta)^{0.42}$$

o sea que hay muy poco ahorro de peso inclinando la placa.

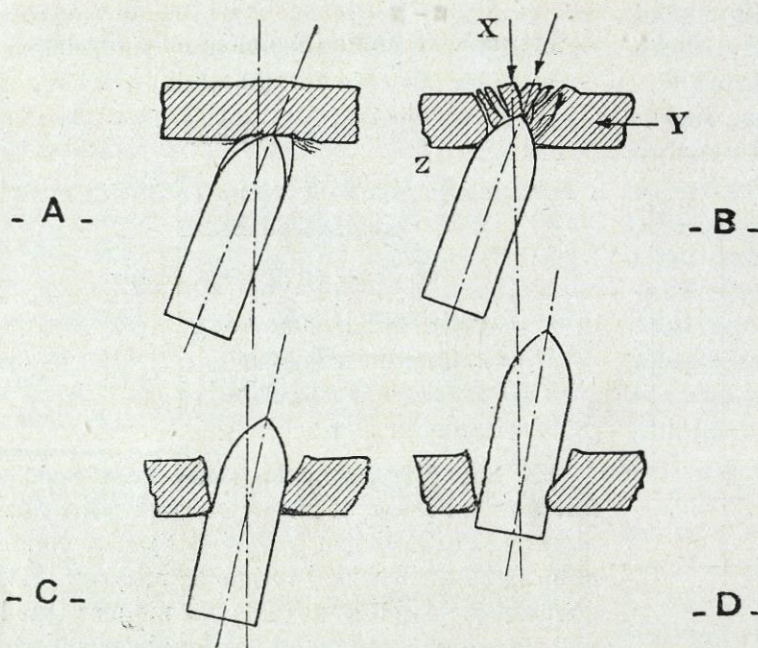


Fig. 2

gulos de incidencia menores de 30° depende directamente de la componente normal de la velocidad. Por tanto la velocidad que debe llevar un proyectil para perforar la misma coraza bajo ángulo θ será $v_1 = v_0 \sec \theta$ siendo v_0 la velocidad necesaria para perforarla con ángulo cero

Ahora bien, de acuerdo con de Mavre, dicho proyectil perfora en impacto normal y a velocidades v_1 y v_0 espesores t_1 y t_0 tales que:

$$v_1 = k t_1^{0.7} \text{ y } v_0 = k t_0^{0.7}$$

luego

$$\sec \theta = v_1 / v_0 = (t_1 / t_0)^{0.7}$$

$$t_1 = t_0 (\sec \theta)^{1.42} = 1.23 t_0 \text{ (para } \theta = 30^\circ)$$

es decir que con 30° de ángulo el espesor de

PROYECTIL PERFORANTE CON COFIA EN IMPACTO OBLICUO - FASES

- A Momento inmediatamente después del impacto. Deformación de la plancha, fusión de la cofia y entrada de la punta.
- B Proyectil casi dentro, habiendo vencido la componente normal de la resistencia de la plancha y dejando la componente Y en plena actividad. Esta presión sobre uno de los lados de la ojiva desplaza la punta de ésta hacia la normal.
- C Cabeza del proyectil fuera de la plancha. Deflexión del proyectil más acentuada. Punta Z trabajando el proyectil.
- D Proyectil casi fuera. Deflexión angular tan acentuada, que la base del proyectil va a apoyar en el lado opuesto de la plancha, encontrándose así sometido a un fuerte momento de flexión entre los bordes de la plancha.

BRASSEYS' S 1921-1922

Con coraza Krupp: $t^2 \sim v^2$ o bien $t \sim v$ y $v_1 / v_0 = t_1 / t_0$, $t_1 = t_0 \sec \theta$ y como $W_1 / W_0 = t_1 / t_0 \sec \theta = 1$ resulta que no hay ganancia alguna en peso. Si a esto se añade el que la coraza inclinada en el costado del buque está más próxima al impacto normal que la vertical, y la mayor facilidad de colocación de ésta, la elección en su favor no es dudosa.

Para ángulos de ataque superiores a 30° y siempre que el espesor del blindaje sea de un orden comparable al diámetro del proyectil, se verifica que:

- 1.—La cofia se hace inefectiva o menos efectiva.
- 2.—El proyectil es susceptible de romperse.
- 3.—El proyectil puede salir reflejado, debido

a que su punta no puede morder la plancha.

Por estas razones el efecto del proyectil decrece extraordinariamente al aumentar el ángulo, siendo generalmente aceptado, que el rebote se presenta siempre con ángulos superiores a 60° .

Cuando la plancha es delgada con relación al calibre, que es el caso de las cubiertas, las cosas varían.

Si la plancha es de material blando, o adolece de poca rigidez, o está débilmente soportada, cede al sufrir el choque, con lo que disminuye el ángulo de incidencia y el proyectil puede morder y perforar la plancha. Esto puede suceder especialmente para ángulos medios de impacto como por ejemplo en las partes inclinadas de la cubierta, cerca de los costados en algunos buques. La cubierta plana es un caso de

riamente interesante, no sólo por la luz que arroja sobre la repartición ideal de la coraza, sino porque además resuelve el problema de calcular el espesor más apropiado para la cubierta. Debe sin embargo hacerse notar que tal estudio es un campo difícil e inexplorado. Los métodos y conclusiones que siguen, son las enseñanzas obtenidas por Hovgaard tras un detenido análisis de un gran número de pruebas y experiencias.

La principal dificultad estriba en la necesidad de hacer correcciones para el uso de las fórmulas de impacto normal, lo que ha sido resuelto por el uso de un coeficiente r (fig. 3) que representa la relación entre el espesor de coraza en impacto normal y el espesor de la cubierta equivalente en impacto oblicuo. La curva se aplica a ángulos superiores a 45° que son los que interesan en cubiertas, y está dibu-

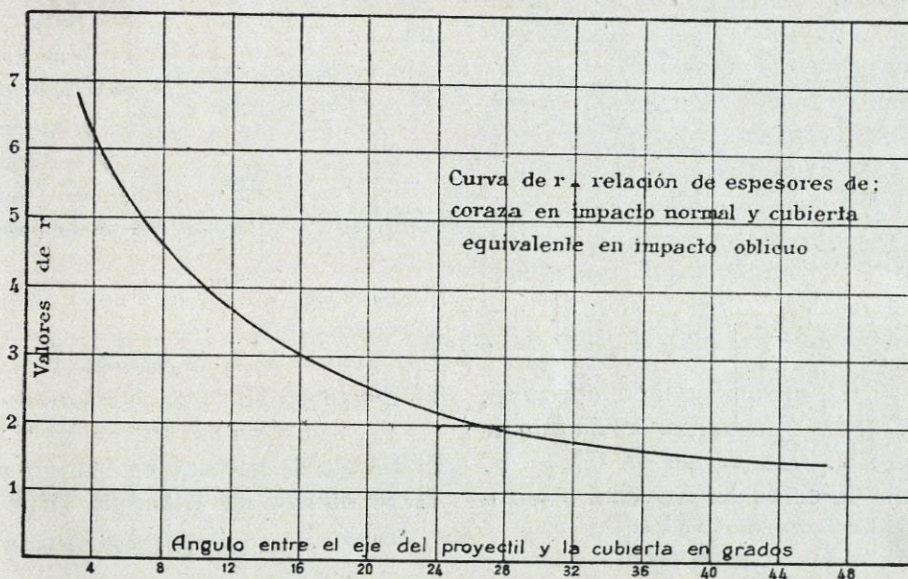


Fig. 3

gran ángulo de incidencia, en que la componente normal de la cantidad de movimiento del proyectil es muy pequeña, no produciendo apenas deformación en la plancha, especialmente si el material es poco fibroso (acero níquel de poco porcentaje) y que por tanto no ofrece suficiente resistencia al proyectil para morder. Sin embargo, si el material es lo suficientemente tenaz para no hacer resbalar enteramente al proyectil, absorberá una cierta cantidad de impulso que se traduce en gran deformación, aun cuando el proyectil rebote. Esto se ha comprobado en casos reales.

5°—Comparación entre coraza vertical y cubierta.—Es esta comparación extraordinaria

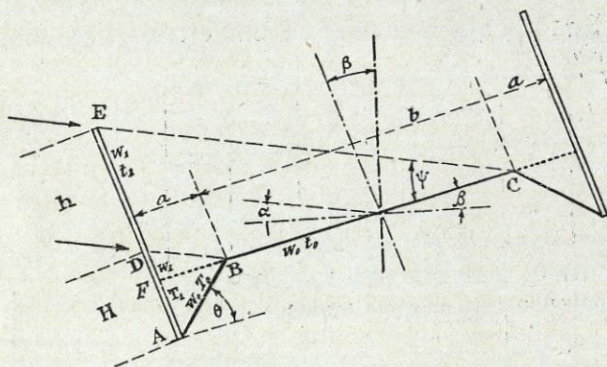
jada contra ángulos de «oblicuidad», o sea el complemento del ángulo de impacto. El mayor espesor de cubierta usado durante las pruebas, lo fué naturalmente con el mayor ángulo de oblicuidad (45°) y fué de 4,5'' de tipo Krupp (4.5'' es aproximadamente el mínimo de espesor en que se puede fabricar la coraza Krupp). La curva pasará por un valor unidad para un ángulo de oblicuidad de 90° (impacto normal), pero según se ha mencionado, esta parte no tiene interés alguno. La parte realmente interesante, es la comprendida entre 7° y 30° .

En la comparación que sigue, precisa tener en cuenta los ángulos de caída del proyectil, trayectoria del mismo (ángulo con el través y

balance del barco, y colocaremos la cubierta en su posición más desfavorable, que es con el barco escorado hacia el enemigo. Primero consideramos una cubierta compuesta de parte plana y partes inclinadas, comparada con una coraza vertical compuesta de dos trozos de espesores diferentes. La fig. 4 indica los diversos ángulos a considerar cuando el fuego es exactamente de través, y las 5 y 6 cuando no lo es y respectivamente para la cubierta plana y la coraza vertical

Con fuego de través, el ángulo de oblicuidad es $\alpha + \beta$. Si el plano de trayectoria coincide con el longitudinal será α y si dicho plano es oblicuo será $\alpha + \beta' = \psi'$

En la fig. 5, AO representa el eje longitudinal del buque, AOB la cubierta plana con el buque



$$\begin{aligned} BF &= a \\ AD &= h \\ DE &= h \\ AD &= a (\text{tang. } \theta + \tan \psi') \\ DE &= b (\text{tang. } \psi') \end{aligned}$$

NOTA: Esta figura corresponde a trayectoria de través; con trayectoria oblicua, en vez de a, b , ϕ y β léase a $\sec \varphi$, $b \sec \varphi$, ϕ' y β' — Además $AD = a (\tan \theta + \sec \varphi \tan \phi')$ y $DE = b \sec \varphi \tan \phi'$

Fig. 4

escorado y AOC la misma cuando adrizado, siendo pues OC el eje transversal. El ángulo de la trayectoria con el transversal es $CE = \varphi$. TOE es el ángulo de caída del proyectil o sea α

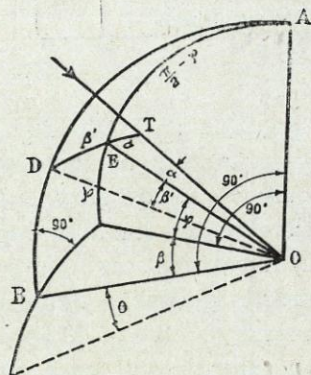


Fig. 5

y TOD el de oblicuidad $\alpha + \beta' = \psi'$ ya citado, verificándose que $\sin \beta' = \cos \varphi \sin \beta$

Por lo que respecta a la cubierta inclinada:

$$\begin{aligned} \theta + \beta &= \chi \text{ (través) y } \theta + \beta' = \chi' \text{ (oblicuo)} \\ \sin \chi' &= \cos \varphi \sin \chi \end{aligned}$$

además $\alpha + \chi' = \chi'$ o bien $\gamma' = \alpha + (\beta' + \theta)$ que da el verdadero ángulo con que el proyectil incide en la cubierta inclinada. Estas fórmulas se pueden comprobar con una figura similar a la 5 o bien deducirlas por similitud sin más que sustituir β por $\beta + \theta = \chi$ y β' por $\beta' + \theta = \chi'$. Asimismo γ' sustituye a ψ'

En cuanto a la coraza vertical tenemos en la fig. 6:

OZ es la vertical
OA el eje longitudinal
OC el eje transversal adrizado
OB el id. id. inclinado (se considera la coraza vertical inclinada hacia el enemigo, es decir el buque escorado hacia el lado opuesto al enemigo)

TOE = arco TE = α , TD = $\alpha - ED = \alpha - \beta'$
 $\tan \beta' = \tan DE = \cos \varphi \tan \beta$
El ángulo de impacto es TB = μ que, conocido TD se obtiene del triángulo TBD: $\cos \mu =$

$$= \cos BD \cos (\alpha - \beta')$$

pero BD es prácticamente igual a EC = φ luego

$$\cos \mu = \cos \varphi \cos (\alpha - \beta')$$

Con todas las anteriores fórmulas tenemos

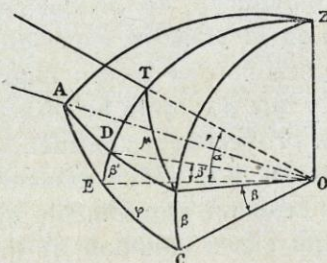


Fig. 6

elementos suficientes para proceder a la comparación. Empezando por los planos inclinados de la cubierta, se ve en la fig. 4 que la altura de

coraza vertical H que los oculta, se compone de una parte constante AF que vale $a \tan \theta$, y de una parte variable FD que depende del ángulo φ que la trayectoria forma con el través

$$H = a \tan \theta + (a \sec \varphi) \tan \psi' = a (\tan \theta + \sec \varphi \tan \psi')$$

Por lo que respecta a los espesores tenemos:

$$T'_1 = T_1 \sec^n \mu \quad y \quad T'_0 = T_0 \sec^n \mu$$

con $n = 1.00$ (Krupp)
 $= 1.43$ (de Mavre)
 $= 1.50$ (Tressider)

Según se ha expresado ya T_1 y W_1 son espesor y peso de la coraza vertical en impacto normal y T_0 y W_0 lo mismo para los planos inclinados de cubierta. Los mismos signos con un acento representan el impacto oblicuo. De la fig. 3 se obtiene que para la misma efectividad

$$T'_1 = r_{\gamma'} T_0 \quad \text{luego} \quad T_1 = r_{\gamma'} T_0 \cos^n \mu$$

Y entonces

$$W_1 \sim T_1 H = r_{\gamma'} T_0 \cos^n \mu \cdot a (\tan \theta + \sec \varphi \tan \psi')$$

$$W_0 \sim T_0 \cdot a \sec \theta$$

o sea para la relación de pesos que buscamos:

$$\frac{W_1}{W_0} = r_{\gamma'} \cos \theta \cos^n \mu (\tan \theta + \sec \varphi \tan \psi')$$

Para hallar la relación entre la coraza vertical y la cubierta plana procederemos similarmente:

La altura de coraza vertical que cubre la cubierta plana es

$$h = b \sec \varphi \tan \psi'$$

Los espesores son $t'_1 = t_1 \sec^n \mu$ y t_0 y para igual efectividad se debe verificar que

$$t'_1 = r_{\psi'} t_0 \quad \text{de donde se deduce:}$$

$$t_1 = r_{\psi'} t_0 \cos^n \mu \quad \text{y similarmente al caso anterior}$$

$$w_1 \sim t_1 h = r_{\psi'} t_0 \cos^n \mu \cdot b \sec \varphi \tan \psi'$$

$$w_0 \sim t_0 b$$

$$\frac{w_1}{w_0} = r_{\psi'} \cos^n \mu \tan \psi' \sec \varphi$$

Por último nos queda por analizar los mamparos extremos que limitan la coraza vertical a proa y popa, y que son innecesarios en el caso de cubierta blindada. A los fines de esta comparación, lo mismo podemos expresar el peso de dichos mamparos en función de la cubierta plana que de la inclinada, pero siendo general-

mente su espesor el mismo que el de la parte alta de la coraza vertical que cubre la cubierta plana, es decir t_1 lo expresaremos en términos de la última, por medio de un coeficiente que tenga en cuenta la relación de áreas. Así tenemos un peso $k w_1$ por cada mamparo.

Los pesos totales serán, pues:

$$W \text{ cubierta} = 2 W_0 + w_0$$

$$W \text{ cintura} = 2 (W_1 + w_1 + k w_1)$$

Estas fórmulas son absolutamente generales, pero en cada caso particular los diversos ángulos y coeficientes que en ellas intervienen deben ser evaluados con gran cuidado. En primer lugar, la coraza de costado es generalmente Krupp, mientras que la de cubierta es de acero al carbono semiduro y en la mayoría de los casos, acero al níquel, y puesto que la curva de la fig. 3 se aplica a corazas del mismo material, precisa en el caso de que éste sea distinto (como sucede en los acorazados) multiplicar el valor de r obtenido en la curva por la relación de los coeficientes de mérito de los dos materiales. En los cruceros modernos, en que la coraza de costado no es lo suficientemente gruesa en general para poderla fabricar por el sistema Krupp, dichos materiales pueden ser, y muy frecuentemente son, los mismos.

Además de esto, precisa evaluar correctamente los ángulos en cada caso particular, especificando las condiciones que concurren en el problema. Al proyectar la coraza de un buque debemos adoptar como criterio las condiciones generales de combate.

6.º—*Condiciones generales de combate en la mar —Distancia media de combate:*

Tsushima 3.500 a 8 000 yardas

Guerra Mundial... 12.000 a 18.000 »

El «Blücher» fué rápida y completamente destruído en Dogger Bank, con andanadas de 16.000 yardas. En Jutlandia varios cruceros de combate fueron destruídos a distancias superiores a 14 000 yardas, y según los informes oficiales de Jellicoe, los alcances no fueron nunca inferiores a 12.000. Aun después de la puesta del sol, las flotas siguieron batiéndose en la semi-oscuridad a distancias entre 12.000 y 14.000 yardas.

Desde Jutlandia se ha progresado mucho en la observación y corrección del fuego, debido especialmente a los grandes perfeccionamientos introducidos en los aparatos de dirección de ti-

ro, al uso de mayores calibres y a la cooperación de los aeroplanos. Una circular del Ministerio de Marina Americano, en 1925 asegura que «firo efectivo puede ser hecho con observación

les alcances. La cifra media que debe considerarse en un trabajo como el que nos ocupa, es altamente convencional. Se suelen tomar 20.000 a 22.000 yardas, pero para un caso concreto

CUADERNA MAESTRA DE ACORAZADO.

DISPOSICION DE LA CORAZA.

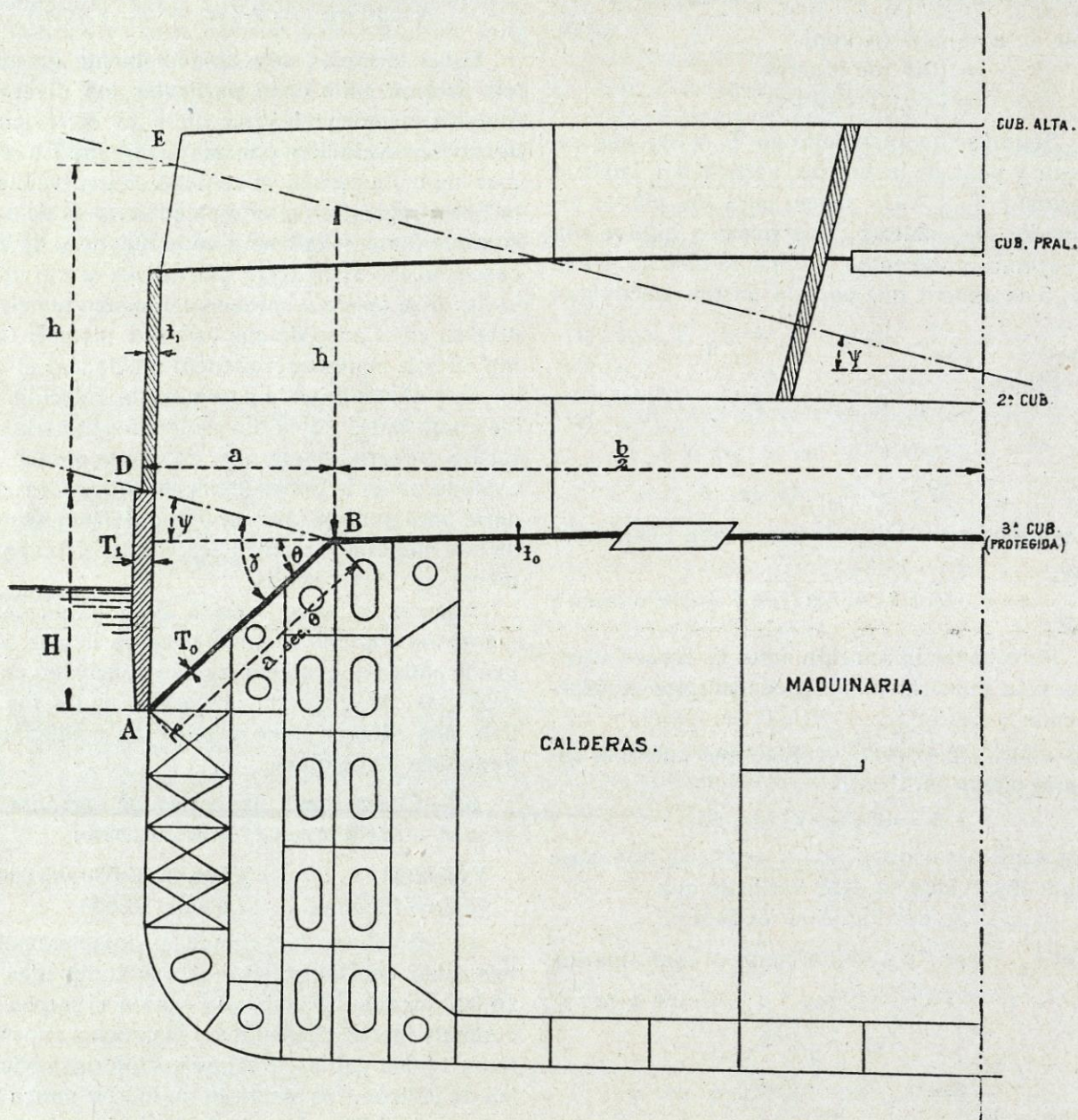


Fig. 7

de aeroplanos, a distancias superiores a 30.000 yardas, y que distancias de 20.000 a 24.000 yardas, pueden ser consideradas como distancias medias».

Se comprende sin embargo, que las condiciones del tiempo tienen que ser ideales para ta-

debe ser suministrado por el Estado Mayor.

Angulo medio de Impacto

Depende de:

- 1.º Posición de la coraza en el buque.
- 2.º Angulo de caída.

3° Escora del buque.

4° Angulo de la trayectoria con el través.

El factor primero está dado en el proyecto del barco, siendo, pues, perfectamente conocido en el caso de buques en servicio o ya construidos. Para un buque nuevo viene dado en el proyecto preliminar.

El ángulo de caída es la suma de dos, de los que uno es completamente despreciable: el debido a la altura del cañón sobre el agua, que con los grandes alcances modernos es pequeñísimo. Este ángulo de caída que hemos llamado α depende de la distancia media de combate y del tipo del cañón (máximo ángulo de elevación del mismo). Su valor medio oscila alrededor de 20° y viene dado en tablas para cada ángulo de elevación del cañón y distancia media. Por ejemplo:

Cañón de 14".-Proyectil 1400 lbs.-Velo. inicial 1333 ft/seg. Alcance 24.000 yardas.	26 1/4°
17" — 2.000 pies / seg. — 25.000 yardas	22°
6" — 2.900 " " — 10.000 " "	19°
6" — " " — 6.000 " "	6°

Inclinación del buque

Puede ser debida a:

Balance o cabeceo.

Escora permanente.

Escora temporal durante la virada.

El ángulo de cabeceo es muy pequeño, y puede ser despreciado. Una escora temporal o permanente no puede considerarse en un proyecto: la primera por su poca amplitud y duración, y la segunda, porque el barco no debe proyectarse para condiciones excepcionales, aparte de que todo buque moderno debe contar con medios propios para adrizarse rápidamente. Queda únicamente por considerar el balance, y según el criterio expuesto debemos tomar balances medios. Por tanto el ángulo β mencionado anteriormente, valdrá de 5 a 7 grados para un acorazado, y de 8 a 10 para un crucero, teniendo en cuenta que el balance medio tiene generalmente una amplitud igual a la mitad del máximo.

