

FERNANDEZ

N. TRUCCIO

NAVAL

0629.12
004.2

S
6503



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE MADRID



0800181044

EZ

ION

2

C.D.629.12.004.2

FERN

320132

Draw
15-

Puerto

ardoua y

La

cho

16.

1794

16.



Handwritten scribbles and marks in the top left corner.

3-4-34

LECCIONES DE CONSTRUCCIÓN NAVAL

LECCIONES
DE
CONSTRUCCIÓN NAVAL

ESCRITAS

PARA USO DE LOS ASPIRANTES Á GUARDIAS MARINAS

POR

D. GUSTAVO FERNÁNDEZ Y RODRÍGUEZ

INGENIERO DE LA ARMADA, EX-PROFESOR DE LA ESCUELA NAVAL



a 281222

MADRID

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE FORTANET

IMPRESOR DE LA REAL ACADEMIA DE LA HISTORIA

Calle de la Libertad, núm. 29

—
1892

ES PROPIEDAD DEL AUTOR

ADVERTENCIA PRELIMINAR.

Hace ya tiempo que venía experimentándose la apremiante necesidad de una obra de Construcción Naval que, abarcando todas las materias comprendidas en el Programa vigente para los exámenes de dicha asignatura en la Escuela de Aspirantes de Marina, las tratara con la extensión y desde el punto de vista conveniente á la enseñanza de los jóvenes que el Estado educa para confiarles algún día el mando de sus buques.

Las obras sobre esta ciencia escritas en nuestro idioma, ó pecan por demasiado extensas y por limitarse al estudio de una clase especial de barcos, ó son por demás antiguas y aun concisas é incompletas con exceso, en lo que más interesa á la instrucción de los Aspirantes.

Impulsado por estas razones el Sr. Comandante Director de la Escuela Naval, tuvo á bien encargarme que redactara unas lecciones de Construcción ajustadas á lo expuesto. Las que para satisfacer sus deseos hube de presentarle manuscritas, como resumen de las orales que en el desempeño de mi cargo de Profesor explicaba á los Aspirantes, son las que ahora aparecen impresas

por iniciativa suya, después de haber sido declaradas de texto en la citada Academia por Real orden de 25 de Agosto de 1876, á la cual dió origen la propuesta formulada por la Junta facultativa de la misma Escuela, con arreglo á lo prevenido en el art. 91 del Reglamento por que ésta se regía en aquella época.

Me han parecido necesarias las observaciones anteriores, primero, para justificar la publicación de esta obra, fijando á su vez la amplitud de la esfera á que por su índole pertenece, y segundo, para conceptuarme con algún derecho á reclamar, como lo hago, la indulgencia del lector; porque un trabajo hasta cierto punto impuesto, no obliga á tanto como el llevado á término por elección espontánea.

Ferrol, 1877.

GUSTAVO FERNÁNDEZ.

La primera edición de esta obrita quedó agotada hace unos tres años.

Con todas las deficiencias que en ella fácilmente acusará cualquiera, dicen, sin embargo, algunos que prestó un servicio positivo, siquiera haya sido de orden humilde, facilitando el conocimiento de la nomenclatura del buque á los que emprendían determinadas carreras marítimas.

De esto á recomendar su reproducción no había más que un paso. Y como todo cuanto halaga el amor propio es aceptado prontamente como verdad indiscutible, al autor no le costó gran esfuerzo persuadirse de que tenía contraído con el público un compromiso de gratitud que ahora cumple dando á la estampa la segunda edición, un tanto ampliada, de su primer trabajo.

Pero entiéndase que, aun cuando este conserve el título que primeramente recibió, no pretende el autor enseñar á construir buques. Al adoptar en la primera edición el ambicioso título de *Lecciones de construcción naval*, no hizo más que aceptar el nombre oficialmente dado á la asignatura, cuyo programa se desarrolla en el libro; más, en realidad, y así conviene que conste, las presentes *Lecciones* no han tenido nunca otro objeto ni se encaminan ahora á otro fin que el de familiarizar al que las estudie con la estructura general de los buques y con el tecnicismo de los numerosos elementos que entran á formarlos.

Madrid, 1892.

G. F.

ÍNDICE.

INTRODUCCIÓN.

	<u>Págs.</u>
Condiciones requeridas en los buques.....	1
Condiciones para que todo barco flote.....	2
Condiciones generales de velocidad.....	2
Resistencia á la marcha.—Elementos que la componen.—Medios de que se hace uso para valuarla.....	5
Condiciones de estabilidad en aguas tranquilas.....	9
Condiciones de estabilidad entre las olas.—Evoluta metacéntrica.