Angulo de la trayectoria con el través

Este ángulo φ es el más convencional de todos. Suele tomarse entre 25 y 30°. El valor real en un encuentro variará mucho de unos casos a otros, según la naturaleza del combate, pero teniendo en cuenta que buques de poder ofensivo

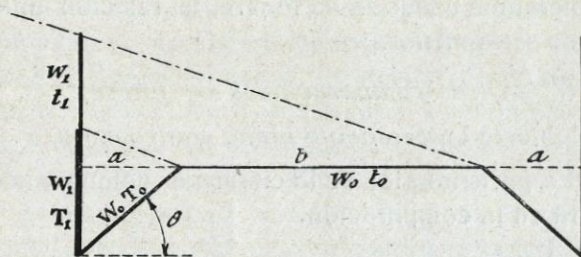
y defensivo similares, combaten en líneas casi paralelas, un valor de 20° parece ser más conservativo.

7.°—Aplicación numérica a un Crucero

$$\begin{aligned} \text{Tómese } \alpha &= 15^\circ & T_0 &= 2 t_0 \\ \beta &= 8^\circ & b &= 2,5 a \\ \varphi &= 30^\circ \\ \theta &= 30^\circ \end{aligned}$$

Misma clase de coraza para cubierta y costados.

Anchura de los mamparos transversales de proa y popa = $\frac{1}{3}$ de la longitud de cubierta protegida.



Cubierta

$$\sin \beta' = \cos \varphi \sin \beta = 0,866 \times 0,139 = 0,1205$$

$$\beta' = 6^\circ - 55'$$

$$\psi' = \alpha + \beta' = 15^\circ + (6^\circ - 55') = 21^\circ - 55'$$

$$\chi = \theta + \beta = 30^\circ + 8^\circ = 38^\circ$$

$$\sin \chi' = \cos \varphi \sin \chi = 0,866 \times 0,615 = 0,534$$

$$\chi' = 32^\circ - 20'$$

$$\alpha = 15^\circ$$

$$\gamma' = 47^\circ - 20'$$

La fig. 3 da $r_{\psi'} = 2,35$ y por extrapolación $r_{\gamma'} = 1,38$.

$$W_0 = T_0 \cdot a \sec \theta = 2 t_0 \cdot a \sec \theta$$

$$w_0 = t_0 \cdot b = 2,5 t_0 \cdot a$$

$$2 w_0$$

$$W_0 = \frac{2 w_0}{2,5 a} \times 1,154 = 0,923 w_0$$

$$W_{\text{cubierta}} = 2 W_0 + w_0 = w_0 (2 \times 0,923 + 1) = 2,846 w_0$$

Costado

$$\alpha - \beta' = 15^\circ - (6^\circ - 55') = 8^\circ - 5'$$

$$\cos \mu = \cos \varphi \cos (\alpha - \beta') = 0,866 \times 0,989 =$$

$$= 0,857 \quad \mu = 31^\circ$$

$$W_1 = r_{\gamma'} \cos \theta \cos \mu (\tan \theta + \sec \theta \tan \psi') W_0 =$$

$$= 1,38 \times 0,866 \times 0,857 \times (0,577 + 1,154 \times 0,402) W_0 =$$

$$= 1,028 \times 1,042 W_0 = 1,07 W_0$$

$$W_0 = 0,923 w_0 \quad W_1 = 0,987 w_0$$

$$w_1 = r_{\psi'} (\cos^n \mu \tan \psi' \sec \varphi) w_0 \\ = 2,35 \times 0,857 \times 0,402 \times 1,154 w_0 = 0,935 w_0$$

Mamparos

Peso de un mamparo en función de la parte alta de la cintura:

$$\frac{5}{4} \times \frac{1}{5} \times w_1 = \frac{1}{4} w_1 \quad (k = \frac{1}{4})$$

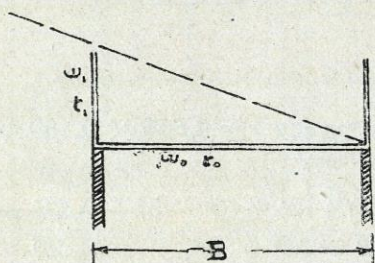
$$W_{\text{cintura}} = 2 W_1 + 2 w_1 + 2 k w_1 = 2 (0,987 + 0,935 + 0,935 \times 0,25) w_0 = 4,32 w_0$$

$$\frac{W_{\text{cintura}}}{W_{\text{cubierta}}} = \frac{4,32 w_0}{2,846 w_0} = 1,518$$

Si en vez de utilizar la fórmula de Krupp, hubiéramos usado la de Mavre, la relación anterior sería menor.

8.º—Otras comparaciones de interés**Cubierta enteramente plana contra cintura**

La parte inferior de la cintura es común y no entra en la comparación.



$$w_0 \sim t_0 B$$

$$w_1 \sim t_1 h = t_1 \cdot B \sec \varphi \tan \psi'$$

$$t_1' = t_0 r_{\psi'} = t_1 (\sec \mu)^{1.43}$$

o sea que $t_1 = t_0 \cdot r_{\psi'} (\cos \mu)^{1.43}$

y $w_1 \sim B \sec \varphi \tan \psi' t_0 r_{\psi'} (\cos \mu)^{1.43} =$

$$w_0 r_{\psi'} \sec \varphi (\cos \mu)^{1.43} \tan \psi'$$

que expresa la relación de pesos buscada. Con los valores numéricos del ejemplo que antecede tendríamos $w_1 = 0,61 w_0$ y teniendo en cuenta los mamparos extremos:

$$W_{\text{costado}} = 2 (w_1 + \frac{1}{4} w_1) = 1,52 w_0 = \\ = 1,52 W_{\text{cubierta}}$$

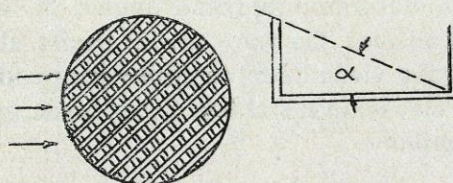
Encontramos así que en condiciones medias de combate la cubierta ofrece la misma protección que la cintura (parte alta) con 50 % menos de peso. Una cubierta protegida sin planos inclinados es muy frecuente en cruceros rápidos.

Y sin embargo, la coraza de costado está tan universalmente extendida, sobre todo en buques de línea, que debe haber alguna razón para ello.

Una de las razones es la necesidad de proteger el costado contra granadas rompedoras, que por el gran destrozo que causan son muy peligrosas especialmente cerca de la flotación. Otra razón es la facilidad de su colocación a bordo, de manera que en conjunto parece compensarse el aumento de peso.

Protección de Escotillas y aberturas en general

Un orificio practicado en una cubierta acorazada puede ser protegido por una rejilla o por una pared o brazola de coraza



$$\left. \begin{aligned} A_0 &= \pi r^2 \\ A_1 &= 2 \pi r \cdot 2 r \tan \alpha \end{aligned} \right\} \frac{A_1}{A_0} = 4 \tan \alpha$$

$$A_1 = A_0 \quad \text{para } \alpha = 14^\circ$$

Es decir, que aunque a primera vista parece que la rejilla pesará necesariamente menos, puede no ser así. Además es necesario compensar el área ocupada por el material de la rejilla aumentando el área de la abertura bastante considerablemente (en ciertos casos hasta un 60 %) lo que aumenta el peso de la rejilla y puede tener objeciones de otra índole, tales como la resistencia longitudinal de la cubierta.

Por otro lado, la brazola tiene el inconveniente de que puede interceptar tiros que se perderían para la rejilla, pero este inconveniente no tiene gran importancia ya que muy raramente vendrían dichos tiros en dirección enteramente radial.

Las barras de rejilla solían tener 1" de anchura y 6" de profundidad cuando los espesores normales de cubiertas eran de alrededor de 1". Hoy, que las cubiertas han llegado a 3" y aun más, precisa antes de decidirse por la rejilla, asegurarse de su resistencia.

9.º—Distribución de coraza. Principio de la protección armónica.—El elemento dominante en el proyecto de la coraza de un buque es el calibre del buque enemigo a quien se ha de combatir, o más concretamente, el espesor de nuestra coraza es una función del calibre que el buque ha de combatir. Ahora bien, sería irracional proteger nuestro barco

contra calibres superiores a los que él monta (lo que no quiere decir que un tal encuentro no pueda tener lugar) puesto que tal protección resultaría poco útil y rebajaría extraordinariamente las características militares de nuestro barco, al extremo de ponerlo en condiciones de inferioridad contra buques montando su mismo calibre. Nos vemos así conducidos al principio de la protección similar armónica o correspondiente, enunciado por Hovgaard, y que no es más que la expresión del equilibrado perfecto entre los diversos elementos combativos del buque artillero (acorazado, crucero de batalla, crucero rápido, buques de defensa de costas, etc.) Dicho principio dice sucintamente:

«Un buque artillero estará de tal manera protegido que sea capaz de sostenerse en combate continuado con un barco de tipo y tamaño similares y que monte el mismo armamento».

Con arreglo a esto, que por muy perogrullático que parezca, está alcanzado en muy pocos buques hoy día, un barco demasiado protegido reúne pocas características militares, mientras que uno con poca protección puede ser destruido por otro menor, y el barco ideal quedaría en el justo medio.

En cuanto a la distribución de la coraza, el criterio a seguir debe ser el de no dejar ningún punto vulnerable.

Distribución general de la coraza

Disponiéndose de un cierto peso para protección, debe éste repartirse en proporción a la importancia relativa de las partes a proteger. La dificultad estriba en determinar esta importancia relativa de cada parte del buque.

La primera división que se establece naturalmente es la de personal y material. El primero está repartido por todo el buque y sus elementos más importantes están asociados con las partes más importantes del material, siendo, pues, racional el basar nuestra distribución en este último, con la única excepción del personal de la enfermería, cuyo papel es tan esencial en un combate (léase «The Battle Cruisers at the Falklands», por Rudolf VERNER, Commander, R. N.) El proveer protección para estos hombres es muy difícil por ser su cometido de naturaleza volante, pero debe preverse en lo posible en todo proyecto.

En cuanto al material, lo dividiremos en tres categorías: el que asegura la flotabilidad y estabilidad del barco, los elementos vitales, y el

armamento. Entendemos por Elementos Vitales todas aquellas partes necesarias para que el buque cumpla con su cometido y para el manejo del mismo, como son: Maquinaria, Aparato de gobierno, Aparatos auxiliares del Mando y Municiones.

La flotabilidad y estabilidad requieren que la coraza, sea lateral o de cubierta, esté por debajo de la flotación, y consecuentemente todos los elementos vitales deben estar bajo la cubierta protegida, excepto en caso de imposibilidad como en las torres de combate y en algunos medios de comunicación.

Las municiones, sin embargo, aunque colocadas bajo cubierta, tienen que ser izadas a los cañones, de donde las torres principales y sus tubos y barbetas tienen la misma protección que se requiere para flotabilidad y estabilidad. Para los cañones secundarios el problema es más complejo por la dificultad de estimar su importancia, la cual no puede hacerse proporcional al calibre por estar el barco proyectado contra calibres mayores.

La batería secundaria siempre interfiere con la protección del conjunto, siendo una causa de debilidad tanto mayor cuanto mayor es la diferencia de calibre con la principal. Es mejor tener pocos cañones defendidos por coraza correspondiente a su calibre que muchos distribuidos por todo el buque y sin defender (en este concepto la disposición del «Nelson» es mejor que la del «Tennessee»). Además, estos cañones necesitan un personal numeroso que debe ser protegido para que rinda, máxime cuanto que en general, el ataque con torpedos y barcos pequeños tiene lugar después del combate, durante el cual estos cañones y sus dotaciones pueden haber sido destruidos. Como conclusión podemos decir que la batería secundaria debe estar concentrada en torres blindadas con 5" ó 6".

Volviendo ahora a la protección de la flotabilidad y estabilidad y de los vitales es un principio fundamental que todas las explosiones deben ser mantenidas tan lejos como sea posible de los vitales. Esto induce, en el caso de coraza lateral a colocarla exterior mejor que interior, aunque ello representa más peso.

La coraza lateral solamente, es francamente inaconsejable por lo siguiente:

1.—El proyectil puede pasar sobre ella por un bandazo grande del buque, o con tiro por elevación.

2.—No puede dársele el suficiente espesor para impedir completamente la perforación en algunos casos.

3.—Pesa más que combinada con cubierta.

Resulta que, puesto que de todas maneras hemos de poner una cubierta blindada sobre los vitales, dicha combinación es ineludible, habiéndose usado mucho en distintas Marinas hasta el presente, siendo la función de la lateral el detener el proyectil o por lo menos hacerlo explotar y la de la cubierta, detener los fragmentos para que no llegaran a los vitales. Por esta razón la cubierta era generalmente delgada.

Hoy en día, bajo ataque aéreo y tiro por elevación, se necesita una cubierta alta blindada (que llena la misión de la cintura en tiro rasante y ordinario) y otra cubierta que defienda los vitales cuando la primera ha sido perforada. Nos vemos así conducidos a la famosa «tranche cellulaire» de Bertin, realizada por primera vez en el «Republique».

Las dimensiones de tal combinación deberán ser:

Eslora: Toda la de los vitales y municiones, es decir, en general desde el mamparo de proa del pañol de municiones de proa al de popa del pañol de popa.

Manga: Toda la del barco para proteger la estabilidad.

Altura. La necesaria para asegurar la estabilidad cuando esté el buque escorado. Claro está que según el máximo valor que se tome para este ángulo variará dicha altura. 10° se consideran suficientes para buques de línea. Con una manga de 30 metros la altura del borde alto de la cintura sobre la flotación será $15 \tan 10^\circ = 2,70$ m. aproximadamente.

Calado: Depende del movimiento de la ola, ángulo de balance y posibilidades de que un proyectil penetre bajo el agua. Para el balance tenemos (acorazado) $15 \tan 5^\circ = 1,25$ m. Para los otros dos demos otro tanto.

La altura total de la cintura sería, pues, 5,20 metros. (La altura en la maestra en los acorazados existentes oscila alrededor de los cinco metros). Ahora bien, las condiciones de carga del buque varían, siendo preciso tomar una cierta flotación que pudiéramos llamar «de combate» para poder situar dicha cintura. Esta flotación está determinada en el cuaderno de pesos del proyecto, puesto que es precisamente una de las cuatro que deben especificarse, la llamada flotación a plena carga (toda la provisión de

municiones y cargos de artillería y $\frac{2}{3}$ de víveres, agua, combustible y efectos de consumo en general).

En cuanto a la forma de las dos cubiertas protegidas, la alta es forzosamente plana, y la baja puede ser de cualquier forma con tal de que no deje ningún punto vulnerable.

Los extremos del barco no son importantes, si se exceptúa el compartimento del timón, que es una parte vital. Sin embargo se debe prever alguna protección a proa para disminuir en lo posible el riesgo de que el buque se siente por la proa, que es un inconveniente para el manejo y aumenta la resistencia al avance.

Distribución de espesores

Calcúlense primero los espesores de cubierta y cintura para impedir perforación y dedúzcase un valor razonable para la cubierta ligera (splinter).

Supongamos un acorazado recibiendo disparos de un cañón de $14''$ a 10.000 yardas. Este proyectil perforaría $16''$ de coraza Krupp en impacto normal. Tenemos, pues, $T' = 16''$. Sea 30° el ángulo de impacto: $T_1 = 16 \cos 30^\circ = 14''$ que será la resistencia total ofrecida por la cintura y cubierta combinadas.

Tomemos $2''$ de espesor para la cubierta y tendremos con $\alpha = 20^\circ$ y $\theta = 30^\circ$:

$$r_{\gamma'} = 1,4 - \text{Plano inclinado: } 1,4 \times 2,0 = 2,8''$$

$$r_{\delta'} = 1,5 - \text{» horizontal: } 1,5 \times 2,0 = 3,0''$$

que son los valores equivalentes en impacto normal. Queda, pues, para la cintura:

$$\text{Parte alta } t = 11,0''$$

$$\text{Parte baja } T = 11,2''$$

Este método, aunque rápido, es inexacto, siendo más racional una vez calculados los espesores equivalentes a la cubierta en impacto normal, el adoptar para la cintura los espesores en condiciones medias:

$$\left. \begin{aligned} 16 - 2,8 &= 13,2'' \\ 16 - 3,0 &= 13,0'' \end{aligned} \right\}$$

$$T_1 = T_1' (\cos 30^\circ)^{1.5} = \left\{ \begin{aligned} 13,2 \times 0,806 &= 10,6'' \\ 13,0 \times 0,806 &= 10,4'' \end{aligned} \right.$$

Hoy en día, en que la tendencia es proteger fuertemente las cubiertas, en que las distancias de combate son grandes, así como los ángulos de tiro, se pueden rebajar estos fantásticos es-

pesores de 13" y 14". Veamos, por ejemplo, un buque con cubierta de 3,5" qué espesor de cintura necesita para igual efectividad, con ángulo de caída $\alpha = 24^\circ$ y balance $\beta' = 5^\circ$. $\phi' = 29^\circ$ y $r_{\phi'} = 1,90$, luego el espesor equivalente en impacto normal es $1,90 \times 3,5 = 6,70''$ y $6,7 (\sec 30^\circ)^{1.5} = 8,4''$ es el espesor de coraza vertical que, con ángulo de impacto de 30° , tendría la misma efectividad que dicha cubierta. Aunque las anteriores cifras sean optimistas, se comprende que los espesores de cintura hoy existentes son exagerados; quizás el único punto del barco que necesite espesores tan elevados sea la plancha frontal de las torres.

10.—*Granadas de alto explosivo*.—Su objeto es producir enormes destrozos en el barco y el personal. Se las hace detonar generalmente al choque, aun contra estructuras ligeras que constituyen uno de sus objetivos más importantes. Su efecto es doble: fragmentación en numerosos pedazos que se distribuyen radialmente con enorme violencia, y ola de presión debida a la gran cantidad de gas engendrado, y que en un compartimento cerrado puede abatir los mamparos.

En la relación con este último efecto, hay una gran diferencia en la cantidad de destrozo producido cuando la explosión sucede en contacto con la plancha de cubierta o mamparo, y cuando tiene lugar a una cierta distancia de ella. En el momento de la explosión hay en la superficie del proyectil una presión de 8.000 atmósferas, pero esta presión disminuye rapidísimamente a medida que nos alejamos del centro de la explosión, de tal manera que una plancha medianamente resistente puede hacerse cargo de la presión estática que a ella llega, si la granada estalla a cierta distancia.

A los anteriores efectos deben añadirse los humos y gases venenosos que producen y la facilidad con que originan fuego a bordo.

La protección natural contra estas granadas consiste en instalar en los lugares que se desee proteger, una coraza ligera, de espesor suficiente para producir la explosión antes de que ocasionen mayores daños al personal y a la estructura. Este sistema es tan excelente, que ya en 1908, Cpt. Robinson, de la Marina Inglesa, aseguró que 1" de acero sometido a tratamiento térmico conveniente era suficiente para proteger al personal de cualquier fragmento. Como consecuencia de experiencias hechas posterior-

mente por los ingleses y por los franceses (en el «Belliqueuse») la granada rompedora fué abandonada en calibres medios en favor de la pólvora negra, convirtiéndose en la actual granada ordinaria. Por los años mencionados, la granada de alto explosivo gozaba de gran favor, debido al éxito que tuvo en la guerra Ruso-Japonesa, por los inmensos estragos que produjo en los barcos rusos.

Una experiencia decisiva en conexión con esto es la del crucero ligero «Arethusa», construido poco antes de la guerra, cuya cubierta, de 1" de espesor, impidió la entrada de una granada de 12" en la cámara de máquinas.

Se han hecho experiencias con enrejados metálicos, pero no han dado resultado satisfactorio, no habiéndose llegado a instalar aún.

11 —*Pernos de blindajes*.—Diversas experiencias han demostrado la gran importancia que la manera de ser soportada tiene en el comportamiento de la coraza. El objeto de los pernos es el de hacerse cargo de las reacciones y vibraciones originadas en el impacto y transmitir las al soporte. Si la plancha rompe en el impacto, los pernos deben sujetar todos los trozos en posición.

El comportamiento del sistema es brevemente como sigue: en el primer instante, la impulsión o cantidad de movimiento del proyectil desplaza la plancha hacia atrás, comprimiendo el almohadillado de madera contra la estructura de acero. Entonces se origina una deflexión elástica, la estructura cede hasta que el trabajo desarrollado por ella y por la plancha de blindaje igualan la energía cinética del proyectil, en cuyo momento la plancha reacciona elásticamente hacia delante sometiendo los pernos a una gran tensión.

Se desprende después de estas consideraciones que el área total de pernos sea función del peso de la placa y que su número sea función del área de aquélla, lo cual se ha expresado siempre según reglas prácticas que se dan a continuación:

Marina Americana área = 4.7 in² por tonelada de coraza por término medio. Un poco menos para blindajes pesados y un poco más para los ligeros. Número: 1 perno por cada 6 ft² en ligeros. 1 perno por cada 5 ft² en pesados.

Marina Francesa	$a = 5.4 \text{ in}^2$ por tonelada
	para planchas de 18"
	$= 8.4 \text{ in}^2$ por tonelada
	para planchas de 4"
	$n = 1$ perno por cada 5
	ft ² de plancha.
Marina Inglesa	$n = 1$ perno por cada 7
	ft ² de plancha.

Las anteriores cifras están basadas en experiencias y en pruebas hechas principalmente por los franceses.

Sea a = área de pernos por tonelada de coraza
 n = número de pernos por cada 10 ft² de área de plancha.

A = área de plancha en ft²

d = diámetro del perno en in.

t = espesor de la plancha en in.

0,22 = toneladas que pesa un ft³ de acero

$$a = \frac{n \times \frac{A}{10} \times \frac{\pi d^2}{4}}{t} = \frac{4,3 n d^2}{t} \text{ y } n = \frac{a t}{4,3 d^2}$$

$$A \times \frac{0,22}{12}$$

Por tanto el número de pernos será conocido cuando se conozca el diámetro. Debido al debilitamiento que los pernos producen en la placa, la relación $r = (t-h) / t$ se considera como una medida general de la resistividad, y la altura del perno se hace función del diámetro.

$h = \beta d$ (en coraza del Creusot $\beta = 0,8$)

Tenemos así

$$d = \frac{(1-r)}{\beta} t$$

Si r fuese constante tendríamos ya una relación entre d y t , pero tal práctica conduciría a pernos comparativamente mucho mayores con blindajes gruesos. Para obviar esta dificultad se hizo a r función lineal del espesor: $r = p + q \cdot t$

$$d = (t/\beta) (1 - p - qt) = \lambda t - \mu t^2$$

fórmula que da comparativamente menor diámetro y por tanto mayor número a medida que aumentan los espesores.

Una vez obtenida esta fórmula, procedieron los franceses a hallar los coeficientes por medio de experiencias, de las que sacamos la siguiente tabla:

t	4"	6"	8"	12"	20"
d	1"	1,5"	2"	2,4"	3,3"

que muy aproximadamente siguen la ley

$$r = 0,87 t - 0,76 t^2$$

Una ley muy próxima parece haber sido seguida por los americanos en los primeros acoirazados que construyeron:

t	5"	5" - 9"	9" - 13"	13" - 17"	17" - 21"
d	1,5"	2"	2,4"	2,8"	3,2"

Remaches

Se usan en vez de pernos para blindajes ligeros, y especialmente para cubiertas, donde su uso es casi exclusivo. Su diámetro se calcula en Francia por la fórmula

$$d = 0,8 + 0,2 t \text{ (in.)}$$

y su número es tal que con planchas de menos de 3" se obtenga

$$a = \text{de } 10 \text{ a } 11$$

En la clase «Virginia» una plancha de 1 1/2" se sujeta con remaches de 1 1/4" (la fórmula anterior daría 1,1") y el paso es de 22" lo que da $a = 13,5$ ligeramente superior a la práctica francesa

Espaciado de pernos

La distancia del centro del perno al borde de la plancha es no menor de 3 1/2 diámetros en América. En la clase «Rhode Island» la cintura de 11 1/4" lleva pernos de 2,4" con distancia 4,7 diámetros de los bordes. En las placas de 6" para protección de la batería secundaria, dichas cifras son 2" y 4,5 diámetros.

12.—Torres de combate.—Siendo la torre de combate un medio de protección en sí misma, sería natural estudiar todas y cada una de sus características. Ello, sin embargo, no es posible dentro del límite de tiempo concedido, por lo que nos limitaremos a hablar de la protección de este importante elemento del buque.

Los compartimentos destinados al control del buque y al de la flota, es decir, al Comandante y al Estado Mayor, y el de la dirección del tiro, deben estar protegidos por coraza del mismo espesor que la cintura de costado. La estación de observación que suele ir en la parte superior a proa de la de señales, y encima de la de tiro, debe ir protegida por un espesor al menos mitad del anterior. Este mismo espesor debe darse al compartimiento situado inmediatamente debajo del de Mando, que suele utili-

zarse para derrota, lo cual tiene por objeto impedir que una granada estalle debajo del piso de dicho compartimiento del Mando, y el tubo blindado que arranca de dicho piso debe tener un espesor tal que, sumado con el anterior, sea igual al máximo de la torre.

Los espesores de toda la basada del cilindro exterior de la torre, que suele llegar hasta la cubierta protegida, pueden irse disminuyendo en cada cubierta, empezando con la cifra de $1\frac{1}{2}$ " en la parte situada justamente encima de la cubierta del castillo, con objeto de hacer que explote en el exterior cualquier granada rompedora que allí pueda incidir.

Los pisos serán de unos $\frac{3}{4}$ " exceptuado el de la estación de observación y señales, que por estar encima de la dirección de tiro, debe tener $1\frac{1}{2}$ " para protegerla contra explosión de cualquier granada que pueda penetrar en aquella estación.

La protección del personal contra fragmentos que penetren por las mirillas es naturalmente imposible de obtener, pero se debe por lo menos reducir en lo que quepa, el número de probabilidades de que tales fragmentos alcancen a las personas, por medio de pantallas inclinadas cerca de las mirillas y verticales en el interior, de espesores $1\frac{1}{2}$ " y 1" respectivamente. Debe además instalarse algún tipo de escudo colgante con dos movimientos para situarlo en el punto que se desee; con tal dispositivo, el observador tendría su cabeza y busto protegidos.

La aguja será defendida con un mantelete portable de unos $\frac{3}{4}$ " y el timonel con pantallas en los costados llevará casco y peto, todo ello de material diamagnético.

Palabras finales.—Grandes controversias ha habido en los últimos veinte años, sobre todo el asunto de la protección. Distinguidos oficiales de diversas Marinas han propugnado su reducción y aun su abandono, mientras otros se han mostrado decididos partidarios de su conservación. A nuestro modo de ver, si se trata el asunto en términos generales, no se puede llegar a conclusiones racionales, siendo preciso un análisis detallado del problema en cada caso particular.

Un estudio como el que antecede pierde mucha de su utilidad en el terreno real si no se contrasta con las experiencias de la guerra, únicas que nos dicen algo sobre el comportamiento de la coraza y de los barcos que la llevan.

Aunque seguramente conocidísimas, damos una serie de referencias que arrojan mucha luz sobre este extremo. Son:

Fawcett and Hooper	— «Fighting at Jutland»
Von Hase	— «Kiel and Jutland»
Bacon	— «The Dover Patrol»
Jellicoe	— «The Grand Fleet»
Ettienne	— «A Naval Lieutenant 1914-1918»
Von Scheer	— «Germany's High Sea Fleet in The World War»
Semenoff	— «La Batalla de Tsushima»
Wilson	— «Battleships in Action»
Id.	— «Naval History of the World War»
Commander Verner	— «The Battlecruises at the Falklands»

En general los acorazados parecen haber salido de la guerra tal como entraron. La única modificación de importancia fué la protección de cubiertas como defensa contra los elevados ángulos de tiro de los alemanes. En conjunto resistieron el fuego y mantuvieron incólume su prestigio. No así los cruceros de batalla, que si en Falklands se apuntaron un éxito, en Jutlandia fallaron, especialmente los ingleses, debido sobre todo a la falta de equilibrio entre los calibres que montaban y su escasa protección.

La espectacular y rápida pérdida del «Queen Mary» fué debida a que una granada penetró por una torre hasta el pañol, provocando una violenta explosión. En otros, la granada llegó solamente hasta la cámara de preparación de los proyectiles, haciendo explotar los que allí se encontraban. Una prueba de lo escasamente protegidos que se hallaban estos barcos, es que después de Jutlandia se le dieron al «Hood» 12" de coraza. Excepto éste y el «Queen Elizabeth» todos los cruceros de batalla adolecían del defecto de tener poco desplazamiento para los calibres que montaban. Este defecto se acentúa en el «Repulse» y el «Renown», que con sus 32 nudos y a pesar de desplazar 27.000 toneladas tiene solamente 6" de cintura y monta cañones de 15". Estos barcos no han sido repetidos, y sus sucesores («Furious») que montaban originalmente dos cañones de 18" y teniendo solamente 3" de cintura fueron convertidos en porta-aviones.

Este punto del calibre está hoy muy simplificado por los tratados, y dado el gran poder

de los modernos cañones de 16" se necesitaría la concurrencia de extraordinarios adelantos técnicos en maquinaria y coraza para poder construir un crucero de batalla dentro de las 36.00 tons. de desplazamiento.

El punto parece, pues, dilucidado en buques de línea en favor de la coraza. Por lo que a los cruceros se refiere, parece observarse hoy un retroceso en las extraordinarias velocidades de hace cuatro años («Trento», «Trieste», «Duchesne», «Tourville») en favor de la coraza. Así vemos el último crucero francés «Algerie» con 31 nudos y 6" de cintura, y los italianos «Pola» y «Zara», que decididamente se clasifican como cruceros protegidos. Los barcos de gran rapidez y poca protección, encontrándose

frente a otros similares pero más lentos y mejor protegidos, o no podrán combatir o lo harán sobre la base de salvas afortunadas, siendo su idea la de inmediatamente de avistar al enemigo y ponerlo bajo alcance, abrir fuego rápido y concentrado, y si no lo destruyen retirarse, lo que es contrario a todos los principios militares.

Como resumen del análisis teórico que antecede y de las experiencias de la guerra, creemos que toda la controversia sobre protección ha sido llevada un poco demasiado lejos, y que un buque puede ser excelentemente protegido sin necesidad de llegar a espesores fantásticos ni atenuar sus características militares; ello se alcanzará tanto mejor cuanto más se busque el equilibrio armónico y se huya de competiciones brillantes.

Los Ingenieros Navales Alemanes y la Escuela Técnica Superior de Berlín

Comunicación leída el día 21 de Mayo en el Congreso de Ingeniería Naval

por Luis Santomá, Ingeniero Naval

La amable invitación que tuvo a bien dirigirme nuestro digno Presidente, instándome a que tomara parte en este Congreso presentando una Memoria sobre el ambiente actual de la Construcción Naval, militar y mercante, de Alemania y su tendencia para un futuro próximo, sorprendióme en Enero del pasado año en mi habitación del Oeste de Berlín.

Sin embargo, no creí llegado todavía el tiempo oportuno para abordar un tema tan interesante y que con toda probabilidad hubiera despertado en vosotros mayor interés que el que voy a desarrollar. La Construcción Naval alemana que, a pesar de las hondas crisis nacionales, a pesar de la difícil situación porque atraviesa la economía industrial de toda la nación, crisis y dificultades que se reflejan instantáneamente como en un espejo en la industria naval con mayor sensibilidad que sobre cualquier otra, por influir en ella casi todas las industrias y casi todo el comercio; la construcción naval alemana, que logra mantenerse en

situación de supremacía sobre la de naciones más prósperas, en estos momentos, y de vida y desarrollo más fáciles y desahogados, es digna de un estudio concienzudo, rico en provechosas enseñanzas

Sería, quizá, más interesante y, sobre todo, más atractivo, un vistazo general a los métodos, procedimientos y organizaciones que permiten a una nación, reclusa sobre sí misma por la fuerza de las armas extranjeras, sin encontrar ayuda ni apoyo en el exterior, antes por el contrario, debiendo luchar en todo momento con la susceptibilidad de sus numerosos enemigos de ayer, que la consideran ahora como posible y probable enemigo del mañana, sin colonias de donde obtener primeras materias, con mercados cuyas puertas le dejan más estrecho paso que a cualquier otra nación competidora, debiendo extraer de sus difíciles ganancias la fabulosa suma de 2.000 millones de marcos oro anuales para pagar su deuda de sangre a las naciones vencedoras; sería, digo,

sin duda, muy interesante, examinar los medios que le permiten contra todo y contra todos, conquistar la supremacía en la construcción naval mercante, ganando para sí la posesión de la banda azul del Atlántico con sus formidables trasatlánticos, y despertar, en la construcción naval de guerra, una tormenta de suspicacias, un sinnúmero de hipótesis, la admiración de los más y la curiosidad de todos, con la construcción de un pequeño buque de 10.000 toneladas.

Pero esta información que representaba el objeto final de mi viaje, no es fácil de adquirir. Requiere tiempo y trabajo, y no me creía en condiciones de presentaros con veracidad, un panorama general que os permita daros cuenta exacta de lo que es la construcción naval de este país. Una vez terminada mi visita, y después de visitar detenidamente los principales Astilleros, podría desarrollar el tema que se me ha propuesto, pero prefiero dejarlo aplazado para otro momento y leeros ahora las líneas que redacté en aquella ocasión.

Me voy a ocupar solamente de un aspecto de la Construcción Naval, uno en el que puedo daros información suficientemente precisa y que por otra parte en nuestra actual situación es de extraordinario interés. Me ocuparé de la cuestión «*personal*», y dentro de ella, del elemento que, sin duda alguna, es el que más influencia tiene y en quien más directamente recae la gloria del elevado puesto que ocupa la construcción naval alemana. Me ocuparé del Ingeniero Naval: del Ingeniero naval alemán y especialmente de su formación.

Recuerdo, a este propósito, que dos de nuestros más distinguidos compañeros elaboraron, no hace mucho tiempo, un detenido estudio sobre el presente y el porvenir del Ingeniero naval español y, con tal motivo, recogieron numerosa información de los países que más alto puesto ocupan en la vida marítima. Llamaba, sin embargo, la atención la existencia de una laguna en dicha información. Figuraban, si mal no recuerdo, entre las naciones estudiadas, Inglaterra, E.E. U.U., Francia e Italia. Ello inducía a suponer que se había tratado de buscar información en las naciones de marina más floreciente (prescindiendo del Japón por sus marcadas diferencias étnicas); pero había, sin duda, una laguna a llenar: para nada se mencionaba a Alemania, y, sin embargo, su industria naval ha sido, y es todavía, la segunda del mundo y

tiene un porvenir que afianzará en pocos años. Probablemente esta laguna ha sido motivada por falta de fuentes informativas. Hemos mirado siempre hacia Inglaterra y algunas veces a Francia, Italia y E.E. U.U. No hemos mirado nunca hacia Alemania. Y Alemania, por su situación especial dentro del concierto mundial es quizá la nación cuyas enseñanzas nos puedan ser más provechosas, cuyos sistemas mejor se adapten a nuestra situación. En lo que a buques de guerra se refiere, su marina ha ocupado siempre un segundo lugar en cuanto a *cantidad*. Y sobre todo, ahora, sin colonias como nosotros, y con una difícil economía, más difícil sin duda que la nuestra, representa un ejemplo mucho más asimilable al nuestro que el de Inglaterra, situada en la cabeza de las potencias marítimas y el de Francia, que nada en oro, naciones cuyos buques son soluciones de problemas planteados sobre bases absolutamente opuestas a las que a nosotros nos sirven de apoyo.

Nosotros suponemos que el alejamiento en que ha vivido nuestra Marina en relación con la alemana, es sólo debido a la barrera del idioma. Es ésta una dificultad que solo el que la ha vivido puede apreciar justamente. Pero, como dice el refrán, «a quien algo quiere, algo le cuesta», y algo nos tiene que costar la adquisición de una técnica tan avanzada, y no nos parece precio muy caro el solo trabajo de aprender un idioma, aunque éste sea tan complicado como el alemán. Y puedo aseguraros, que el precio de esta técnica no es otro que el aprendizaje del idioma. Son tales y tantas las atenciones que recibe el español en Alemania, son tantas y tales las facilidades que un compatriota nuestro encuentra en este país que nos considera como amigos entrañables, quizá por no saber hacia donde mirar para no encontrar un enemigo, que ellas bastan para servir de incentivo y de estímulo para desarrollar un trabajo de cooperación eficaz y productivo.

Y vamos al Ingeniero Naval, y vamos a hacer un poco de Historia. Esta Historia será corta; sé que las cosas pasadas interesan poco, hoy en que falta tiempo para abarcar las presentes y pensar en las futuras, pero es conveniente para la mejor comprensión de la situación actual y además quiero hacer notar, sobre ella, algunos hechos que, a mi entender, son fundamentales.

Y empezaré en el año 1810. Hasta entonces

la construcción naval alemana, como la de los demás países, era fruto de la experiencia que se transmitía de padres a hijos y era guardada con secreto en el seno de las familias, probablemente para evitar molestas competencias. En el año 1810, el gremio de carpinteros de ribera consiguió que para construir buques, fuera necesario efectuar una prueba o examen ante Juntas que se constituyeron en los principales puertos de mar. La preparación necesaria para presentarse a estas pruebas podía adquirirse mediante dos cursos de estudio en las Escuelas de Navegación y unas prácticas que se efectuaban en el verano entre dichos cursos. Sin embargo, hasta el año 1834 no aparece la primera escuela de constructores navales. Dicha Escuela, implantada en Stettin, pretende ser la primera escuela de ingenieros navales que existió en el mundo, ya que los intentos efectuados en Londres del año 1810 al 33 y del 49 al 53 para crear otra semejante, tuvieron que ser abandonados por resultar sin vida propia y no logró formarse hasta el año 1858, cuando hacía ya 24 años que funcionaba regularmente la Escuela de Stettin y había producido ya una generación completa de constructores.

En realidad, esta Escuela era de proporciones muy modestas. Concurrían a ella 5 ó 6 alumnos y contaba con sólo dos profesores: el fundador, Klavitter, un constructor con larga experiencia en los asilleros, que después de obtener su certificado de aptitud, fué enviado por cuenta del Estado a ampliar sus conocimientos a Dinamarca, Inglaterra, Francia y Holanda, y un profesor de Matemáticas como profesor auxiliar. Los exámenes finales consistían en la construcción de un bote por mano propia y el proyecto de un buque mercante, incluido su aparejo, presupuesto, estabilidad en distintas cargas, etc. En el año 1841, bajo Elbertzhagen, quien tomó la dirección de la Escuela tres años después de la muerte de Klavitter, se introdujo en los estudios de constructor naval el Cálculo diferencial e integral, Mecánica y proyecto de un buque de vapor. La Escuela pasa poco después (1847) a un edificio nuevo construido en Grabow, donde permanece hasta el año 1861, y es en este año trasladada a Berlín y agregada a la Real Escuela Industrial.

A partir de este momento, no ha vuelto a existir en Alemania una Escuela de Ingenieros navales, «aislada». La Real Escuela Industrial contaba por entonces con unos 400 alumnos y

tenía dos secciones: una para técnica general y otra para técnicas especiales: Mecánica, Química, Metalurgia y, a partir de esta fecha, Construcción Naval.

Creemos que ha sido de extraordinaria importancia para la construcción naval alemana, la decisión de agregar la Escuela de ingenieros navales a la Escuela Industrial, y creemos que es uno de los puntos más importantes e interesantes para nosotros y que no debemos pasar por alto. El hecho escueto, es así: A los 27 años de fundada la primera Escuela de ingenieros navales, es agregada a un centro de enseñanza múltiple al que lleva ya unida 70 años. Deben ser extraordinariamente interesantes los resultados obtenidos con esta anexión. Y creemos que para juzgarlos, nada mejor que conocer la opinión de los actuales ingenieros sobre esta unión, juicio que, naturalmente, a través de tantos años, no es influido por apasionamientos y se basa solo en la calidad de los resultados. Y como juicio representativo de la opinión de clase sobre el hecho, recogeremos unas líneas de la publicación de la «Latte» con motivo de su 50 aniversario, publicación que por ser de carácter íntimo, expone con exactitud y claridad a veces chocantes, hechos y juicios ligados estrechamente con la vida de la ingeniería naval alemana. Dice así:

«La anexión de la Escuela a la Real Escuela Industrial, fué una notable mejora en dos sentidos: En primer lugar, el ingeniero-estudiante, al entrar en contacto con una organización Politécnica, tuvo la posibilidad de instruirse en muchos asuntos que no era posible explicarle en la Escuela de Grabow con solo dos profesores, por ejemplo: estaba entonces empezando la máquina marina de vapor y, como resultado de la anexión, ya en el plan de estudios del mismo año 61 figura la máquina de vapor para los ingenieros navales, quienes estudian la máquina de vapor terrestre que después había de ser modificada por ellos; de la misma manera, se ocupan de muchas otras cuestiones de las cuales la construcción naval no depende inmediatamente, pero cuyo desarrollo influye sobre ella poderosamente. Su horizonte, hasta entonces unilateral y reducido, se amplió considerablemente con el trato con técnicos de otras profesiones.

»Otra ventaja resultante de la anexión, fué el apoyo decidido que le prestó el Almirantazgo desde el momento del traslado a Berlín,

»poniendo a su disposición al viejo y acreditado
»Elbertzhagen (que había sido ya Director de
»la Escuela cuando ésta era independiente) y al
»joven e inteligente ingeniero Koch...

»La circunstancia de que la cátedra de bu-
»ques de guerra solo puede ser fructífera estan-
»do en íntimo contacto con el Almirantazgo, es
»la razón principal de porqué todos los intentos
»que se han realizado posteriormente para lle-
»var la Escuela fuera de Berlín, a una población
»de la costa, a pesar de que la Escuela de Ber-
»lín no puede ya contener el número de estu-
»diantes que a ella concurren, y a pesar de que
»en la Escuela Técnica Superior de Danzig
»existe una sección para Ingeniería Naval, no
»ha surtido nunca efecto por tropezar, en pri-
»mer término, con la firme oposición del Almi-
»rantazgo. En contra de esta ventaja está la del
»más íntimo contacto con el mar que solo pue-
»de ofrecer una población costera». Este inconveniente se atenúa con los viajes de estudio y con el año de prácticas en un Astillero que se exige al alumno antes de examinarlo.

El juicio que acabamos de exponer es, a a nuestra manera de ver, digno de atención por ser la opinión que actualmente merecen, reformas efectuadas ya hace muchos años en este país y que en diferentes ocasiones han sido propuestas en el nuestro.

Otro hecho trascendental se presenta en el desenvolvimiento de la enseñanza de la Ingeniería Naval en estos años: la división en Ingenieros Navales e Ingenieros de máquinas marinas. Esta división se reconoció como conveniente y se llevó a la práctica en el curso de 1877-1878, o sea, hace ya 52 años!! Durante los primeros años que siguieron a esta división, los estudios eran casi iguales para los ingenieros de una y otra rama, pero los *ejercicios* que son los que más tiempo absorben y sobre los que verdaderamente se *desarrolla* el Ingeniero, eran adecuados a cada especialidad.

En el año 1844 se inaugura la magnífica «Escuela Técnica Superior de Berlín-Charlottenburgo» y a ella fueron trasladados los alumnos de Ingeniería Naval y en ella permanecen desde entonces. Al pasar a la Escuela Técnica Superior (Technische Hochschule) tenía la sección de Ingeniería Naval unos 30 alumnos. Este número fué considerado pequeño para formar una Sección de Ingeniería Naval en el nuevo Politécnico, por lo cual fué agregada a la Sección de Maquinaria General como una de sus

subdivisiones. Pero los resultados no fueron satisfactorios: la subdivisión de Ingeniería Naval contaba sólo con cuatro profesores y era para ellos materialmente imposible orientar hacia la Construcción Naval a sus alumnos procedentes de las aulas de Maquinaria General y, en vista de ello, diez años más tarde, y después de muchos esfuerzos, se constituyó de nuevo la Ingeniería Naval como sección independiente.

Y de esta manera entramos en el siglo actual.

En el año 1904 se inaugura la Escuela Técnica Superior de Danzig, entonces ciudad alemana, y en ella se creó una nueva sección para la formación de Ingenieros Navales. Al quedar constituida como ciudad independiente después de la guerra, por efecto del Tratado de Versalles, vuelve a ser la Escuela Técnica Superior de Berlín la única escuela alemana para Ingenieros Navales. A pesar de todo, sigue existiendo un íntimo contacto entre profesores y alumnos de una y otra Escuela, que se consideran mutuamente como compañeros.

Fueron éstos, años de esplendor para la industria alemana y no ciertamente de menos para la industria naval. Vino después la Guerra, la enseñanza fué abandonada, pues no era tiempo de formar inteligencias, sino de exprimir las existentes. Pasó la pesadilla, y la Escuela reanudó sus trabajos, muy debilitada, pero con ansia de revivir.

Y llegamos a la creación de la carrera de Ingeniero de aviones. Implantada en el año 1923 como una nueva sección de la de Ingeniería naval, fué necesario crear tan sólo una cátedra para crear la carrera. Tal es la analogía existente entre estas especialidades.

Y con ello hemos alcanzado los tiempos presentes.

Hoy en día, la Escuela Técnica Superior de Berlín, cuenta con más de 6.000 alumnos que acuden a sus aulas para escuchar o practicar en las 1.232 asignaturas que en ella se cursan y dispone de unos 470 profesores, incluyendo los profesores auxiliares.

Sus estudios están distribuidos en cuatro facultades: I, *Ciencias Generales*; II, *Construcción*; III, *Maquinaria*; IV, *Materiales*. La facultad de *Ciencias Generales* comprende matemáticas, ciencias naturales y ciencias económicas. La de *Construcción* abarca Arquitectura e Ingenieros constructores. En la de *Materiales* estudian los Ingenieros de minas, los metalúrgicos y los químicos, y la de *Maquinaria* se divi-

de en dos secciones: la 1.^a, para Ingenieros de máquinas en general e Ingenieros electricistas, y la 2.^a, para Ingenieros Navales, Ingenieros de Máquinas Marinas e Ingenieros constructores de aviones.

Los ingenieros de aviones y los de buques forman dentro de la Escuela una sección perfectamente definida y diferenciada. Es la menos numerosa de todas y, sin embargo, es la de mayor vida interior y exterior. El número de alumnos que concurren a esta sección es aproximadamente de unos 360, de los cuales unos 190 se dedican a aviones y unos 170 a buques. Los 170 que se dedican a buques se distribuyen entre arquitectos navales e ingenieros de máquinas, casi exactamente a mitad y mitad. Las diferencias suelen ser pequeñas: 4 ó 5 alumnos más, unas veces en una especialidad, otros años en la otra.

Los dos primeros años de la carrera son comunes a todos los alumnos. En el tercer año se separan las tres especialidades en algunas asignaturas, pero siguen cursando juntos la mayoría de ellos. La verdadera separación no se alcanza hasta el 4.^o y último año, en el cual son distintas casi todas las asignaturas, aunque siguen teniendo algunas comunes. La principal diferencia entre las tres carreras estriba en los ejercicios que en cada caso son aplicaciones a su rama particular.

Es fácil darse cuenta exacta de hasta qué punto llega la conexión entre estas tres carreras, sin más que examinar los planes de estudio que ponemos a disposición de quien por ellos se interese. Sin embargo, para formarse una idea muy completa, basta considerar el siguiente hecho:

La sección de Ingenieros navales, Ingenieros de máquinas marinas e Ingenieros de aviones oye, en los primeros años, las conferencias de diecisiete profesores de la Facultad de Máquinas en general. Para formar sobre esta base preparatoria a los Ingenieros navales o Arquitectos navales como algunos prefieren llamarlos, la sección de buques dispone de nueve profesores exclusivos, que sólo dan clases en la sección de buques. Estos nueve profesores son los mismos que forman a los Ingenieros de máquinas marinas: La única diferencia estriba en que mientras las asignaturas de máquinas son estudiadas con mayor atención y profundidad por los ingenieros de máquinas, los navales las estudian más ligeramente y viceversa. Y para

formar los ingenieros de aviones ha bastado elegir adecuadamente las conferencias que oyen los ingenieros navales y los de máquinas marinas y agregar un solo profesor para los temas absolutamente especializados.

Este último hecho es de extraordinaria importancia y recomendamos a los oyentes que lo comprueben a la vista de los planes de estudio. Y decimos que es de capital importancia, recordando que Alemania, que es la nación europea de mayor tráfico aéreo y de mayor industria aérea y en la cual la ingeniería del avión constituye un sumando de consideración en la economía nacional, ha necesitado solo crear una cátedra en el Politécnico de Berlín para crear la carrera de Ingeniero de aviones a la que concurren unos 190 alumnos con una producción de unos treinta ingenieros de aviones por año. Es conveniente comparar esta orientación, tan económica y, sin embargo, de resultados tan eficaces, con la adoptada en España hace bien poco para crear esta carrera cuya importancia no creemos que pueda ser en algún tiempo comparable a la que tiene en Alemania. Creemos que la diferencia es, en esencia, diferencia de organización y ofrecemos el asunto a nuestros distinguidos compañeros que cursan actualmente los estudios de Ingeniero aerodinámico porque su criterio y sus palabras pueden influir en el futuro desarrollo y desenvolvimiento de esta carrera acabada de nacer.

Hubiera querido extenderme a la organización de los servicios de Ingeniería dentro de la Marina, pero el tema de esta conferencia es árido y temo cansaros y es, por otra parte, asunto de demasiada importancia para ser tratado a la ligera.

Me limitaré, pues, a resumir en cuatro palabras lo que, a mi entender, constituye las enseñanzas principales que debemos extraer de la organización de los estudios de Ingeniero Naval en Alemania.

I.—*Los estudios de Ingeniero Naval adquirieron su solidez y su prestigio a partir del momento en que dejaron de formar una Escuela independiente para agregarse al Instituto Industrial primero, y a la Escuela Técnica Superior después.*—Las ventajas de su anexión al Politécnico las ve claramente quien las toca. El Profesorado de todas las asignaturas generales (que forman aproximadamente la mitad de la carrera) y que suele ser el más flojo en nuestras Academias por ser asuntos que ofrecen

poco atractivo al Ingeniero especialista, resulta excelente en un Centro General de Enseñanza. Dispone de Laboratorios, Centros de Investigación. Bibliotecas, conferencias periódicas y otras innumerables ventajas que es imposible procurar en una Escuela con un corto número de alumnos.

Refiriéndonos en particular al caso del Politécnico de Berlín, mencionaremos además de los centros de investigación sobre las ciencias, base de todas las especialidades, el laboratorio de resistencia de materiales dirigido hacia elementos de Construcción Naval cuyos trabajos son conocidos a través del nombre del Profesor Dr. Schnadel, el Laboratorio de investigación sobre Física de las Corrientes, dirigido por el Profesor Dr. Föttinger, el canal de pruebas de modelos de 167 metros de longitud, dirigido por el Dr. Weinblum, el centro de experiencias sobre soldadura, dirigido por el Dr. Hilpert, el Seminario de construcción de buques y máquinas marinas, las conferencias de la «Schiffbautechnische Gesellschaft», la Biblioteca, etc., etc.

Existe además la posibilidad de formarse más completamente dentro de la especialidad. Con una Escuela aislada, todos los alumnos deben seguir las mismas asignaturas y resultan ingenieros cortados a patrón fijo. En cambio, dentro de un centro Politécnico es posible profundizar un asunto determinado en vista de una posterior aplicación. Un ejemplo aclarará mejor esta idea.

Supongamos un estudiante de Ingeniero Naval que desee dedicarse especialmente a *propulsión*. El asunto es interesantísimo hoy que se construye un tanque de pruebas en Madrid. En nuestras Escuelas, tropezará inmediatamente con la dificultad de que las matemáticas superiores que se le enseñan, aunque suficientes para el término medio de los Ingenieros Navales, no lo son en este caso particular. Por otra parte, no se puede exigir tampoco que por la posibilidad de que un corto número de alumnos se dedique a Propulsión, mantenga la Escuela una cátedra especial sobre matemáticas superiores. He aquí las ventajas que ofrece un Politécnico.

Otro ejemplo. Supongamos que otro alumno trata de estudiar la aplicación de la soldadura eléctrica a la construcción de cascos de buques. Nuestro ingeniero *patrón* necesitará profundizar los conocimientos de metalografía

que se le dan en la clase general por ser insuficientes. Y para hacer esta ampliación un Politécnico ofrece un profesorado excelente que permite al alumno aprender con poco trabajo lo que de otra forma le costará mucho tiempo llegar a dominar.

Quizá algún espíritu independiente proteste en su interior y no considere ventajosa una solución semejante para nuestro caso. Yo creo que esta solución es digna de estudio aunque no haya sido estudiada en casos análogos, y no hay que olvidar que los errores de organización en enseñanza se pagan muy caros.

II.—*La separación o división de los Ingenieros de buques en Ingenieros Navales y de Máquinas marinas aparece en el año 1877.*—Hace ya 52 años. Es éste un asunto sobre el que se ha hablado ya mucho en España sin haber llegado a un resultado definitivo. Quizá haya contribuido a mantener unidas las dos carreras el *convencimiento de la posibilidad de poder abarcar los conocimientos de una y otra rama con esfuerzo poco superior al normal*. Yo acepto la posibilidad de oír las conferencias sobre uno y otro tema, pero lo que es absolutamente imposible es adquirir conocimientos profundos y prácticos sobre una y otra rama y no me refiero solamente a los que enseña el ejercicio de la profesión, sino particularmente a los que deben ya haberse adquirido dentro de la carrera por medio de los ejercicios prácticos, como son: dimensionamiento y organización de mecanismos, proyectos de máquinas de vapor, turbinas, motores Diesel, etc. La rama de Ingenieros de máquinas marinas está por crear en nuestra Patria y es necesario crearla. No hay más que comparar los estudios de nuestra Escuela con los de aquí, para convencerse de que los nuestros corresponden con amplitud bastante a los de «Schiffbauingenieur», pero de ninguna manera a los de «Schiffsmaschinenbauingenieur». Los Ingenieros Navales que en España se han dedicado a la rama de máquinas, quizá nos podrían informar muy provechosamente sobre sus dificultades y trabajos durante sus primeros años de ejercicio.

III.—*La gran analogía existente entre la ingeniería naval y la ingeniería del avión.*—Prueba evidente de ello es el haber agregado los Ingenieros de aviones a la Sección de Ingenieros Navales en una Escuela como la que mencionamos, en la que por cursarse toda clase de técnicas era fácil elegir la más homóloga. Por

de en dos secciones: la 1.^a, para Ingenieros de máquinas en general e Ingenieros electricistas, y la 2.^a, para Ingenieros Navales, Ingenieros de Máquinas Marinas e Ingenieros constructores de aviones.

Los ingenieros de aviones y los de buques forman dentro de la Escuela una sección perfectamente definida y diferenciada. Es la menos numerosa de todas y, sin embargo, es la de mayor vida interior y exterior. El número de alumnos que concurren a esta sección es aproximadamente de unos 360, de los cuales unos 190 se dedican a aviones y unos 170 a buques. Los 170 que se dedican a buques se distribuyen entre arquitectos navales e ingenieros de máquinas, casi exactamente a mitad y mitad. Las diferencias suelen ser pequeñas: 4 ó 5 alumnos más, unas veces en una especialidad, otros años en la otra.

Los dos primeros años de la carrera son comunes a todos los alumnos. En el tercer año se separan las tres especialidades en algunas asignaturas, pero siguen cursando juntos la mayoría de ellos. La verdadera separación no se alcanza hasta el 4.^o y último año, en el cual son distintas casi todas las asignaturas, aunque siguen teniendo algunas comunes. La principal diferencia entre las tres carreras estriba en los ejercicios que en cada caso son aplicaciones a su rama particular.

Es fácil darse cuenta exacta de hasta qué punto llega la conexión entre estas tres carreras, sin más que examinar los planes de estudio que ponemos a disposición de quien por ellos se interese. Sin embargo, para formarse una idea muy completa, basta considerar el siguiente hecho:

La sección de Ingenieros navales, Ingenieros de máquinas marinas e Ingenieros de aviones oye, en los primeros años, las conferencias de diecisiete profesores de la Facultad de Máquinas en general. Para formar sobre esta base preparatoria a los Ingenieros navales o Arquitectos navales como algunos prefieren llamarlos, la sección de buques dispone de nueve profesores exclusivos, que sólo dan clases en la sección de buques. Estos nueve profesores son los mismos que forman a los Ingenieros de máquinas marinas: La única diferencia estriba en que mientras las asignaturas de máquinas son estudiadas con mayor atención y profundidad por los ingenieros de máquinas, los navales las estudian más ligeramente y viceversa. Y para

formar los ingenieros de aviones ha bastado elegir adecuadamente las conferencias que oyen los ingenieros navales y los de máquinas marinas y agregar un solo profesor para los temas absolutamente especializados.

Este último hecho es de extraordinaria importancia y recomendamos a los oyentes que lo comprueben a la vista de los planes de estudio. Y decimos que es de capital importancia, recordando que Alemania, que es la nación europea de mayor tráfico aéreo y de mayor industria aérea y en la cual la ingeniería del avión constituye un sumando de consideración en la economía nacional, ha necesitado solo crear una cátedra en el Politécnico de Berlín para crear la carrera de Ingeniero de aviones a la que concurren unos 190 alumnos con una producción de unos treinta ingenieros de aviones por año. Es conveniente comparar esta orientación, tan económica y, sin embargo, de resultados tan eficaces, con la adoptada en España hace bien poco para crear esta carrera cuya importancia no creemos que pueda ser en algún tiempo comparable a la que tiene en Alemania. Creemos que la diferencia es, en esencia, diferencia de organización y ofrecemos el asunto a nuestros distinguidos compañeros que cursan actualmente los estudios de Ingeniero aerodinámico porque su criterio y sus palabras pueden influir en el futuro desarrollo y desenvolvimiento de esta carrera acabada de nacer.

Hubiera querido extenderme a la organización de los servicios de Ingeniería dentro de la Marina, pero el tema de esta conferencia es árido y temo cansaros y es, por otra parte, asunto de demasiada importancia para ser tratado a la ligera.

Me limitaré, pues, a resumir en cuatro palabras lo que, a mi entender, constituye las enseñanzas principales que debemos extraer de la organización de los estudios de Ingeniero Naval en Alemania.

1.—*Los estudios de Ingeniero Naval adquirieron su solidez y su prestigio a partir del momento en que dejaron de formar una Escuela independiente para agregarse al Instituto Industrial primero, y a la Escuela Técnica Superior después.*—Las ventajas de su anexión al Politécnico las ve claramente quien las toca. El Profesorado de todas las asignaturas generales (que forman aproximadamente la mitad de la carrera) y que suele ser el más flojo en nuestras Academias por ser asuntos que ofrecen

poco atractivo al Ingeniero especialista; resulta excelente en un Centro General de Enseñanza. Dispone de Laboratorios, Centros de Investigación, Bibliotecas, conferencias periódicas y otras innumerables ventajas que es imposible procurar en una Escuela con un corto número de alumnos.

Refiriéndonos en particular al caso del Politécnico de Berlín, mencionaremos además de los centros de investigación sobre las ciencias, base de todas las especialidades, el laboratorio de resistencia de materiales dirigido hacia elementos de Construcción Naval cuyos trabajos son conocidos a través del nombre del Profesor Dr. Schnadel, el Laboratorio de investigación sobre Física de las Corrientes, dirigido por el Profesor Dr. Föttinger, el canal de pruebas de modelos de 167 metros de longitud, dirigido por el Dr. Weinblum, el centro de experiencias sobre soldadura, dirigido por el Dr. Hilpert, el Seminario de construcción de buques y máquinas marinas, las conferencias de la «Schiffbautechnische Gesellschaft», la Biblioteca, etc., etc.

Existe además la posibilidad de formarse más completamente dentro de la especialidad. Con una Escuela aislada, todos los alumnos deben seguir las mismas asignaturas y resultan ingenieros cortados a patrón fijo. En cambio, dentro de un centro Politécnico es posible profundizar un asunto determinado en vista de una posterior aplicación. Un ejemplo aclarará mejor esta idea.

Supongamos un estudiante de Ingeniero Naval que desee dedicarse especialmente a *propulsión*. El asunto es interesantísimo hoy que se construye un tanque de pruebas en Madrid. En nuestras Escuelas, tropezará inmediatamente con la dificultad de que las matemáticas superiores que se le enseñan, aunque suficientes para el término medio de los Ingenieros Navales, no lo son en este caso particular. Por otra parte, no se puede exigir tampoco que por la posibilidad de que un corto número de alumnos se dedique a Propulsión, mantenga la Escuela una cátedra especial sobre matemáticas superiores. He aquí las ventajas que ofrece un Politécnico.

Otro ejemplo. Supongamos que otro alumno trata de estudiar la aplicación de la soldadura eléctrica a la construcción de cascos de buques. Nuestro ingeniero *patrón* necesitará profundizar los conocimientos de metalografía

que se le dan en la clase general por ser insuficientes. Y para hacer esta ampliación un Politécnico ofrece un profesorado excelente que permite al alumno aprender con poco trabajo lo que de otra forma le costará mucho tiempo llegar a dominar.

Quizá algún espíritu independiente proteste en su interior y no considere ventajosa una solución semejante para nuestro caso. Yo creo que esta solución es digna de estudio aunque no haya sido estudiada en casos análogos, y no hay que olvidar que los errores de organización en enseñanza se pagan muy caros.

II.—*La separación o división de los Ingenieros de buques en Ingenieros Navales y de Máquinas marinas aparece en el año 1877.*—Hace ya 52 años. Es éste un asunto sobre el que se ha hablado ya mucho en España sin haber llegado a un resultado definitivo. Quizá haya contribuido a mantener unidas las dos carreras el *convencimiento de la posibilidad de poder abarcar los conocimientos de una y otra rama con esfuerzo poco superior al normal*. Yo acepto la posibilidad de oír las conferencias sobre uno y otro tema, pero lo que es absolutamente imposible es adquirir conocimientos profundos y prácticos sobre una y otra rama y no me refiero solamente a los que enseña el ejercicio de la profesión, sino particularmente a los que deben ya haberse adquirido dentro de la carrera por medio de los ejercicios prácticos, como son: dimensionamiento y organización de mecanismos, proyectos de máquinas de vapor, turbinas, motores Diesel, etc. La rama de Ingenieros de máquinas marinas está por crear en nuestra Patria y es necesario crearla. No hay más que comparar los estudios de nuestra Escuela con los de aquí, para convencerse de que los nuestros corresponden con amplitud bastante a los de «Schiffbauingenieur», pero de ninguna manera a los de «Schiffsmaschinenbauingenieur». Los Ingenieros Navales que en España se han dedicado a la rama de máquinas, quizá nos podrían informar muy provechosamente sobre sus dificultades y trabajos durante sus primeros años de ejercicio.

III.—*La gran analogía existente entre la ingeniería naval y la ingeniería del avión.*—Prueba evidente de ello es el haber agregado los Ingenieros de aviones a la Sección de Ingenieros Navales en una Escuela como la que mencionamos, en la que por cursarse toda clase de técnicas era fácil elegir la más homóloga. Por

otra parte, el hecho de haber exigido solo la entrada de un profesor especial para aviación es de significación definitiva. Y no quiero insistir más sobre este punto por haberlo ya hecho anteriormente.

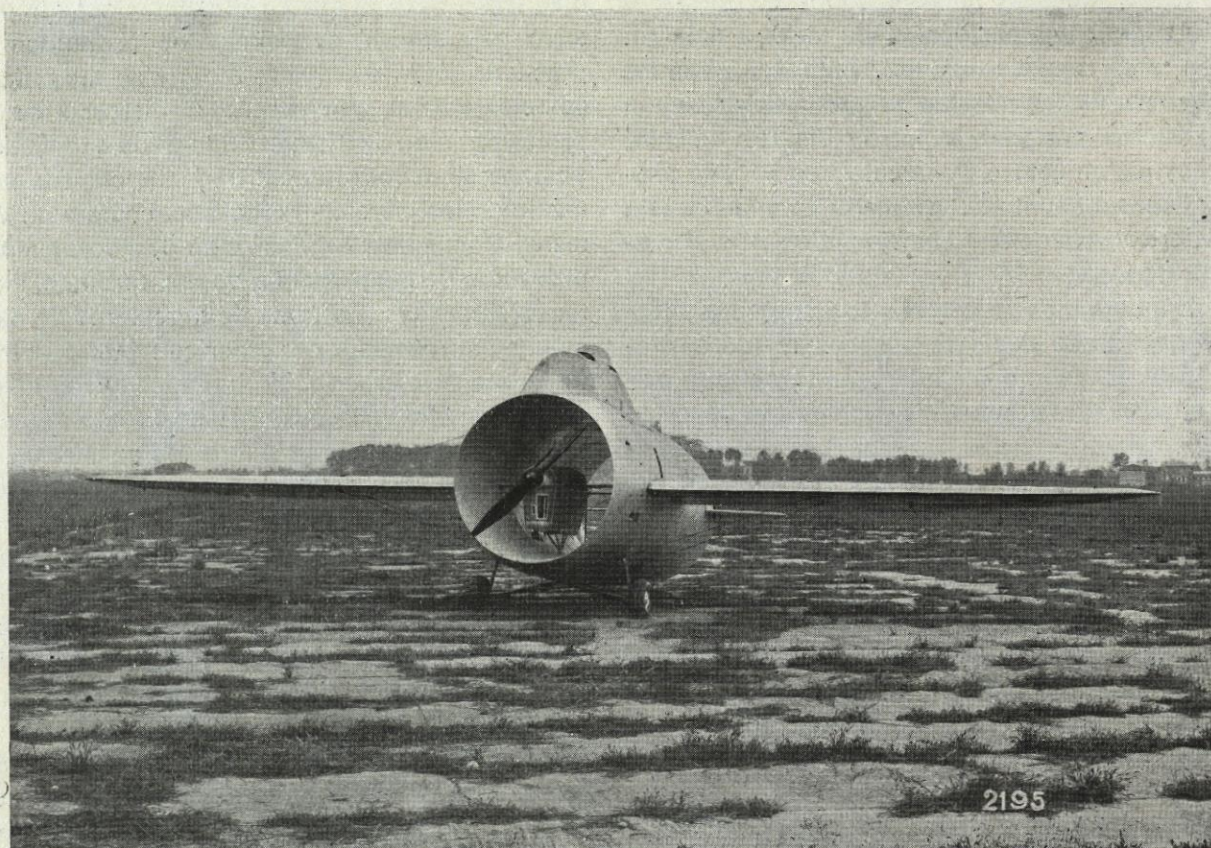
Otras muchas características convendría señalar: Fijeza, competencia y emolumentos elevados de los profesores (tres condiciones inseparables), laboratorios de ensayos y prácticas, etc., pero creemos que estas son características de *toda* Escuela bien organizada y por sabido lo callamos.

Hoy día en que se trata del traslado de nuestra querida Escuela donde tantos buenos y malos ratos hemos pasado y donde tanto he-

mos trabajado, quizá sin alcanzar el rendimiento que podía esperarse, hoy que se trata de su reorganización, creemos necesario pesar las ventajas e inconvenientes de un paso en cualquier sentido y una vez madurado y fijado el plan más conveniente, emprenderlo decididamente. Y para lograrlo es necesario que cada uno de nosotros aporte su trabajo con entusiasmo y buena voluntad hasta alcanzar un éxito rotundo. ¡Ojalá llegue pronto la fecha en que se coloque a altura suficiente para darse la mano con la Escuela de Berlín! Yo no creo que sea imposible, y con toda mi alma deseo que llegue a ser una realidad próxima.

Un nuevo tipo de aeroplano

por Magg. Carlo de Rysky



Aunque no sea este asunto el más apropiado para INGENIERIA NAVAL, creemos interesan-

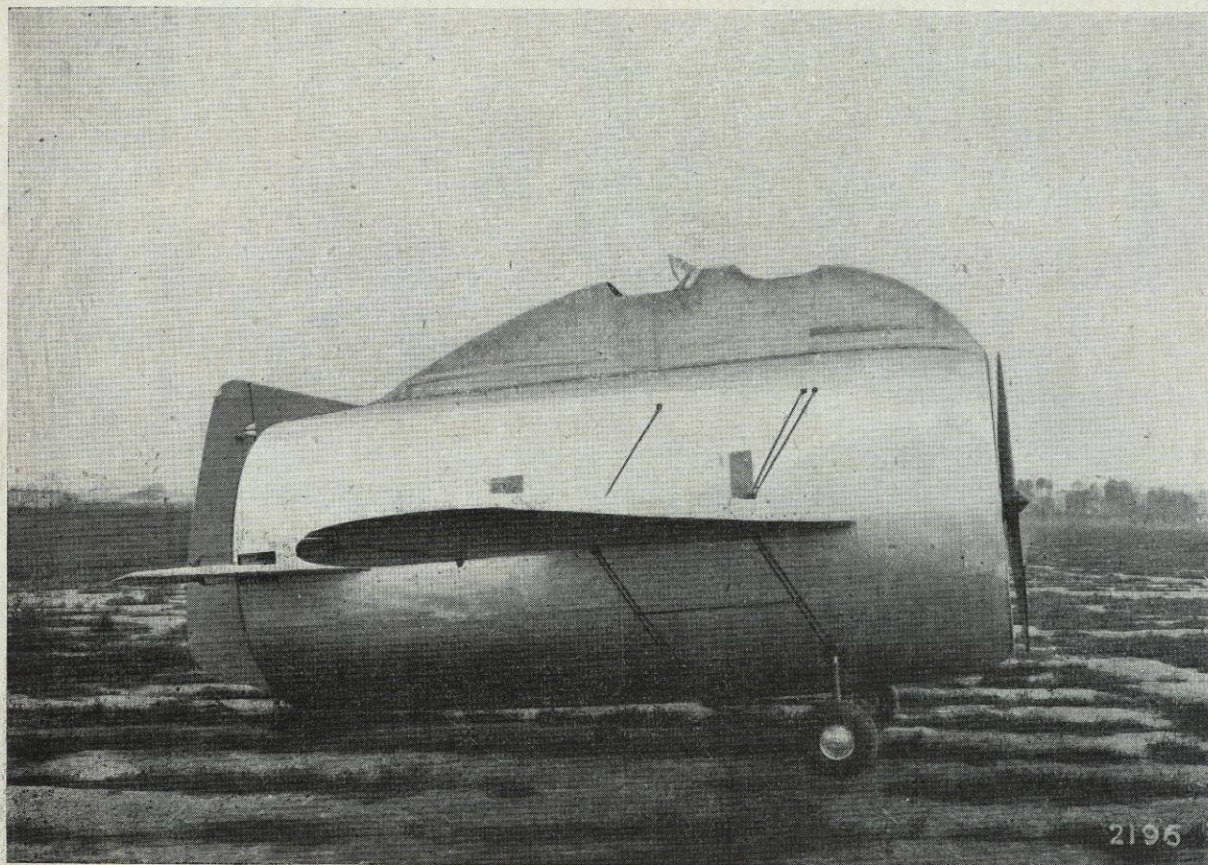
te, dada la novedad que representa, publicar algunos datos y fotografías del nuevo aeroplano.

no de 120 HP construido según proyecto del Ingeniero Stipa, en los talleres Caproni.

Es un aparato de formas completamente distintas a las usuales, por ahora tiene carácter experimental, y se ha construido con las dimensiones aproximadas a las de un aparato de turismo de dos plazas, destinado a hacer palpables las ventajas que se deducen de los experi-

fijación, y en la posterior de timones, cuyos planos fijos van sujetos al cuerpo del tonel.

El motor va dentro del cuerpo, colocado en la parte delantera, fijo en un armazón sencillo y robusto de tubos de acero, la hélice acoplada al motor es del mismo diámetro del cuerpo, va colocada enrasando justo con el extremo anterior del tonel.



mentos llevados a cabo en el túnel aerodinámico.

En los vuelos realizados, se ha demostrado que posee grandes ventajas en comparación con los aparatos ordinarios de la misma potencia, es mucho más manejable y más equilibrado, habiendo funcionado satisfactoriamente a velocidades comprendidas entre límites muy separados.

El aparato está construido todo él de madera, con el contrachapeado correspondiente y forrado con tela; consta de un cuerpo que tiene la forma de un gran tonel sin fondos, provisto en su parte anterior de dos alas de sección delgada con los correspondientes vientos de

El tren de aterrizaje es de patas independientes, con ruedas provistas de neumáticos de baja presión.

En la parte alta va el puesto de mando, de formas apropiadas para oponer la menor resistencia a la marcha.

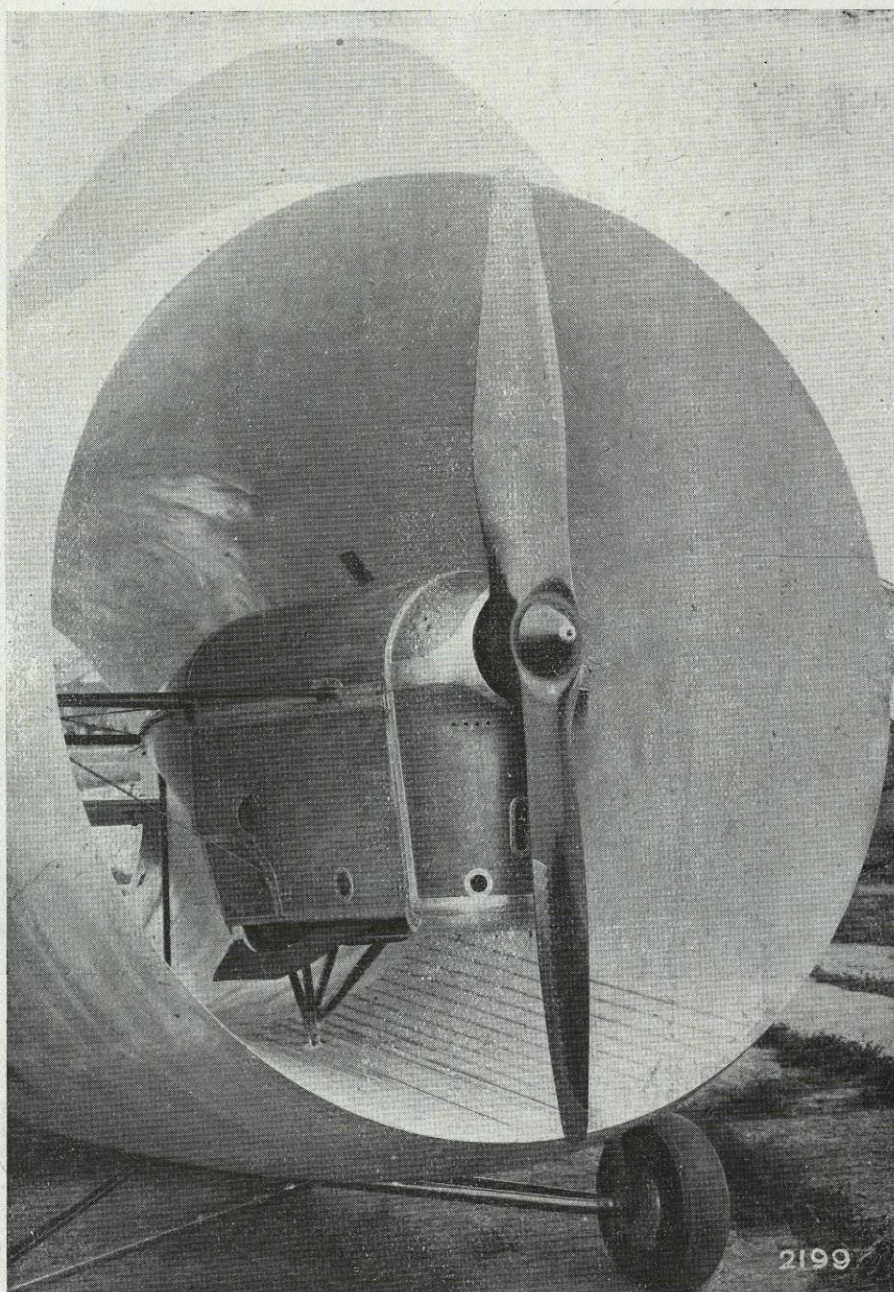
Las características principales son:

Envergadura.....	14,30 mts.
Longitud.....	5,90 »
Altura.....	3,00 »
Superficie total de sustentación.....	19,00 mts. cuad. ^{os}
Peso en vacío.....	600 kgs.
Carga útil.....	200 »
Peso total.....	800 »

Con objeto de aprovechar mejor la potencia del motor, ha substituído el fuselaje normal por el tubular que se aprecia en las fotografías, exteriormente tiene perfil de ala para disminuir la resistencia, interiormente se le da la forma que

gar a remólinos, lo que se traduce también en una pérdida de potencia.

Al salir la vena impulsada por la hélice, se contrae hasta un punto de sección mínima, que se corresponde con la mínima sección del fuse-



se adapte a la vena de aire que pone en movimiento la hélice.

Es muy importante que se adapte completamente a la vena aérea, si fuese de menor sección que ella opondría una resistencia al movimiento, y si fuese de mayor diámetro, daría lu-

laje, el cual de este modo no solo no opone ninguna resistencia al avance, sino que debido a encontrarse en la periferia de una vena en movimiento, sufre en sus paredes una depresión que dará lugar a una componente en la dirección del movimiento.

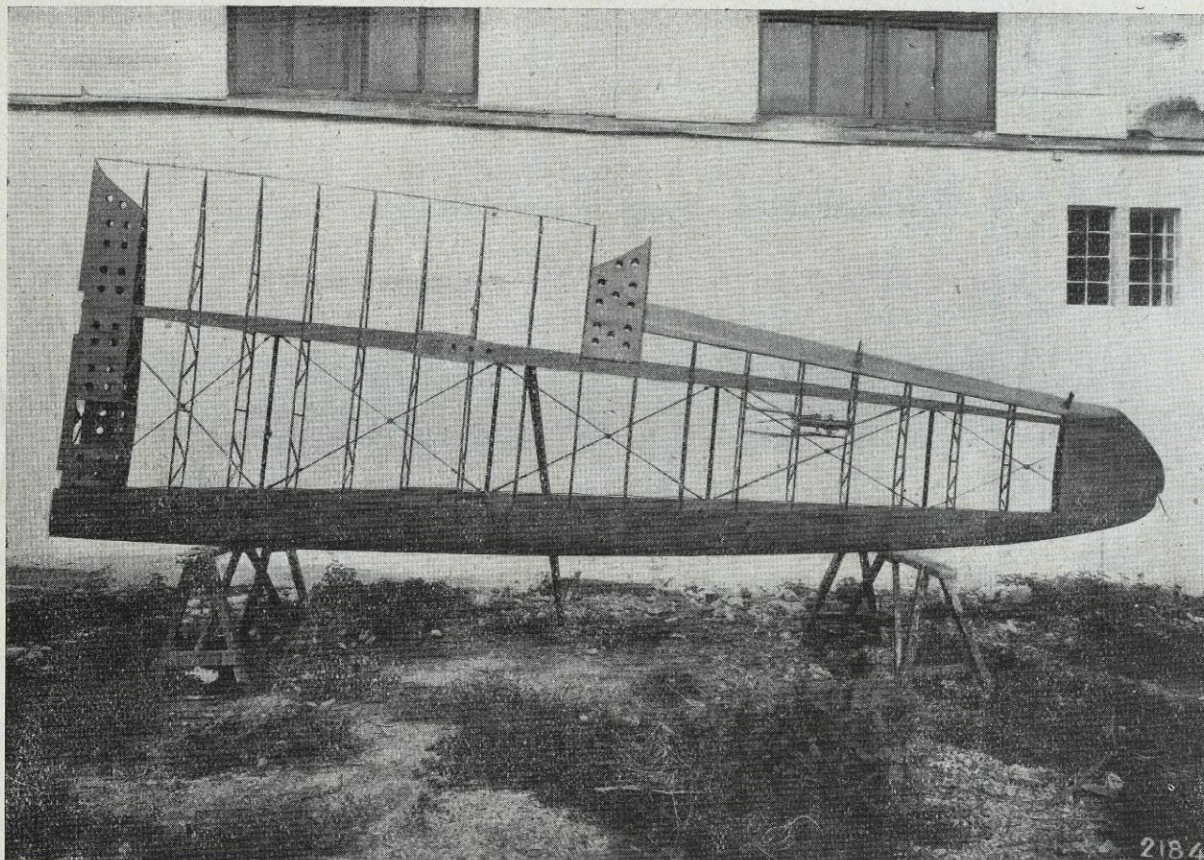
Después de la sección mínima, se dilata la vena, lo que hace actuar automáticamente, por la transformación de la energía estática en dinámica, otra presión sobre las paredes que también tendrá una componente que favorece a la marcha.

Así pues, el nuevo sistema de propulsión presenta dos ventajas:

En un aparato como el descrito, del tipo turismo, es conveniente observar que:

a) El fuselaje tubular está íntimamente ligado a las dimensiones de la hélice.

b) Que el diámetro de la hélice varía al cambiar la potencia del motor como la raíz quinta de ella, con el mismo número de revoluciones por minuto.



a) La reacción positiva de la vena sobre las paredes interiores del fuselaje.

b) La disminución de las resistencias pasivas que en otros aparatos ejercen las estructuras colocadas detrás de la hélice.

Este fuselaje tubular aumenta mucho la estabilidad del aparato, sea porque es superficie portante bajo los diversos ángulos de incidencia o porque la corriente de aire que le atraviesa constituye un verdadero rail aéreo en que se meten los timones. Además desaparecen las vibraciones de la cola, puesto que los timones están sólidamente fijados al fuselaje, mientras que la sensibilidad de los mandos es siempre muy grande, sin ser disminuído como en los otros tipos por la «sombra» del fuselaje y de las alas.

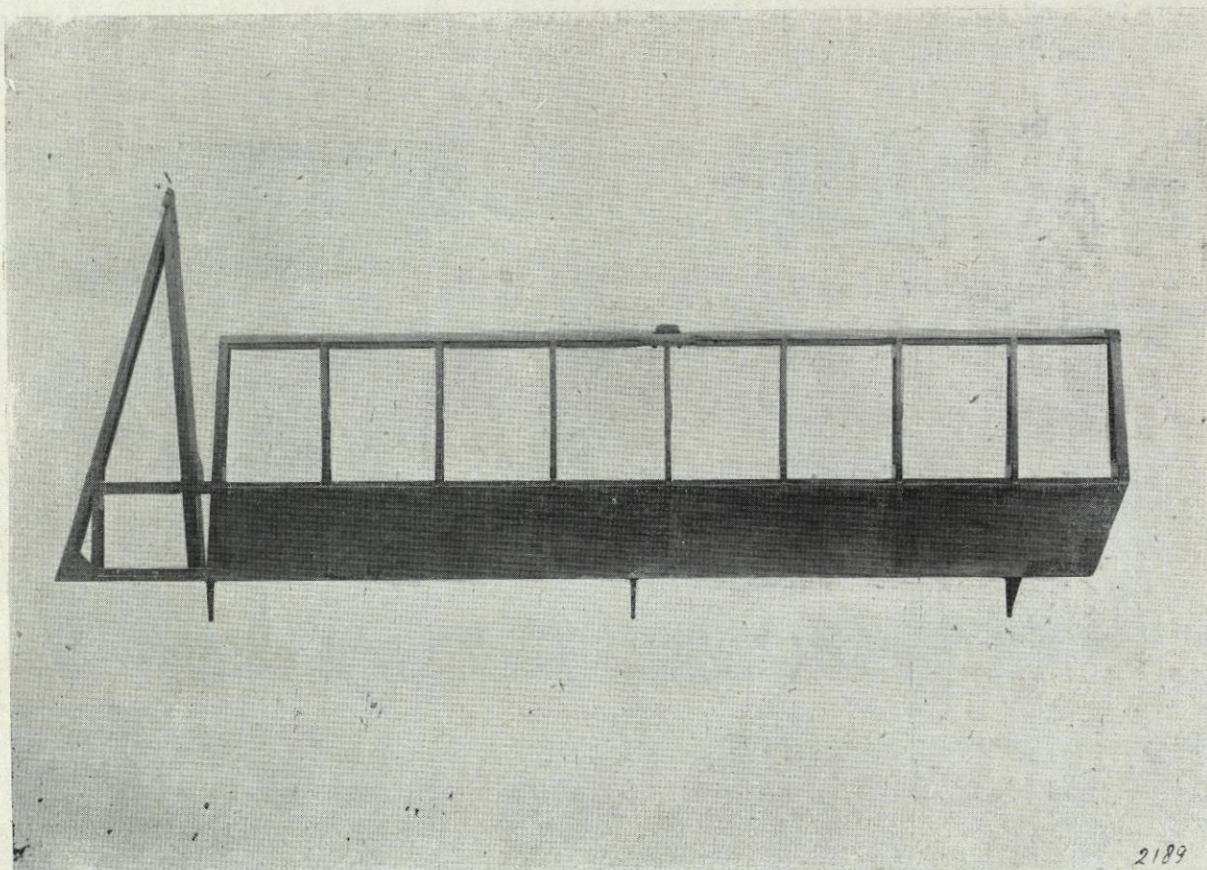
c) Por tanto, un aparato de poca potencia tendrá un fuselaje-tubular casi de las mismas dimensiones que uno de gran potencia.

Considerando ahora su posible aplicación a grandes aparatos de más de un motor, resulta que las dimensiones relativas entre el aparato y el diámetro de la hélice serán muy distintas al caso considerado hasta ahora y los fuselajes tubulares podrán ir alojados en las alas, consiguiéndose una gran ligereza en la construcción, disminución de la resistencia a la marcha, aumento de la estabilidad transversal y formas sencillas.

Todos los grandes aparatos actuales, el «Dornier Wall», el «Caproni» de 6.000 HP. tienen unas formas análogas a las de los aparatos

de pequeña y media potencia, de los que parecen derivados sin cambios fundamentales, y han dado unos resultados que aun siendo apreciables no corresponden con el esfuerzo técnico

En cambio, al ver este pequeño aparato «Stipa», constituido casi enteramente por la hélice y el tubo, se siente la impresión de hallarse no ante un aeroplano completo, sino ante



y económico que han exigido, y hay bastantes técnicos que suponen que representan el límite a que se puede llegar con los principios adoptados hasta hoy.

una parte de una máquina gigantesca, sin terminar aún; y quizá sea este el nuevo principio que haga posible las grandes construcciones aéreas del porvenir.

Los primeros trabajos publicados por el laboratorio hidrodinámico para experiencias de arquitectura naval de Roma⁽¹⁾

por Rafael de León, Ingeniero Naval

El laboratorio hidrodinámico para experiencias de Arquitectura Naval de Roma ha publicado el primer volumen de sus Anales.

En vísperas de inaugurarse el L. H. español (que tanto interés despertó en nuestro primer Congreso de Ingeniería Naval) nada más atrayente para todos los Ingenieros Navales españoles, que este primer volumen del L. H. de Roma, publicado bajo la gran autoridad de su Presidente, el General Inspector del Genio Naval Italiano, Giuseppe Rota.

Dividiremos su estudio en cuatro partes.

1.^a *Organización*.—El L. H. depende del Ministerio de Comunicaciones.

Está regido por un Presidente y un Consejo de Administración. El control de la parte económica está a cargo de un Colegio de Revisores.

El Presidente lo nombra por R. D. el Ministerio de comunicaciones, de acuerdo con los de Marina y Hacienda.

Se elige entre los técnicos de la especialidad por cuatro años, pudiendo ser reelegido.

El Presidente tiene a su cargo el mando del L. H. en todos sus aspectos y muy especialmente en el Técnico.

El Consejo de Administración se compone del Presidente y siete miembros, que son:

El Presidente del comité de proyectos de buques de la Armada.

El Director General de Construcciones Navales de la Armada.

El Director General de la Marina Mercante del Ministerio de Comunicaciones.

El Presidente del Registro Italiano Naval y Aeronáutico.

(1) Creemos más apropiada la denominación de «Laboratorio hidrodinámico para experiencias de Arquitectura Naval» que la usual y más abreviada «Tanque de experiencias». En lo sucesivo emplearemos simplemente las iniciales L. H.

Un representante del Consorcio de Constructores Navales.

Dos Miembros nombrados por el Ministerio de Comunicaciones

El Colegio de Revisores está formado por tres miembros, uno de cada uno de los Ministerios de Comunicaciones, Hacienda y Marina.

El personal del L. H. lo forman:

a) Cinco Ingenieros Navales (dos encargados de realizar las experiencias de remolque de carenas y hélices, y tres de desarrollar los cálculos y proyectos necesarios.)

b) Un funcionario administrativo que hace también de secretario.

c) Un delineante-calculista.

d) Diez operarios especialistas.

e) Cuatro empleados para servicio y vigilancia.

Los Ingenieros se eligen por libre elección o por concurso.

Todo el personal ha de pertenecer a los sindicatos fascistas.

La situación económica es la siguiente:

a) Su capital es el de sus inmuebles e instalaciones (aproximadamente 7.750.000 liras, sin contar el valor del terreno.)

b) Sus ingresos anuales están formados por: 100 000 liras del Ministerio de Comunicaciones, 50.000 del Ministerio de Marina, 10.000 del Registro Italiano Naval y Aeronáutico, 150.000 del Consorcio de Constructores Navales, mas los ingresos por experiencias realizadas y venta de los Anales.

La cantidad sobrante al fin de cada año se destina a mejorar los servicios del L. H., salvo un 10 % para constituir un prudente fondo de reserva.

Es muy interesante el artículo 6.º de los Estatutos, que dice textualmente:

«Los Consejeros podrán indicar con carácter personal o mediante propuesta al Consejo de Administración, aquellas experiencias o estudios que crean conveniente se realicen en el L. H., pero la ejecución de estos trabajos, lo mismo que los debidos a la iniciativa del Presidente, no interrumpirán el normal desarrollo de las experiencias pedidas por el Estado, los Astilleros, las Sociedades de Navegación o cualquier ciudadano, que tendrán en todos los casos absoluto derecho de preferencia».

Por creerlo útil copiamos íntegro el cuadro de las tarifas vigentes.

La tarifa primera se aplica a todos las Sociedades públicas y privadas que no contribuyen al sostenimiento del L. H.

La tarifa segunda se aplica a todos los Astilleros no asociados que contribuyen anualmente al sostenimiento del L. H.

La tarifa tercera se aplica a todos los Astilleros del Consorcio de Constructores Navales Italianos. (C. I. C. N. A.)

EXPERIENCIAS	TARIFAS		
	1. ^a	2. ^a	3. ^a
Carena desnuda y la 1. ^a serie.	6.000	4.800	4.000
id. por la 2. ^a id. .	500	400	300
id. por la 3. ^a id. .	500	400	300
Con apéndices	500	400	300
Por una serie adicional después de modificar el modelo	500	400	300
Hélice de gran diámetro, probada aisladamente	10.000	8.000	4.000
Construcción de una hélice y una serie de experiencias de autopropulsión, con una sola hélice	11.000	8.800	4.500
Id. con 2 hélices	12.000	9.600	5.000
Id. con 3 hélices	13.000	10.400	5.500
Id. con 4 hélices	14.000	11.200	6.000
Por una serie de experiencias sucesivas	2.500	2.000	1.000
Hélice de igual diámetro a la de autopropulsión, probada aisladamente	4.000	3.200	1.600

2.^a *Instalación y servicios.*—Las dimensiones principales del tanque del L. H. de Roma son $275 \times 12,50 \times 6,30$ mts. y su importancia

puede juzgarse en el adjunto cuadro, en que se dan las dimensiones de los tanques de todos los L. H. existentes y en construcción.

Localidad	Fecha	Eslera	Manga	Calado	CARRO		
					Material	Peso	
Torquay (1)	1874	85	11.00	3.00	Madera	—	
Dumbarton	1884	84	7.90	3.05	»	—	
Haslar	1886	110	6.10	2.80	»	1.30	
La Spezia (2)	1890	150	6.00	3.00	Acero	20.00	
Leningrado	1891	114	6.64	2.80	Madera	—	
Uebigau	1892	62	8.00	3.00	Acero	—	
Washington	1898	117	13.00	4.50	»	31.50	
Bremerhaven	1900	145	6.00	3.20	Madera	—	
Berlin	1902	167	8.20	4.20	Acero	9.00	
París	1905	135	10.00	4.00	»	—	
Clydebank	1908	122	6.00	2.90	Madera	—	
Hamburgo {	I	1908	165	8.00	4.50	Acero	12.50
	II	1908	185	16.00	6.75	»	23.00
	III (3)	1931	350	5.00	2.50	»	—
Michigan	1905	91	6.70	3.05	—	—	
Nagasaki	1908	132	6.00	3.05	—	—	
Tokio (4)	1910	137	6.00	3.65	Acero	—	
Teddington {	I	1911	168	9.15	3.80	»	14.50
	II	1933	206	6.10	2.75	»	4.50
Viena	1919	180	10.00	5.25	»	14.00	
Roma	1930	275	12.50	6.30	»	21.00	
Moscú	En c. on	170	—	6.50	»	—	
Madrid	»	186	12.50	6.50	»	—	
Wagenigen	»	160	10.50	5.50	»	16.00	

(1) Fuera de servicio desde 1884.

(2) Modernizada en 1930.

(3) Para carenas de hidroaviones.

(4) Después del terremoto de 1925 se amplió a 275 m.

(1) Fuera de servicio desde 1884.

(2) Modernizada en 1930.

(3) Para carenas de hidroaviones.

(4) Después del terremoto de 1925 se amplió a 275 m.

Su sección transversal es casi trapezoidal, las paredes laterales son verticales en los 2,30 metros altos, después se inclinan ligeramente hacia el interior (0,45 mts. en 3,45 mts. de altura) y se unen con el fondo mediante trozos rectilíneos de 0,50 mts. de anchura y 45° de inclinación.

El fondo es cóncavo con una flecha de 0'25 metros.

Longitudinalmente, la sección se conserva rectangular en 220 mts., pero en los extremos el fondo se eleva gradualmente hasta un calado de 2 mts. en un extremo (para formar la dárseña para depósito de modelos) y hasta 4,40 en el otro.

Todo el tanque es de hormigón armado y se ha construido en trozos de 25 mts., unidos tres meses más tarde con juntas de cemento puro, para permitir el libre asiento de cada sección antes de unir las rígidamente.

Interesantísimas han sido las *pruebas de recepción* en las que se ha exigido una deformación máxima de 2 mm. a los tres meses de llenar el tanque.

Numerosas observaciones se han realizado durante cuatro meses con los más sensibles instrumentos sin poder apreciar deformación sensible alguna.

Las pruebas de estanqueidad se realizaron midiendo con aparatos micrométricos el descenso de nivel simultáneamente en el tanque y en un depósito de zinc casi sumergido en él. A la vez se midió mediante balanza sensible al gramo la pérdida por evaporación del agua contenida en un depósito de vidrio.

La cubierta es totalmente de hormigón armado con tirantes de hierro para equilibrar los empujes y se ha revestido con una capa de asfalto de 12 mm.

La *instalación hidráulica* para el llenado del tanque ha sido muy laboriosa, dando lugar a múltiples experiencias.

Estudiados varios proyectos se decidió la construcción de un pozo artesiano, logrando elevar más de 11 litros por segundo, de 59 metros de profundidad, a 3,35 metros bajo el nivel del terreno.

El pozo está formado por tubos de acero Manesmann de 230 mm. con uniones roscadas. Los últimos 8 metros están taladrados con agujeros de doce milímetros.

Los primeros treinta metros, a partir del nivel del terreno se forraron con otro tubo, también de acero, de 250 mm.

Analizada el agua se dictaminó que no era potable, que no tenía efecto perjudicial sobre el revestimiento impermeable de las paredes del tanque, y que en lo referente a densidad (1,00137) y viscosidad (1,00354) era aceptable para las experiencias a realizar.

Como el agua suministrada por el pozo artesiano llevaba en suspensión gran cantidad de arena, se decidió experimentar la acción del aire comprimido como elemento clarificador, mediante enérgica expulsión de la arena de la capa de alimentación del pozo artesiano.

Las experiencias fueron favorables y se decidió instalar un elevador por aire comprimido

(emulsor) con la idea de expulsar la arena de la capa de alimentación antes de poner en marcha las bombas.

Para ello, además del pozo artesiano, se instalaron dos bombas centrífugas verticales (de una capacidad de 360 litros por minuto contra una altura manométrica total de 23 metros) y un elevador por aire comprimido, compuesto de un compresor Ingersoll-Rand de 8,5 HP y de un emulsor formado por un tubo de 27 mm. que conduce el aire a la parte baja de otro tubo de 64 mm. por el que se eleva el agua.

En las pruebas el resultado de las bombas fué defectuoso, pues por tratarse de agua carbonatada-ferruginosa, grandes burbujas de ácido carbónico disminuyeron su rendimiento.

Como además la transparencia del agua extraída dejó mucho que desear, se decidió prescindir del empleo de las bombas y en su lugar instalar un nuevo elevador por aire comprimido de doble capacidad que el anterior.

Los resultados de sus pruebas fueron: capacidad 10,1 litros por segundo con un rendimiento de 0,31 de la potencia del compresor y de 0,135 de la del motor.

Por todos estos incidentes recuerda el autor la frase de Leonardo: «Se ti vien de trattare dell' acqua consulta prima l' esperienza e poi la ragione».

Los *modelos de carenas* se construyen a escalas que varían de 1/10 a 1/35 con esloras de 3 a 8 metros y pesos de 100 a 1000 Kg.

La altura de obra muerta de los modelos es de 10 a 20 centímetros.

La mezcla empleada se compone de 92 % de parafina, 2 % de cera virgen y 6 % de estearina.

El *taller de modelos* contiene:

a) Dos recipientes cilíndricos para fundir la parafina, de una capacidad de 800 litros cada uno, con calentamiento por circulación de agua caliente (preferible según el autor a la calefacción por vapor, por dar una fusión absolutamente compacta).

Debido a la poca conductibilidad de la parafina se necesitan 2 m² de superficie de caldeo por cada 100 Kg. de parafina para obtener la fusión en dos horas.

b) Un tanque de cemento armado de 20 metros de largo, 1,40 de ancho y un metro de profundidad, en el que pueden fundirse simultáneamente dos modelos.

Los modelos se funden con un exceso de un

centímetro por su cara exterior y un espesor de 3,5 a 11 cm., según los tamaños.

c) Una cepilladora montada sobre el tanque anterior que mediante una fresa trabaje en la parte alta del modelo una superficie exactamente plana que le sirve de asiento en las máquinas siguientes.

d) Una máquina copiadora que teniendo como guía un plano de formas traza exactamente en el modelo las líneas de agua, las secciones transversales o longitudinales; o una línea cualquiera de doble curvatura.

e) Una máquina comprobadora que permite medir las coordenadas de cualquier punto de carena.

Además de controlar el modelo permite esta máquina: marcar los puntos de fijación de los apéndices, taladrar las salidas de los ejes para las experiencias de autopropulsión y grabar la línea de unión de las quillas de balance.

f) Un puente grúa para manejo de los modelos, que termina por dejarlos a flote en una pequeña dársena (en comunicación con el tanque) para su lastrado y alistamiento definitivo.

g) Una balanza de 1.500 kg. con una sensibilidad de 50 gr.

Los *modelos de hélices* se funden en una sola pieza (núcleo y palas) con una aleación compuesta de 70 % de estaño virgen, 15 % de plomo y 15 % de antimonio, de las siguientes características mecánicas: 270° de punto de fusión, 1.500 Kg./cm². de carga de rotura, 900 Kg./cm². de límite elástico, 300.000 Kg./cm². de módulo de elasticidad, discreta maleabilidad e inmejorables condiciones para dejarse trabajar.

Se funden las hélices con un exceso de material de 2 mm. por parte, para fresarlas después con una fresadora especialmente proyectada por Gebers, que mediante tres fresas permite fresar completamente la cara activa y trazar secciones circulares o cilíndricas en la cara dorsal.

Se caracteriza la *instalación eléctrica* por la ausencia de la clásica batería de acumuladores.

La corriente eléctrica trifásica se toma de una red industrial de 27.000 voltios y 45 períodos y sufre dos transformaciones sucesivas que bajan su tensión primero a 8.400 voltios y después a 500.

Se lleva esta corriente a un grupo convertidor que mediante un motor autosincrono de 500 HP y una dinamo de 200 K. W. la convierten en corriente continua a 220 voltios.

La dinamo está provista de un regulador automático de tensión que no permite variaciones de tensión superiores al 0,6 %.

Parte de la corriente producida por esta dinamo se lleva directamente a dos hilos de la línea de translación del carro dinamométrico, que alimentan las excitaciones de los cuatro motores de translación del carro (uno por rueda).

Otra parte (la mayor naturalmente) es conducida al clásico grupo Ward-Leonard compuesta de un motor de 150 K. W. y una dinamo de 130 K. W. que alimenta otros dos hilos para la translación del carro y que definitivamente conducen la corriente a los inducidos de los cuatro motores eléctricos que mueven individualmente las ruedas de translación del carro.

La dinamo del grupo Ward-Leonard es de excitación independiente. Mediante dos grandes reostatos se consigue variar la corriente de excitación lo suficiente para obtener variaciones de tensión de 0 a 920 voltios, a las que corresponden variaciones de velocidad del carro dinamométrico de 0 a 12 ms.

El mando de dichos reostatos está situado en un extremo del tanque para que sea cómodo su manejo por el operador antes de cada corrida.

El *carro dinamométrico* es de celosía y pesa 21 toneladas. Los dinamómetros se montan sobre una pasarela longitudinal central.

Hay dos sistemas de frenado, uno por fricción sobre las cuatro ruedas, el otro mediante cuatro patines que, al bajar, frotan sobre convenientes guías calocadas en los últimos 40 metros.

Naturalmente se han instalado también topes en las dos extremidades.

El *equipo de dinamómetros* proyectado por Gebers y construido en Viena por la Otto A. Ganser se compone de:

a) Un dinamómetro para medir la resistencia al remolque de los modelos de buques, que puede registrar una resistencia máxima de 50 kilogramos.

b) Un dinamómetro para medir el empuje vertical en las experiencias con modelos sumergidos y la variación de diferencias de calados en las experiencias con modelos flotantes.

c) Dos dinamómetros para las experiencias de hélices aisladas.

El mayor está provisto de un motor de 17 HP y puede medir empujes hasta de 200 Kgr. y momentos de torsión hasta 5 Kg. mts.

El menor está provisto de un motor de 3 HP y puede medir empujes hasta 20 Kgr. y momentos de torsión hasta 1 Kg. mts.

d) Seis dinamómetros para experiencias de autopropulsión, dos grandes y cuatro de dimensiones medias; los grandes alcanzan hasta 20 Kg. de empuje y momentos de torsión hasta un Kg. mts. y los pequeños hasta 6,5 Kg. y 0,30 Kg. mts. respectivamente.

3.^a *Forma de presentar los resultados.*— Seguramente es esta la cuestión más delicada que ha tenido que resolver la Dirección del L. H. de Roma.

A falta de un acuerdo internacional, Rota ha creído lo mejor dar las auténticas curvas de cada modelo sin corrección alguna. De esta manera todos los Centros y técnicos interesados en estas materias podrán trasladar fácil y correctamente los resultados que les interesen a su propio sistema de representación.

Además ha creído conveniente presentar los resultados de experiencias de carenas en un sistema internacional, adoptando el llamado «sistema relativo» propuesto por Telfer en 1923 ante el «Instituto de Ingenieros y Constructores Navales de Newcastle».

El valor relativo de cada magnitud es el cociente de dividir su valor real por la correspondiente potencia del desplazamiento, de acuerdo con la ley de similitud.

Así llamando L a la eslora, l a la manga, i al calado, v a la velocidad, Δ al desplazamiento, y PCE_o a la potencia residual efectiva en caballos, sus respectivos valores relativos son:

$$\frac{L}{\Delta^{1/3}} \quad \frac{l}{\Delta^{1/3}} \quad \frac{i}{\Delta^{1/3}} \quad \frac{v}{\Delta^{1/6}} \quad \frac{PCE_o}{1.026 \Delta^{7/6}}$$

que como se sabe corresponden a un modelo de un metro cúbico de desplazamiento.

Partiendo de la ley de Reynold dedujo Telfer, que la relación entre las potencias efectivas absorbidas por fricción en un buque y en un modelo similar de un metro cúbico de desplazamiento, era igual a la potencia $\frac{53}{48}$ del desplazamiento a velocidades correspondientes. Por eso, llamó potencia efectiva friccional relativa a la cantidad

$$\frac{PCE_a}{1.026 \Delta^{53/48}}$$

donde PCE_a es la potencia efectiva friccional del buque.

Las experiencias con hélices aisladas se dan tomando como abscisas:

$$\frac{ND}{V}$$

(N = número de revoluciones D = diámetro V = velocidad).

y como ordenadas

$$\frac{S}{\gamma V^2 D^2} \quad \text{para los empujes}$$

$$\frac{M}{\gamma V^2 D^3} \quad \text{para los momentos de torsión}$$

$$y \quad \frac{S. V. 60}{2 \pi M. N} \quad \text{para los rendimientos}$$

(S = empuje M = momento de torsión γ = peso específico del agua en que funciona la hélice)

Como se ve estos valores corresponden a una hélice similar avanzando a la velocidad de un metro por segundo.

En las experiencias de autopropulsión se dan en función de la velocidad, las revoluciones, empujes, momentos de torsión, los coeficientes de estela y succión y los rendimientos del casco, del proulsor, y total.

El coeficiente de estela se obtiene dividiendo la velocidad del buque por la de la hélice con relación al agua. Esta última se halla mediante los resultados de la hélice aislada buscando la velocidad a que se obtiene un empuje igual al de la experiencia de autopropulsión.

El coeficiente de succión se obtiene dividiendo la resistencia hallada en el remolque de la carena con sus apéndices, por el empuje medido en la experiencia de autopropulsión.

El rendimiento de la carena es el producto de los coeficientes de estela y succión.

Y el rendimiento total de propulsión el cociente de dividir la potencia efectiva obtenida en el remolque de la carena con apéndices, por la potencia en los núcleos de las hélices, obtenida con los valores de los momentos de torsión y revoluciones medidos en la experiencia de autopropulsión.

Se recomienda aumentar el número de revoluciones obtenido en un 2 % y la potencia en caballos-eje en un 15 % para tener en cuenta la resistencia del aire, desigualdades de la super-

ficie de la carena, rozamientos en la línea de ejes y disponer de una razonable reserva.

4.^a *Experiencias publicadas.*

a) *De remolque de carenas.*—Se dan los resultados de seis carenas, incluyendo plano de formas y apéndices.

b) *De hélices aisladas.*—Se estudia la influencia del número de palas, dejando constantes las demás características. Se tienen así cinco hélices con un número de palas variable de 2 a 6.

Se ha emprendido este estudio con fines exclusivamente especulativos.

c) *De autopropulsión.*—Se han probado las cinco hélices anteriores con una misma carena, llegando a los siguientes resultados:

1.^o El rendimiento de la carena, salvo el caso de hélices de dos palas, crece con el número de palas, sin ser muy sensibles estas variaciones.

2.^o El rendimiento de la hélice detrás de la carena (salvo el caso de hélice de dos palas) decrece al aumentar el número de palas, llegando a una reducción de un 30 % al pasar de 3 a 6 palas, prácticamente para todas las velocidades.

3.^o La pérdida de rendimiento de la hélice, al pasar de funcionar aisladamente a trabajar detrás del casco (salvo las hélices de 2 y 6 palas) crece al crecer el número de palas.

4.^o El rendimiento total (salvo la hélice de dos palas) disminuye al aumentar el número de palas, resultando preferible la hélice de 3 palas.

5.^o La hélice de 2 palas a velocidades moderadas, es la de mayor rendimiento total, pero no es aconsejable por sus inconvenientes mecánicos (vibraciones, por ejemplo).

6.^o En el caso estudiado se debe adoptar la hélice de tres palas.

Se anuncia que continuará el estudio de las variaciones de una característica de la hélice, dejando invariables las demás.

De esperar es que el número de experiencias publicables aumente en años sucesivos.

El éxito alcanzado por este primer volumen de sus anales, asegura a los trabajos del L. H. de Roma, un puesto preeminente y seguro, al lado de todos los técnicos ocupados en los intrincados problemas de «Resistencia y Propulsión».

NOTAS BIBLIOGRÁFICAS

BUQUES MERCANTES

El buque tanque «Henry Desprez»

(*Journal de la Marine Marchande*, 24 Nbre. 1932)

Se trata del mayor buque tanque francés hasta la fecha. Ha sido construido por «Burmeister & Wain», en Copenhague, para la «Compagnie Auxiliaire de Navigation», y sus características son:

Eslora total.....	155,69 mts. —	511 pies
Eslora entre perpendiculares....	148 » —	486 »
Manga.....	19,80 » —	65 »
Puntal.....	11,15 » —	36 pies 6 pulg.
Calado.....	8,73 » —	28 » 9 »
Velocidad....	12,5 millas por hora	
Radio de acción..	19.000 »	
Capacidad de carga	15.180 toneladas	

Ha sido construido según el sistema Isherwood y tiene nueve grupos de tanques, divididos en tres compartimientos transversales por dos mamparos longitudinales.

Las bombas de carga y descarga son de un tipo nuevo, Hayward Tyler; van colocadas dos bombas de 350 toneladas cada una. El vapor está producido en dos calderas, que pueden funcionar quemando petróleo, o bien, aprovechando los gases de escape de los motores.

Estos gases llevan calor suficiente para que, en marcha normal, todos los aparatos eléctricos de a bordo puedan ser movidos por un grupo electrógeno de vapor, que se pone en marcha con el producido por dichos gases.

Hay, además, dos grupos Diesel, Burmeister & Wain, de 66 Kw. cada uno, para servicio en puerto.

Los motores principales son también Burmeister & Wain, de 4 tiempos, simple efecto, inyección con aire, de 8 cilindros de 500 mm. de diámetro, 1.500 metros de carrera, 120 r. p. m. y una potencia de 5.600 IHP que llegó en las pruebas a 6.575 IHP a 129 r. p. m., y el buque alcanzó la velocidad de 13,46 millas con un consumo total (incluso auxiliares) de 138,6 gramos por caballo hora.

En la prueba de 48 horas, en mar abierta, alcanzó 13,27 millas, sobrepasando la velocidad de contrato. (S. F. D.)

CONSTRUCCION NAVAL

Herramientas y aceros en los astilleros

(*The Journal of Commerce and Shipping Telegraph*, 24 Noviembre 1932)

La mayor parte de las herramientas que se emplean en los astilleros, son fabricadas por forjadores especializados en la materia, bien en el mismo taller general de forja o en uno pequeño anexo a éste. El empleo de fraguas abiertas es universal, siendo, en cambio, casi desconocido el empleo de hornos de gas y pirómetros, por creerse que no es necesario ejecutar un trabajo esmerado al fabricarlas.

En general, no son numerosos los inconvenientes con que se tropieza en el empleo de los aceros, pero, a veces, aparecen éstos con frecuencia inexplicable. En la mayor parte de los casos la causa proviene de un defectuoso tratamiento por el calor; si las herramientas han de ser cementadas y templadas sin riesgo de que se rompan al ser empleadas, el calentado que hay que darles previamente debe ser uniforme y el apropiado para la clase de acero que se emplee.

El punzonado de agujeros para remaches es una de las operaciones más importantes en un astillero, porque el número de agujeros que se haga en un período de tiempo determinado, influye en la marcha de posteriores operaciones. Aunque en general se emplea el punzonado en la mayoría de los Astilleros, no por esto deja de reconocerse, que el taladrado es el procedimiento más eficiente y económico, excepto cuando se trate de planchas curvadas o de forma irregular. Con brocas salomónicas de acero rápido, se puede tomar como base para el tiempo a invertir en el taladrado, el de 3" por minuto. El espesor de las planchas, determinará ampliamente el número de las que se pueden taladrar simultáneamente. Hay quien asegura que el taladrado es más costoso que el punzonado, pero aun cuando así fuese—y esto es difícil de determinar por la frecuente necesidad de establecer records de producción en algunos astilleros—las ventajas compensan en mucho al exceso de coste.

Si hay que taladrar agujeros en planchas que ya están colocadas en su sitio, la herramienta ideal es la neumática. En este caso, es mejor emplear una broca plana que una salomónica de acero rápido, y la ventaja es que dicha broca puede fabricarse totalmente, o en su mayor parte, en el mismo taller, mientras que la salomónica hay que comprarla ya fabricada al productor. Las brocas planas se forjan de cabillas de acero rápido. Son de formas más robustas que las salomónicas, se adaptan mejor al trabajo y son más económicas, para su reemplazo. Las brocas que se emplean en las taladradoras de mano, se tratan con poco cariño, y como se emplean generalmente aparatos de muchas revoluciones, las partidas de brocas inútiles por rotura, no es, ni mucho menos, despreciable.

Algunos astilleros compran en las acerías piezas de acero rápido, que llevan ya terminada la espiga y solo queda por hacer la herramienta correspondiente y cementarla después. Este no es un mal procedimiento, pues la duración de la herramienta depende, en su mayor parte, de su buen ajuste al casquillo, y si no se consigue esto, es fácil que se produzca la avería.

El acero rápido es de un valor inapreciable en los astilleros, por los excelentes resultados que de él se pueden obtener con un sencillo tratamiento térmico. Una broca trabajará muy bien, si se la calienta solamente hasta un poco más del rojo cereza y se la somete después a una corriente de aire muy frío. Sin embargo, este procedimiento no proporcionará la máxima bondad en la herramienta. Es preciso que el calentado sea el correcto en los procesos de forja y cementado. Aunque no sea de importancia vital el templar una herramienta de acero rápido, como lo es en el acero al carbono, ayudará, sin duda, a obtener muy buenos resultados.

No hay que conformarse con que la herramienta sirva; se debe procurar que su fabricación sea lo más esmerada posible. El costo inicial de la obra será mayor, pero, a la larga, cuanto más esmerado sea el trabajo, más económico resultará. Las herramientas cuyo tratamiento térmico haya sido científicamente aplicado, tendrán mucha mayor vida, las roturas disminuirán y se desperdiciará menos tiempo en reemplazar las rotas. Los trabajos ejecutados serán más perfectos y no se consumirá tanto tiempo ni energía en la preparación de la

obra. Las herramientas para ajustar el trabajo mal terminado, serán menos necesarias y, por lo tanto, su reparación será menos frecuente; todo lo cual se traduce en ahorro de dinero y en mejor calidad de trabajo producido.

Las cuchillas que se emplean en los astilleros se compran, en general, directamente del fabricante, aunque, algunas veces, se fabrican en el mismo establecimiento, con acero especial al carbono. Su cementado y templado exigen un cuidado tan excesivo, que resulta mucho más económico adquirirlas ya fabricadas. Las cuchillas de las cepilladoras han de ser de acero rápido. Los punzones se hacen de cualquier acero al carbono barato. Los escariadores deben ser de acero rápido o, por lo menos, de una aleación especial que cueste menos que aquél y da mejores resultados que el acero al carbono. Las ensambladoras y avellanadoras se han de hacer con acero rápido y de buena calidad. Los cinces para herramientas neumáticas se pueden hacer de acero al carbono, pero cuando el trabajo a ejecutar sea duro es muy ventajoso el empleo de acero rápido.

Aparte las sierras circulares standard, para cortar madera, acero, hierro, etc., no hay que perder de vista los discos de fricción. Estos son discos circulares planos, con ranuras cinceladas en la cara plana o pequeños dientes en su periferia, con cortos espacios entre sí; este disco gira a gran velocidad. Es una herramienta de gran utilidad cuando se han de efectuar cortes rápidamente. Las buterolas para remachar, producen perturbaciones en los astilleros de vez en cuando; generalmente, se fabrican de acero al carbono de buena calidad, aunque, algunas veces, se emplea un acero al cromo vanadio que ha dado muy buenos resultados. Estas perturbaciones son indudablemente debidas al diferente modo de tratarlas por el calor antes de su cementado y templado. El acero al cromo vanadio, es muy susceptible en su tratamiento térmico y, por lo tanto, no debe emplearse más que cuando sea posible aplicarlo científicamente.

Las roturas en las buterolas, pueden ser debidas a diseño defectuoso, a tratamiento térmico inadecuado, o a ambas cosas a la vez. Roturas provocadas por un mal uso de la herramienta, es raro que ocurran, pues el operario que trabaja a destajo, tiene buen cuidado de no producirlas. Además, cuando un remachador tiene una buena buterola, procura no soltarla, y hasta se la apropia clandestinamente si es pre-

ciso. Se dió el caso de un remachador que poseía 140 buterolas y ninguna de ellas le había sido entregada en el astillero en donde trabajaba.

El trabajo a destajo, en relación con las buterolas, tiene la gran ventaja de que estimula a establecer un buen record de producción. Los records de duración de buterolas varían notablemente en los diferentes astilleros; en uno, se llegó a colocar 20.000 remaches con la misma buterola restaurada; en cambio, en otro, se juzgó como un buen record el de 12.000 remaches.

Las roturas por diseño defectuoso, parece que se producen cuando el cuello de la buterola se deja con ángulo vivo, en vez de redondearlo; suprimiendo el cuello y dando forma cónica se disminuyen mucho los riesgos de rotura. A la cara de la buterola hay que darle una cierta curvatura, para evitar que el golpe del martillo dé en el borde cuando el remachador «inclina» el mismo. ⁽¹⁾ Cuando se emplean buterolas cuya forma es cóncava no hay que dar tanta inclinación.

En un astillero en que se producían roturas con frecuencia, se atribuyó el hecho al mal forjado de las buterolas y entonces se decidió tornearlas de la cabilla y se cementaron y templaron calentándolas al rojo cereza, sumergiéndolas primero en aceite, hasta que desapareciese el rojo y después en agua fría, cosa que dió resultados sorprendentemente buenos. El coste inicial de este procedimiento es mayor que otros, pero si no se puede garantizar un calentado uniforme durante las operaciones de forja, resultará a la larga más barato, porque la vida de la buterola será mucho mayor. (J. G.)

El estabilizador «Matora»

(*The Shipbuilder and Marine Engine-BUILDER*,
Diciembre 1932)

La disminución del balance de un buque, ha sido siempre objeto de estudios y experimentos por parte de los ingenieros navales. Hasta ahora, y aparte de las clásicas quillas de balance, se han empleado principalmente las cisternas de balance de Frahm y el giróscopo estabilizador, utilizado por primera vez por el Dr. Otto Sehlick.

Sir John Thornycroft propuso otro sistema

(1) Inclinación es el cono que describe el martillo y cuyo vértice es el remache.

basado en el empleo de un peso móvil, pero por ahora no ha salido del período de pruebas.

Hace algún tiempo, el Dr. S. Matora, director de los astilleros de Nagasaki, de la «Mitsubishi Shipbuilding and Engineering Co.», comenzó en el tanque de experiencias de Nagasaki una serie de experimentos para conseguir la disminución del balance, por otro procedimiento sensiblemente diferente.

La instalación comprende dos palas colocadas en el centro del buque en la curva del pantoque. Están inclinadas 40° sobre la horizontal y tienen el perfil ordinario de los timones modernos, estando compensadas del mismo modo.

Estas palas pueden retirarse al interior del casco, en aguas tranquilas, para disminuir la resistencia a la marcha, y pueden, además, girar alrededor de su eje. Este movimiento está producido por un motor y una transmisión apropiada. El motor está controlado por medio de un pequeño giróscopo que hace el papel de servo-motor.

Supongamos que el buque se incline hacia una banda, estribor, debido al balance; bajo la acción del giróscopo, se pone en marcha el motor y las palas toman una posición tal que la reacción del agua sobre ellas tienda a enderezar el buque. En el momento que se ha conseguido el adrizamiento, el giróscopo actúa en sentido contrario para orientar las palas de modo que se opongan a que el buque se incline hacia babor, y, en definitiva, en cada instante el par hidrodinámico se opone al par de balance. Esto se ha conseguido utilizando la precesión del giróscopo para abrir o cerrar los contactos de los relays eléctricos.

También hay un dispositivo para variar la orientación de las palas, con objeto de conseguir un par estabilizador apropiado a cada velocidad del buque.

Las experiencias del tanque demostraron que la resistencia suplementaria opuesta por las palas es inferior a la que producen las quillas de balance, y está compensada por la mejora que se obtiene en el funcionamiento del buque.

Hay varios buques japoneses provistos de este sistema estabilizador, entre otros el «Mut-su-Maru», de 48,76 metros de eslora, 8,22 de manga y 4,72 de puntal, con un tonelaje bruto de 520 toneladas. El peso de la instalación es de 4 toneladas y las dimensiones de las palas son 0,985 metros de largo, por 0,942 de ancho

y 0,974 m². de superficie, habiéndose reducido la amplitud máxima de los balances de 23° a 8° y la amplitud media de 12° a 2° .

En el «Keifuku-Maru», de 109,70 metros de eslora, 14 de manga, 7,92 de puntal y 3.600 toneladas, pesa 15 toneladas, siendo las dimensiones de las palas $2,130 \times 1,52$ y $3,15$ m².

Los resultados obtenidos han animado al Almirantazgo Japonés a ensayar el sistema en un buque minador de 71,62 metros de eslora, 7,92 de manga y 700 toneladas de desplazamiento, que lleva 4 pares de palas, movidas hidráulicamente.

(L. B. D.)

MÁQUINAS DE VAPOR

El vapor recalentado proporciona grandes economías

(*The Journal of Commerce and Shipping Telegraph*, 1 Diciembre 1932)

Hace ya varios años que las ventajas y economías obtenidas con el recalentado del vapor, han hecho que se adopten por un gran número de armadores.

En el presente estado de depresión marítima, cuando se hace todo lo posible por economizar, un gran número de buques han sido transformados para uso de vapor recalentado, con resultados muy satisfactorios.

No solo han convertido los dueños buques que antes usaban vapor saturado, sino, que, en muchos casos, recalentadores que suministraban sólo una cantidad moderada de vapor recalentado, han sido cambiados para instalaciones más modernas, que dan una temperatura de 630 grados Fahr., para el uso de máquinas oscilantes y sus auxiliares.

En el caso de buques con turbinas, varias han sido suministradas con un recalentador del tipo con cámara de combustión, que da una temperatura de 750 grados Fahr. en las turbinas en servicio normal.

El recalentador en los tubos de humo, es el tipo generalmente favorecido en el caso de las calderas de tipo escocés.

En el siguiente cuadro se ven ensayos y mejoras efectuadas en cuatro vapores con este tipo de recalentador, por la Noath Eastern Marine Engineering C.^o Ltd.—Wallsend and Sunderland, quienes al mismo tiempo de hacer la

instalación han hecho las modificaciones necesarias en las máquinas.

Se ha de notar que las economías que va-

rían de 16 % a 27 % han sido efectuadas después de ser convertidas para vapor recalentado.

Buque	Tonelaje bruto	Tipo de la máquina	Temperatura vapor en grados Fahr.	VAPOR SATURADO		VAPOR RECALENTADO		% de economía
				Velocidad nudos	Consumo Tons. por día	Velocidad nudos	Consumo Tons. por día	
				Coeficiente de combustible		Coeficiente de combustible		
«A»	6,750	Triple	620	9,25	22,5	9,75	19,7	27,4
				15,160		20,900		
«B»	8,000	»	610	9,2	23	9,25	18,09	22,2
				16,400		21,100		
«C»	7,050	»	575	9,41	23,05	9,26	18,3	17,7
				15,600		18,950		
«D»	6,800	»	575	8,3	21,7	8,1	17,32	16,1
				11,250		13,400		

(A. G.)

El sistema Gotaverken

(*The Journal of Commerce and Shipping Telegraph*, 8 Diciembre 1932)

Los señores «David Rowan and C.^o Ltd.», Glasgow, han establecido un convenio con los propietarios de la patente para la manufactura e instalación del sistema Gotaverken, para utilización de la energía producida por el vapor de exhaustación de las máquinas alternativas. En este sistema el vapor de exhaustación procedente del cilindro de baja presión acciona una turbina de exhaustación, directamente acoplada a un compresor, de vapor, giratorio. El vapor de exhaustación procedente del cilindro de alta presión va a un compresor, en donde se le eleva de presión y temperatura, y vuelve a un cilindro intermediario o al de baja presión.

La energía de la turbina de exhaustación es de este modo transmitida a la máquina principal, directamente, por la afluencia del vapor; y la turbina de exhaustación es mecánicamente independiente de aquélla, sin que exista engranaje, acoplamiento o transmisión eléctrica.

Las ventajas del sistema, las exponen los señores Rowan, como sigue:

«El peso de la instalación es considerablemente menor al de otros sistemas, en los que se emplean turbinas de exhaustación para reco-

brar la energía del vapor de exhaustación. No se necesita espacio alguno adicional, ya que el turbo y el compresor están situados encima del condensador principal.»

«Este sistema puede aplicarse fácilmente a las máquinas ya existentes con un coste muy razonable, y no hay que hacer variaciones en la estructura del buque. Los informes recogidos de un barco, en el que el sistema está funcionando por espacio de un año, indican que se ha obtenido una economía de más del 17 % en consumo de combustible. Este sistema ha sido instalado también en un buque recientemente botado al agua en el Clyde, y otras instalaciones similares van a ser montadas en otros dos buques que se entregarán el año próximo.»

(A. G.)

MOTORES

Un nuevo motor Diesel japonés

(*The Motor Ship*, Diciembre 1932)

Después de la guerra, la casa «Mitsubishi Shipbuilding and Engineering Co.», ha construido motores Diesel, tipo Sulzer, en número de 35, con una potencia de 115.000 S. H. P.

Con esta experiencia, la casa ha ido a un motor propio, que primero ensayó en un cilin-

dro y ya ha construido para los vapores «Nankai Maru» y «Hokkai Maru».

Los motores son de dos tiempos, simple efecto e inyección sólida.

Los rasgos especiales de estos motores son los siguientes:

El sistema de inyección de combustible es admitir éste, a través de filtros, a cuatro bom-

doble efecto y movida por una mangueta rigidamente unida a la cruceta del cilindro correspondiente.

Las lumbreras de entrada de aire de barrido forman grupos de mano derecha y mano izquierda y tienen una forma especial para que el aire suba por las paredes del cilindro, choque en la culata y descienda y salga por las lumbreras de

		Prueba de 6 días	PRUEBA OFICIAL				
Carga		414	115 %	414	3/4	1/2	1/4
Duración de la prueba (horas).....		144	3	6	1	1	1
R. P. M.		119,3	126,3	120,3	109,4	95,6	76,9
Presiones en el cilindro (Kg. \times cm ²)	Max.....	44,8	46,0	44,9	44,5	42,2	39,9
	Media.....	5,32	5,79	5,32	4,43	3,51	2,39
I. H. P.		4307	4964	4341	3289	2277	1247
B. H. P.		3579	4160	3608	2708	1806	916
Rendimiento mecánico efectivo.....		83,1	83,8	83,1	82,3	79,3	73,5
Consumo de aceite. {	Gramos I. H. P /hora....	138,3	139,6	137,4	134,1	132,3	132,4
	Gramos B. H. P./hora. .	166,4	166,6	165,4	162,9	166,8	180,3
Presiones Kg. \times cm ² . {	Combustible	700	752	700	665	650	600
	Aire de barrido.....	0,970	1,112	0,978	0,800	0,625	0,400
	Aceite lubri- cante	Lado del barrido.....	1,35	1,10	1,42	1,10	1,15
		Lado de la exhaustación.	3,20	3,26	3,43	3,35	3,43
	Agua de en- friamiento .	Embolo .. .	2,10	2,41	2,42	2,60	2,70
		Cilindro.....	1,65	1,70	1,71	1,70	1,75
Gases de exhaustación. {	Presión m/m agua.	185	238	200	150	93	63
	Temperatura C°....	290	324	286	230	180	127
Temperaturas C° {	Enfriamiento del émbolo.....	Entrada	31	32,3	32,1	32,0	31,0
		Salida	49,1	49,7	47,9	45,9	42,0
	Enfriamiento del cilindro.....	Entrada	24,5	24,9	25,0	25,3	25,5
		Salida	40,5	47,7	47,5	47,0	43,5
Combustible usado { durante la prueba.	Peso específico.....	0,916	0,892				
	Poder calorífico	10 431 cal kig.	10,467 calorías \times kig.				

bas de émbolo buzo, que inyectan el combustible en un tubo que hace de colector y que mantiene una presión constante. De este tubo va el aceite a unas válvulas de control, que una vez abiertas, dejan que el combustible pase a través de largos tubos a los inyectores automáticos que dan entrada a los cilindros.

El sistema de barrido es por medio de una bomba para cada cilindro, bomba que es de

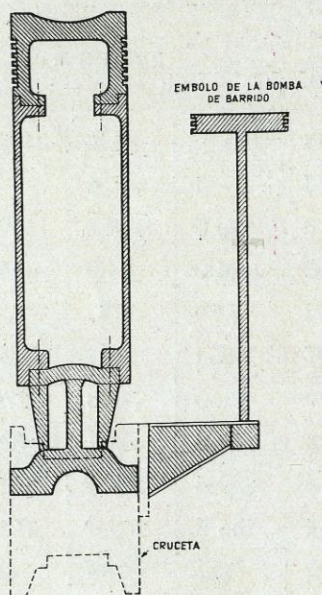
salida, situadas en la parte opuesta a las de entrada. Las de mano derecha no son iguales en número a las de la izquierda, a fin de provocar un desequilibrio en el eje del cilindro y remover más los gases y el aire.

El émbolo de los cilindros es de un tipo especial, sin eje interior, y se compone de una corona que lleva los segmentos y a continuación una camisa cilíndrica larga que termina en

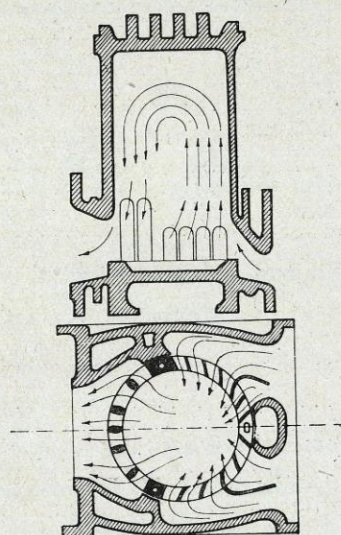
unas armaduras de forma especial, que forman cojinete para alojar el eje de la cruceta.

Los tubos de entrada y salida del agua para enfriamiento del émbolo, son llevados por la mangueta del vástago de la bomba de barrido.

EMBOLO DEL CILINDRO



ESQUEMA DE LA CIRCULACION DE BARRIDO.



- Motor "Mitsubishi" -

Los resultados de las pruebas pueden apreciarse en el cuadro adjunto, así como en las figuras se ven croquizados los detalles más salientes del nuevo motor.

Número de cilindros.....	6
Diámetro de los cilindros.....	720 m/m
Carrera del émbolo.....	1.250 m/m
R. P. M. (normal).....	120
B. H. P. (normal).....	3.600
Largo del motor.....	11.965 m/m
Ancho íd. íd.	3.180 m/m
Altura íd. íd.	6.610 m/m

(J. R.)

CALDERAS

Retardadores tipo Clark Chapman, para tubos de calderas

(Shipbuilding and Shipping Record, Dbre. 1932)

El uso de retardadores espirales, con objeto de aumentar el tiempo del paso de flujo de gases a lo largo de los tubos de las calderas Scotch, es una práctica antigua que, indudablemente, aumenta la cesión de calor en dichos tubos y aumenta el rendimiento de la caldera.

Esta ganancia es obtenida, por supuesto, a costa de aumentar los depósitos de hollín en los tubos y, a la mayor resistencia, va unida una mayor presión en el tiro, un mayor consumo de vapor en los ventiladores de calderas y, en muchos casos, la necesidad de quitar perió-

dicamente los retardadores, para efectuar la limpieza de los tubos.

La casa Clark Chapman ha lanzado al mercado lo que ellos llaman *sistema de tiro especial*, el cual, además de disminuir el consumo de combustible, evita estos defectos.

El tiro espiral Clark Chapman, está fabricado con material resistente al calor y ha sido proyectado de forma a obtener un ininterrumpido movimiento espiral del flujo de los gases, sin causar por ello resistencias indebidas.

Cada tubo de fuego de la caldera va provisto de una pieza en espiral de una longitud que oscila entre 6 y 9 pulgadas, y difiere de los otros retardadores espirales, en que la tira que forma el retardador es algo menor que el radio del tubo al que se adapta. Estos retardadores pueden adaptarse a una caldera del tipo me-

dio de unos 250 tubos en menos de una hora.

El depósito de hollín en los tubos resulta muy reducido por el recorrido en espiral de los gases y no encontrar grandes superficies planas donde pueda depositarse.

Este recorrido en espiral, da una mayor distancia de paso a los gases y, por consiguiente, una mayor cesión de calor, resultando también un mayor rendimiento por la mezcla de los gases de la combustión, siendo ésta completa y no habiendo gases sin quemar.

Los resultados indican que los ahorros obtenidos con este sistema, compensan y amortizan el coste de la instalación en un período relativamente corto.

En el buque «Primus», donde se montaron, se obtuvo una economía de carbón de un 14,3 % y el limpiado de los tubos no fué preciso durante el período de 15 días de servicio, siendo así que, anteriormente, era preciso hacerlo dos veces y aun más, en el mismo período de servicio; el deterioro de la caldera es mucho menor.

Una prueba interesante fué llevada a cabo en el «Skudd I» y «Skudd II», buques idénticos, los cuales hicieron el mismo viaje. Durante la primera parte de este viaje se obtuvo una economía del 16 % en el equipado, con estos retardadores, y durante la segunda parte del viaje fueron cambiados éstos al otro buque y se obtuvo una economía del 8 %.

Estos retardadores se pueden adaptar a cualquier caldera de tubos de fuego. (S. C.)

ELECTRICIDAD

Máquina cortadora por arco eléctrico

(*Machinery*, 17 Noviembre 1932)

El principio del cortado de metal, sobre todo en forma de barra, por medio de arco eléctrico, ha sido aplicado recientemente a la industria y es el principio de varias máquinas que, para este objeto, construye «The Electric Arc Cutting & Welding Co.», de Newark, N. J.

El fundamento de estas máquinas consiste en hacer saltar un arco eléctrico entre la barra a cortar, sujeta a la máquina, y un disco que gira a gran velocidad. De este modo pueden cortarse tubos, barras o accesorios hasta de 10" de grueso. Claro está que el corte queda mal terminado y presenta la misma apariencia que si se hubiera trabajado con ayuda de soplete oxidoacetilénico.

En el artículo de referencia, se muestra una fotografía de una de las máquinas en cuestión y se da un esquema del mismo, mostrando los órganos principales y las conexiones eléctricas.

Consiste esta interesante máquina en un disco especial de acero tratado térmicamente, que gira merced a un motor eléctrico, y un tornillo de mordaza que tiene movimiento de alimentación en el sentido perpendicular al del giro del disco. Sobre este tornillo se monta la barra o pieza que se quiera cortar.

El equipo eléctrico consta de un circuito primario y un transformador, conectado a la línea comercial con el voltaje correspondiente, y de un secundario de muy baja tensión y mucha intensidad de corriente, que está conectado por un extremo al disco y por el otro extremo al tornillo de mordaza que sujeta la pieza.

Cuando se acerca éste al disco, se produce un arco entre los dos, que funde el metal de la pieza a trabajar y la corta, pero que no funde el disco por dos razones:

Primera, porque el material del mismo, está preparado especialmente para resistir a muy altas temperaturas, cosa que no ocurre con el de la pieza, y

Segunda, porque como el disco gira, presenta al arco una superficie refrigerada constantemente, durante la vuelta anterior.

Los resultados del corte ya hemos dicho que no presentan un acabado perfecto, sino muy rugoso, principalmente en la parte inferior de la pieza.

La misma máquina puede usar diferentes discos y distintas tensiones e intensidades de corriente en el circuito secundario, a fin de cortar toda clase de materiales, bien sean ferrosos o no ferrosos.

Teóricamente no aparece ninguna circunstancia que limite el tamaño a que se puede llegar en la construcción de una máquina de este tipo y, por consiguiente, las dimensiones que se pueden cortar, pero, hasta ahora, no se ha construído ninguna que pueda cortar una pieza de acero de más de 10" de gruesa.

Las características de algunas máquinas pequeñas que pueden cortar hasta 1" son las siguientes:

Grueso del disco.	1/8"
Potencia del motor.	3 HP.
Velocidad.	1.750 r. p. m.
Tensión del circuito primario.	220 voltios
El circuito secundario suministra corriente	

de 200 a 2.500 amperios y a muy pequeño voltaje a fin de evitar todo riesgo al operario. En el circuito secundario, está instalado un interruptor que acciona el operador con el pie y que le permite interrumpir la corriente en caso de un cortacircuito, si bien no hay gran peligro de que se produzca, pues el transformador está dispuesto de tal manera que, en tal caso, el calentamiento del mismo resulta despreciable.

Otra aplicación del principio de cortar por arco eléctrico consiste en la apertura de grandes ranuras en un torno; para ello, se dispone un disco giratorio que penetre aproximadamente unas 10" y por la que pase una corriente de 500 a 7.500 amperios aproximadamente. (A. B.)

Soldadura

(*Marine Engineering & Shipping Age.*,
Diciembre 1932)

Trátase de un extracto de una comunicación presentada, en Noviembre último, a la 40ª reunión de Arquitectos Navales e Ingenieros de Máquinas Marinas, de Nueva York, por Mr. Leon C. Bibber, Ingeniero Jefe de Soldadura del Bureau of Construction and Repair, Navy Department.

En la memoria se expone el juicio adverso que han merecido las costuras longitudinales soldadas, en diversos países, hasta el punto de que el Bureau of Construction and Repair de la Marina norteamericana, prohibió su empleo. Diecinueve barcos, hasta de 35 metros de eslora, han sido completamente soldados; pero en ningún buque en que las fatigas longitudinales son apreciables, se ha permitido la soldadura en costuras longitudinales. Como el conservar esta prohibición representaría la imposibilidad de construir barcos grandes completamente soldados, el Bureau ha hecho una serie de experiencias, en condiciones lo más análogas posibles a las que las planchas tendrían en un barco.

Las experiencias consistieron en estudiar la influencia, en la resistencia longitudinal de los forros soldados, de los siguientes extremos:

- a) Ancho de las planchas.
- b) Tipo de junta.
- c) Tipo de junta, en caso de forro remachado.
- d) Junta de una plancha de canto, soldada a otra perpendicularmente.
- e) Electrodo desnudo y forrado.
- f) Aumento de longitud de soldadura en cadena intermitente.

g) Grado de continuidad en las soldaduras en cadena intermitente.

h) Soldadura al tresbolillo.

i) Grado de continuidad de la soldadura al tresbolillo.

El material empleado fué acero dulce, y las conclusiones obtenidas fueron las siguientes:

1) El electrodo desnudo no es apropiado para costuras longitudinales de forro y demás miembros resistentes del buque, en los cuales la fatiga longitudinal sea considerable.

2) Las juntas a tingladillo, soldadas con electrodo desnudo, aunque tienen una eficiencia longitudinal mayor que las de las juntas a tope, agrietan, en cambio, con carga un poco inferior al límite elástico aparente del metal base, comprometiendo, por tanto, la estanqueidad del buque.

3) Las juntas remachadas de diferentes tipos tienen una eficiencia longitudinal solamente de un 90 % y un alargamiento de un 6 %.

4) Usando materiales y tipos de juntas apropiados, no hay necesidad de estudiar disposiciones especiales en los forros, desde el punto de vista de la soldadura.

5) El ancho de las planchas no tiene influencia.

6) La soldadura en cadena intermitente con electrodo desnudo, es propia para unir los longitudinales al forro, así como otros elementos resistentes de gran tamaño.

7) La eficiencia longitudinal y la ductilidad de una estructura de forro, son aquellas de sus uniones y no las de las planchas que la forman.

8) La soldadura en cadena intermitente, con electrodo desnudo, es superior a la en tresbolillo y la soldadura intermitente, ampliamente espaciada, es también superior a la de espacios reducidos.

9) La soldadura intermitente con electrodo desnudo, con paso de dos a cuatro pulgadas, parece lo mejor para tamaños medios.

10) Con un electrodo que produzca depósitos que tengan un alargamiento de 20 % en dos pulgadas y una carga de tracción de rotura de 65.000 libras por pulgada cuadrada, pueden hacerse juntas que tengan una eficiencia longitudinal, un alargamiento y una estanqueidad superior a cualquier junta remachada o soldada con electrodo desnudo, de las usuales.

11) El casco de un gran buque, que tenga juntas a tingladillo y a tope (lo cual es deseable prácticamente) soldado con tales electrodos, sería perfectamente factible en el actual estado de

la soldadura. Los problemas principales en semejante proyecto, serían los de contracciones, erección y coste; no el de resistencia. (J. R.)

METALURGIA

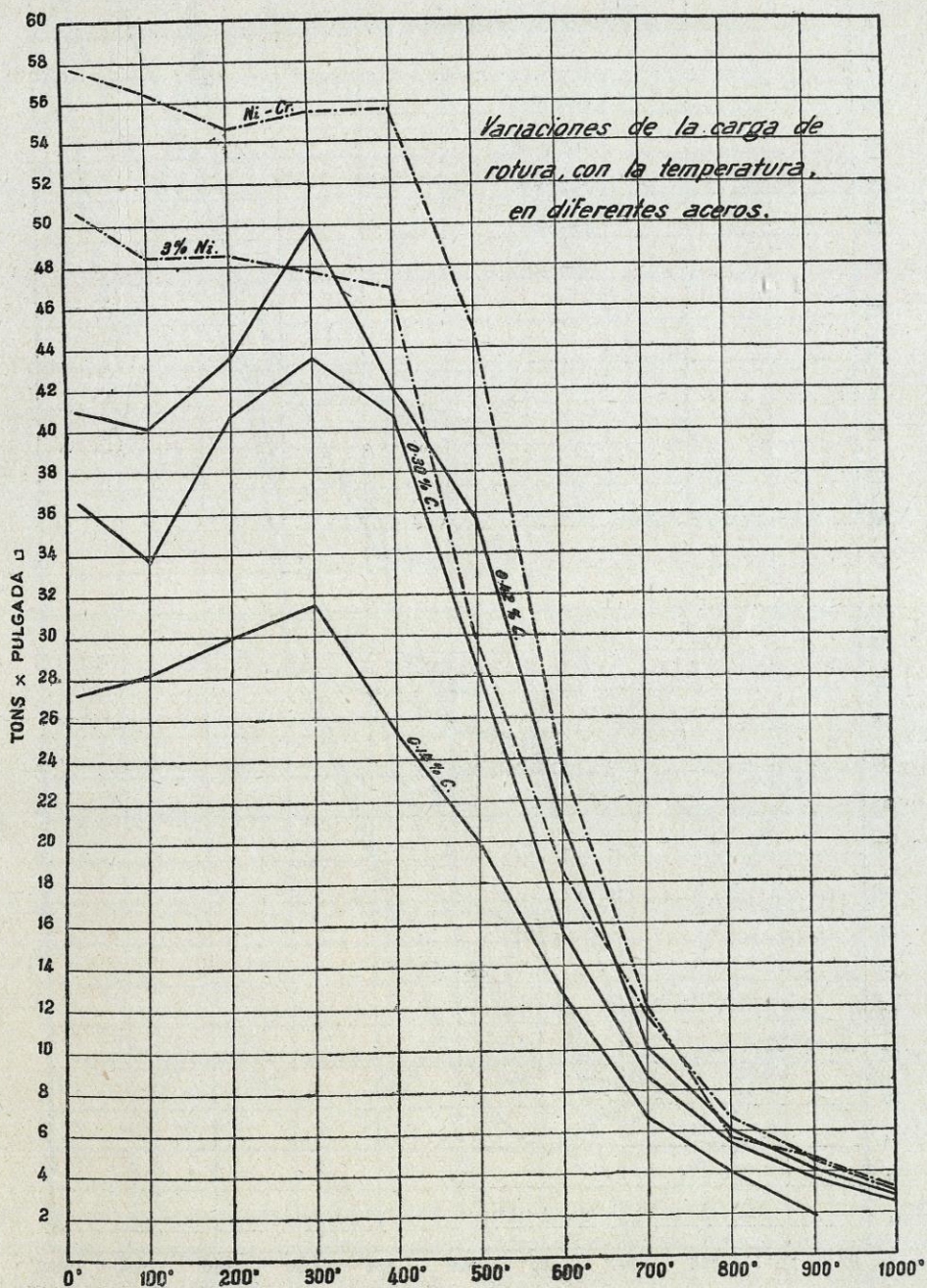
Forjas huecas para altas presiones

(De un opúsculo de la casa John Brown & Co. Ltd.-Sheffield)

La existencia de calderas de alta presión y

cracking), y otras industrias químicas han conducido al abandono de las juntas remachadas en los colectores, y a la sustitución por piezas forjadas huecas, que puedan soportar las cargas elevadas, a altas temperaturas, en las debidas condiciones de seguridad.

Tales piezas, que llegan a dimensiones de 15 metros por 1,20 de diámetro, con peso de 38 toneladas, se hacen partiendo de lingotes de un acero de gran homogeneidad y esmerada pro-

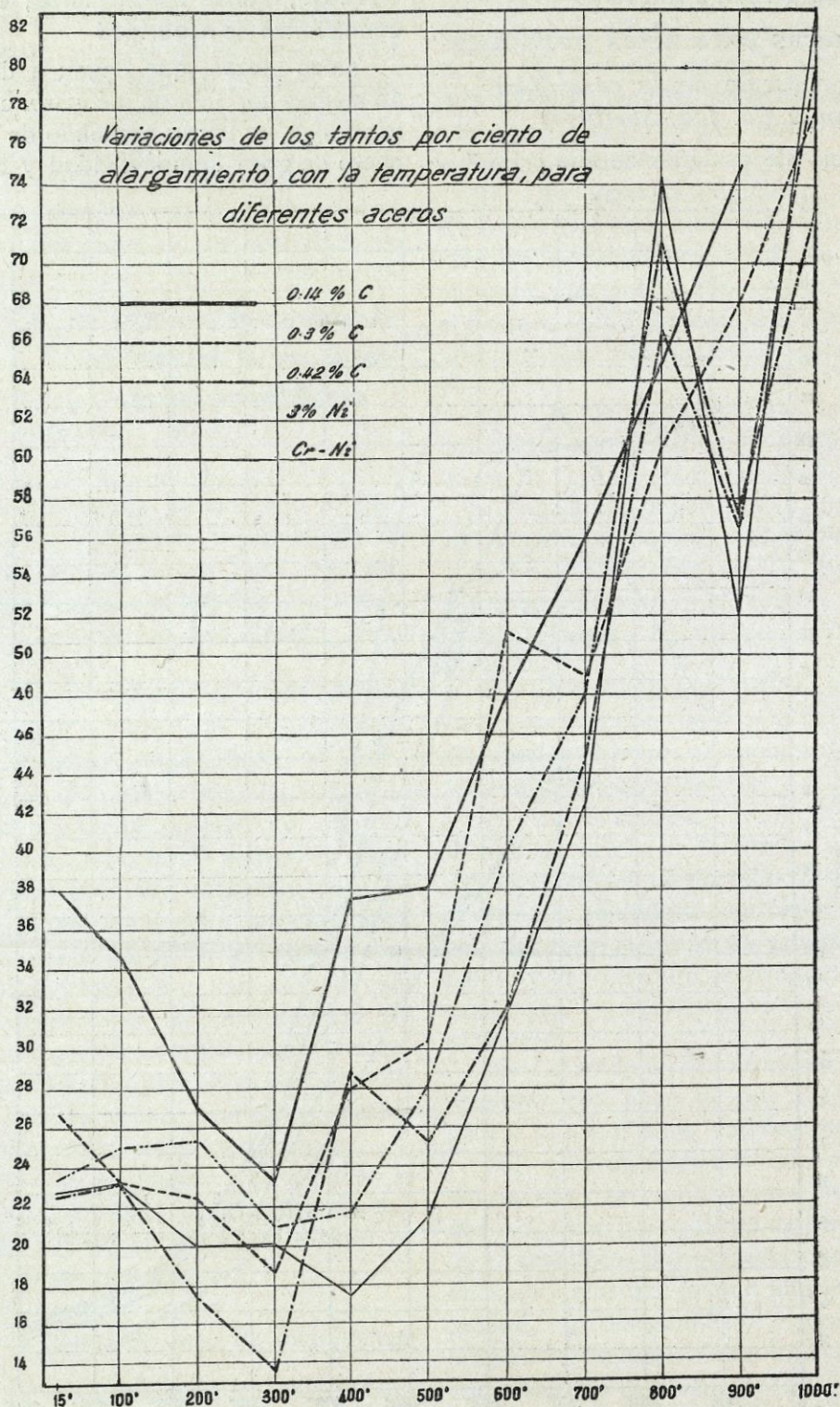


elevada temperatura, así como otras aplicaciones industriales, tales como los procesos de destilación fraccionada de los petróleos (oil

ducción, obtenidos por el procedimiento Martín-Siemens, ácido que permite un grado de desoxidación apropiado. La colada de tales lingo-

tes ha de hacerse bajo un completo control técnico, con moldes especialmente proyectados, y con grandes bebederos forrados refractariamente para evitar los efectos de la contracción.

paradamente; pero cuando las cargas y las temperaturas son muy elevadas, los colectores son forjados de una pieza, y los extremos son cerrados, dejando únicamente un agujero de



I I

Cuando las presiones son medianas, hasta 35 atmósferas, suelen emplearse tubos cilíndricos forjados, con las cabezas remachadas se-

registro, en ambos, o en uno solo de dichos extremos, según se requiera.

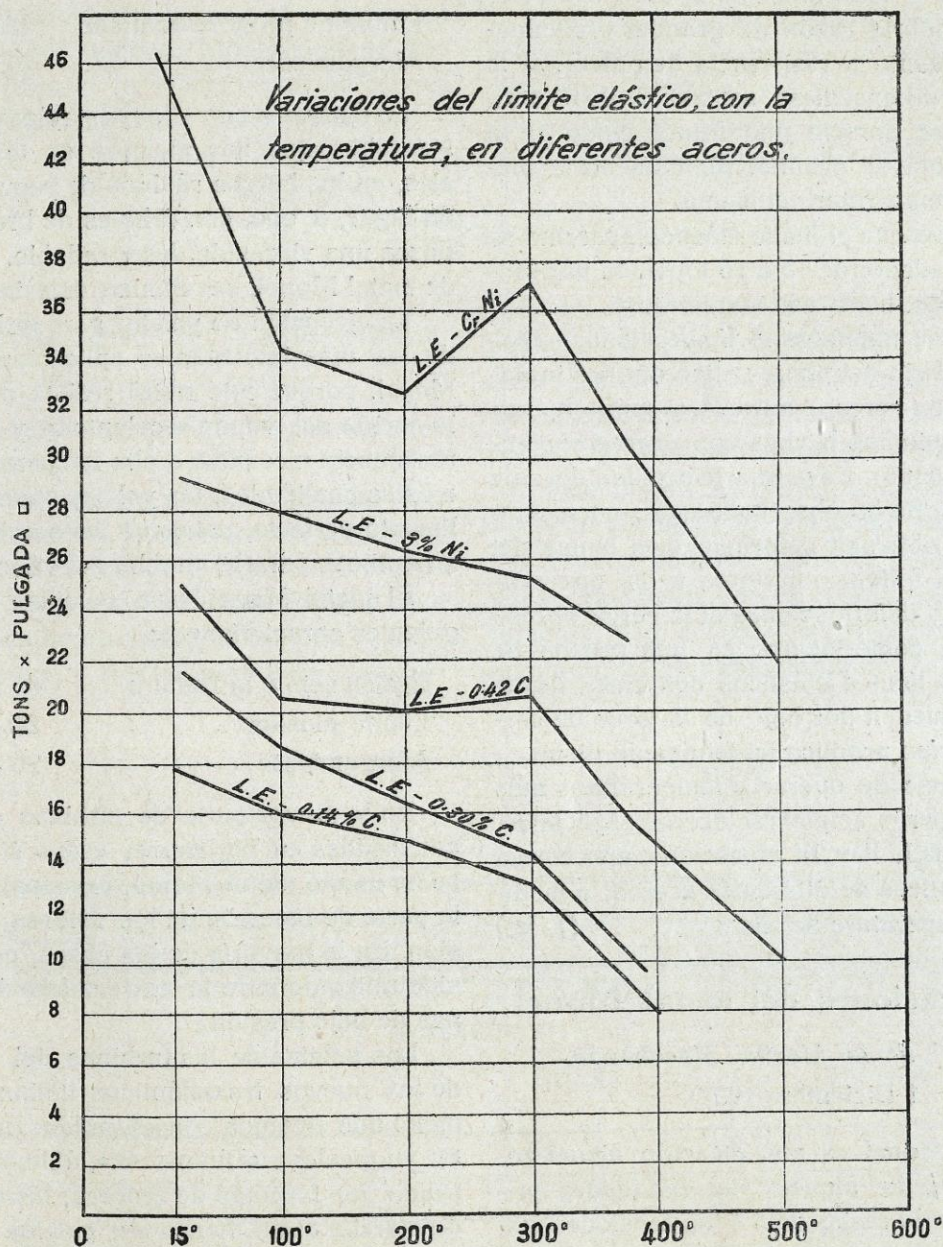
Para llegar a estas forjas se parte siempre

de cilindros huecos forjados, y luego se cierran los extremos.

Los lingotes se cortan en frío a la debida longitud y se trepanan convenientemente a todo lo largo, lo cual es ventajoso por quitar el cora-

nalmente, quedando con la homogeneidad apetecida.

Después de forjados los colectores se mandrilan y luego se cierran los extremos con especial cuidado, para asegurarse de que la de-



III

zón del lingote, donde la homogeneidad pudiera ser más sospechosa. Después se examina cuidadosamente la superficie interior, así como la exterior.

El cilindro, así forjado, se forja en caliente, aplastando y estirando el lingote, con lo que el acero es trabajado circunferencial y longitudi-

formación del material se hace gradualmente. Después son tratadas estas forjas a fin de homogeneizarlas, dando las caldas y los enfriamientos de manera uniforme y simétrica, a fin de evitar tensiones interiores. El acabado deberá ser todo lo cuidadoso posible, pues el acero en estas condiciones queda mucho menos ex-

puesto a corrosión que el que se deja groseramente terminado.

Los agujeros de registro se hacen más tarde con máquina especial y suelen tener 400 por 300 milímetros, refrentándose interior y exteriormente, para apoyo de la puerta y de los puentes.

Respecto a las condiciones del acero empleado, no habría razón de grandes preocupaciones, en cuanto a resistencia se refiere, si la temperatura no excediese de 300° a 400°, pero a los 450° se aprecia una franca caída en la resistencia, que se acentúa rápidamente a medida que la temperatura aumenta.

Se observa que el límite elástico aparente se mantiene alrededor de 13 a 16 tonelada por pulgada cuadrada, hasta esa temperatura.

También se mantiene el límite elástico aparente, por debajo del punto crítico que los ingleses denominan «creep limit». Este punto ha nacido de los estudios hechos con aceros sometidos a temperatura elevada y cargados durante largo tiempo. Se ha observado que sosteniendo la carga se obtienen deformaciones lentas del material, con fatigas inferiores a las que producirían estas deformaciones si la carga obrase rápidamente, como ocurre en una prueba de tracción. Los límites elásticos aparentes desde 300° a 400° quedan por bajo de la zona de cargas que podrían producir el fenómeno dicho.

Si se tratase de operar a temperaturas más elevadas, deberán emplearse aceros especiales.

Las figuras I, II y III muestran como varían las características de diferentes aceros, a medida que la temperatura se eleva. (J. R.)

Las aplicaciones del metal Monel

(*Journal de la Marine Marchande*,
1 Diciembre 1932)

El metal Monel es una aleación níquel-cobre, con 70 % de níquel. Sus cualidades primordiales son la resistencia a las erosiones debidas al agua del mar y a los efectos de erosión del vapor de agua. Estas cualidades han hecho su empleo conveniente para gran número de aplicaciones.

A consecuencia de su resistencia a la corrosión y de su alta resistencia a la ruptura, es muy utilizado para la confección de árboles portahélices de buques rápidos de pequeño tonelaje. La mayor parte de los buques de este tipo construidos en Inglaterra y en América, en estos últimos

años, han sido, en efecto, equipados con árboles de metal Monel. Las cualidades de la aleación especial para este uso, son las siguientes:

Resistencia	64 a 70 kg./cm ²
Límite elástico	54 a 60 »
Límite de proporcionalidad	40 a 44 kg.
Alargamiento	20 %

La distancia entre apoyos, relativamente considerable, que hay siempre en las salidas de ejes, en los barcos rápidos de pequeño tonelaje, da lugar, a que, con árboles de bronce, se produzca una vibración desagradable. Con árboles de metal Monel, se elimina este inconveniente.

La ejecución de paletas para turbinas, es una de las más importantes aplicaciones del metal Monel, porque este metal resiste perfectamente la acción del vapor recalentado y conserva su resistencia mecánica a alta temperatura. Debido a estas cualidades, las paletas conservan un pulimento perfecto, así como las secciones de paso óptimas para la marcha del vapor.

El metal Monel para paletas, tiene las siguientes características:

Resistencia a la ruptura	60 a 63 kg./cm ²
Límite elástico	50 a 54 »
Alargamiento	20 a 25 %

En la mayor parte de turbinas para buques construidas en Inglaterra, estos últimos años, se ha usado metal Monel, principalmente sobre la parte de reacción de los rotores de alta presión. En la mayoría de los casos, este metal ha sido utilizado para la extremidad de las turbinas de baja presión.

Las paletas de las turbinas del «Bremen» y de los nuevos trasatlánticos italianos, son del metal que estamos considerando. En el destructor yugoeslavo «Dubrovnik», últimamente construido, las turbinas de crucero, las de alta y las de marcha atrás, tienen sus paletas también del mismo metal.

El uso del metal Monel, para válvulas, está también bastante desarrollado. En el «Bremen», cuarenta válvulas de toma de vapor recalentado, tienen sus cuerpos de esta aleación. También se ha utilizado en las válvulas de los recientes trasatlánticos ingleses «Strathnaver» y «Strathaird».

El metal Monel tiene, además, otras numerosas aplicaciones. (S. F. D.)

Aplicación de aleaciones de níquel y de bronce para la construcción de hélices

(*Journal de la Marine Marchande*,
1 Diciembre 1932)

Hasta hace poco tiempo, era costumbre general emplear hélices de bronce al manganeso para los grandes buques. Modernamente hay tendencia a adoptar la aleación níquel-bronce llamada «Turbadium», cuya composición es:

Cu.....	49 a 51 %
Zn.....	45 a 49 %

Ni..... 2 %
y cuyas propiedades mecánicas son:

Resistencia a la tracción.....	62 Kg.
Límite elástico.....	30 »
Alargamiento elástico.....	20 %
Dureza Brinell.....	150

Entre los buques provistos de esta clase de hélices, figuran los buques de guerra ingleses «Rodney», «Hood», «Kent», «Cornwall» y los transatlánticos «France», «París», «Bremen», «Europa», «L'Atlantique», «Conte di Savoia», etc.
(L. B. D.)

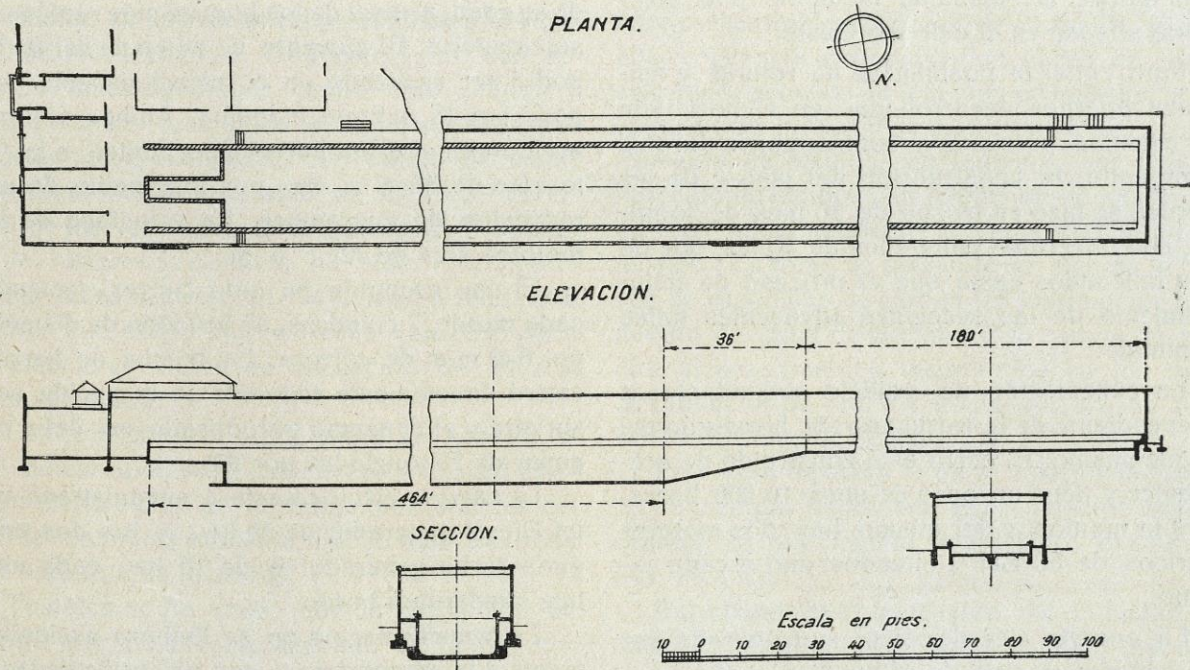
MISCELÁNEA

El nuevo tanque del Laboratorio de William Froude

(*The Shipbuilder and Marine Engine-builder*,
Diciembre 1932)

El 18 de Noviembre próximo pasado, tuvo lugar en Teddington, la apertura del nuevo tanque con que se enriquece el Laboratorio de William Froude. Este laboratorio estará ahora constituido por tres secciones; el tanque de Yarrow, el nuevo tanque, y el túnel para propulsores.

Yarrow, cuya construcción fué debida, principalmente, a la generosidad de Sir Alfred F. Yarrow. Los perfeccionamientos técnicos han permitido ensayos más precisos y ha sido posible probar modelos con propulsor y determinar experimentalmente el efecto de la mar gruesa y pequeña profundidad, así como llevar a efecto interesantes ensayos sobre el gobierno de buques. Juntamente con este desarrollo de investigación, las sociedades privadas han incrementado, de un modo continuo, su demanda de



Presidió la ceremonia Mr. Baldwin, quien, en su discurso inaugural, expuso a grandes rasgos la magnífica labor realizada por el laboratorio desde la apertura en 1911, del tanque de

ensayos, hasta el punto de ser imposible cumplir con todos los requerimientos hechos por los constructores navales. Durante el difícil período 1927-1930 fueron probados en el tanque

más de 188 proyectos, de los cuales los perfeccionamientos introducidos en 114, equivalen a un ahorro anual de combustible estimado en 105 000 libras.

El capital para la construcción de las tres secciones del laboratorio, ha sido proporcionado por donativos privados y por el Estado. Para los gastos de entretenimiento, el ideal sería que pudieran ser sufragados con los ingresos debidos a la industria naval. En las circunstancias actuales, este ideal no puede ser realizado, y, hasta que vengan tiempos mejores, el Estado tendrá que proporcionar alguna subvención.

El nuevo tanque, está construido de hormigón armado y tiene 680 pies de longitud y 20 de ancho en la superficie del agua, excepto en el extremo Este, cuyos 19 últimos pies forman un pequeño dique de 3 pies de ancho.

El piso del tanque está trabajado a 2 niveles diferentes. En el extremo Este y en una distancia de unos 445 pies, la profundidad del agua es de 9 pies. En el extremo Oeste, hay una profundidad de 2 pies durante un recorrido de 180 pies, efectuándose la transición entre los dos trozos de 9 pies y 2 pies, mediante una rampa de una longitud de 36 pies. El nivel del agua puede ser ajustado mediante una compuerta situada en el extremo Oeste.

Para evitar la posibilidad de roturas y tensiones internas desarrolladas en el hormigón por asientos parciales y contracciones durante el fraguado, la construcción del piso y de las paredes se hizo en trozos de 20 pies de longitud, con intervalos entre ellos de 3 pies, que no eran rellenados hasta que el proceso de endurecimiento de las secciones adyacentes había terminado.

La cimentación del edificio circundante es independiente de la estructura de hormigón del tanque mismo. El carro está construido de acero dulce y tiene un peso de unas 10.000 libras. Para la maniobra del mismo hay dos motores eléctricos de 56 BHP, situados uno a cada extremo.

La energía eléctrica está suministrada por una batería principal de 480 voltios y una para la excitación, de 110 voltios, las cuales alimentan un motor generador tipo Ward-Leonard, de 105 BHP, para operar los motores del carro. La mesa de control está instalada a un lado del tanque, pudiendo obtenerse velocidades cons-

tantes comprendidas entre 2 y 30 pies por segundo.

El carro ha sido proyectado para que, en lo posible, los mismos aparatos de medida puedan ser usados en cualquiera de los dos tanques, habiéndose dispuesto medios fáciles para transportar modelos de un tanque a otro. (A.F.)

Transformación de tres vapores en buques a motor

(*The Motor Ship*, Diciembre 1932)

La «Netherland Steamship C.^o» ha decidido transformar tres de sus barcos, los vapores «Madoera», «Manoeran» y «Mapia» en buques a motor.

Los tres barcos citados, de 13.900 toneladas, tienen diez años, aproximadamente. Su propulsión era, hasta ahora, por una máquina de vapor de 4.200 C. V. y 86 r. p. m., que permitía una velocidad de 12 $\frac{1}{2}$ nudos en carga.

Esta maquinaria va a ser reemplazada por dos motores Diesel de engranajes, que desarrollarán 6.500 C. V., lo que permitirá obtener una velocidad de 15 $\frac{1}{2}$ nudos, o sea, una ganancia de 3 nudos, que pondrá a estos buques, a pesar de su edad, al nivel de los buques más rápidos de su categoría. El aumento de potencia del 50 %, podrá ser realizado en el mismo espacio ocupado por la antigua máquina. Ambos motores accionarán el árbol porta-hélice, único, a la velocidad de 86 r. p. m., por intermedio de una reducción de engranajes. La velocidad de los motores será de 225 r. p. m.

El tipo escogido ha sido Sulzer, teniendo, cada motor, 7 cilindros, de 560 m/m de diámetro por 840 m/m de carrera. La bomba de barrido estará directamente acoplada; la inyección será sin aire y el consumo garantizado no debe pasar de 25 toneladas por día.

La energía eléctrica estará suministrada por un Diesel generador de 35 kw., y los dos antiguos turbo-generadores de 15 kw. cada uno, que quedarán a bordo.

La transformación no se limitará exclusivamente a la maquinaria y, con objeto de llegar al rendimiento óptimo del casco, para la nueva velocidad prevista, se ha decidido aumentar la eslora, cuyo aumento ha sido determinado después de numerosas experiencias.

(S. F. D.)

Ejes de cigüeñales de acero

(*The Marine Engineer and Motorship Builder*,
Diciembre 1932)

Es práctica corriente al proyectar ejes de cigüeñales para máquinas alternativas, especialmente tratándose de nuevos proyectos, hacer un cálculo de la velocidad crítica capaz de producir vibraciones de torsión. Evitando girar a la velocidad que puede dar lugar a vibraciones de torsión, es seguro que el eje de cigüeñales no estará sometido a grandes tensiones de torsión y que éstas no diferirán mucho de las correspondientes a la potencia transmitida.

Al realizar las pruebas por medio de torsiógrafos, se obtienen las amplitudes de las vibraciones torsionales, que permiten calcular las fatigas correspondientes.

Cuando se necesita predecir, no solamente la velocidad crítica, sino también las amplitudes de las vibraciones correspondientes, las fuerzas amortiguadoras que actúan sobre el conjunto del sistema, deben estimarse con la mayor exactitud posible.

Uno de los componentes de los efectos amortiguadores, es la fricción intensa molecular del eje de cigüeñales de acero. El Dr. S. F. Dorey da cuenta, en una memoria presentada a la «Institution of Mechanical Engineers», de sus recientes investigaciones sobre este asunto y acompaña los resultados de numerosas experiencias por él realizadas, con objeto de medir la energía disipada durante un ciclo de variación de las tensiones torsionales. Este asunto de la histéresis elástica, ha sido investigado varias veces. Rowett, en 1914, llegó a la conclusión de que existe una estrecha relación entre los efectos en ciclos de oscilación de lenta y gran velocidad.

Las conclusiones a que ahora se han llegado, indican que, para cada acero probado, existe un cierto valor de la fatiga por encima del cual la histéresis aumenta mucho más de prisa que para fatigas menores.

También se ha visto, que la disipación de energía por histéresis, depende de la historia previa del material, pues si éste ha sido trabajado alguna vez, a tensiones mayores que la crítica, antes citada, al volver a trabajar con tensiones menores, la disipación de energía por histéresis aumenta sensiblemente. Más aún; los aceros de alto límite elástico que fueron proba-

dos, demostraron baja capacidad de amortiguamiento. Se ha visto que ejes forjados de acero ordinario, son superiores a aceros especiales de alto límite elástico; llegándose a poder afirmar que un eje de cigüeñales de acero, de una resistencia a la tracción de 28 toneladas por pulg.², puede resistir condiciones de trabajo que causarían la rotura de un material de 50 tons./pulg.², a pesar de sus superiores características elásticas.

(R. L.)

Un nuevo comprobador pequeño de aislamiento

(*Revista Siemens*, núm. 3, 1932)

Desde algún tiempo a esta parte, se reconoce más imperiosamente la necesidad de comprobar los aislamientos, no solamente de las instalaciones nuevas, sino también de las ya existentes.

Teniendo en cuenta esta circunstancia, se acaba de desarrollar un aparato muy sencillo, con inductor de manivela, y de forma y construcción adecuadas al cometido que debe llenar.

Para la fabricación de la caja se han tenido muy presentes los factores de reducido peso y alta resistencia mecánica; está hecha de chapa estirada y provista de una tapa de material prensado, de un inductor de manivela y de un instrumento de medida. El inductor, del tipo de inducido de tambor con impulsión de husillo, es de fácil funcionamiento y ventajosa curva de tensión. La toma de corriente se efectúa a través de escobillas de carbón. El instrumento está dotado de aguja de cuchilla y su campo de medida alcanza hasta 6 megohmios en los tipos con inductor de 110 V y hasta 10, en los provistos de inductor de 220 V.

La escala lleva en la parte inferior del campo de medida, divisiones especialmente ensanchadas, lo que facilita una lectura exacta en este alcance.

Para comprobar la tensión del inductor, se utiliza el botón colocado en la tapa del aparato. La conexión para realizar una medida es siempre sencilla, pues solo hay dos bornes, de los cuales el uno se pone a tierra y el otro se une con el conductor cuyo aislamiento se quiere comprobar.

Asimismo puede, como es natural, compro-

barse el estado de aislamiento de dos conductores entre sí.

LIBROS RECIBIDOS

Les Flottes de Combat, 1933

Obra fundada por el Comandante De Balincourt. Publicación continuada por el Comandante Vincent-Bréchnignac, editada por la Societé d'editions Geographiques, Maritimes et Coloniales.—

Boulevard Saint Germain, 184-París. Precio: 45 francos.

La nueva edición de esta importante obra, es tan esmerada y completa como las anteriores, y aunque, como dice su recopilador, los retardos habidos en todos los programas navales, hayan dejado imprecisos los datos de ciertas unidades nuevas, ningún anuario puede tener, en el momento de su publicación, todos, absolutamente todos, los datos que pueda ne-

cesitar. Esto no obstante, la edición de que tratamos, trae, con gran detalle, la reseña y descripción de las principales flotas de combate del mundo, lo que permite seguir la política naval de las diversas potencias.

Cada edición de «Les Flottes de Combat» que, como es sabido, se publica cada dos años, ha coincidido con una etapa histórica de la construcción naval de guerra. La de 1929, con los tratados de Wáshington; la de 1931, con los de Londres, y esta de 1933, toma una notable importancia del hecho de la Conferencia Internacional del Desarme, de Génova.

Es, pues, un libro sumamente útil para todo aquel que sigue con interés las nuevas orientaciones marítimas y necesario, desde luego, a los marinos y a los profesionales de la construcción naval.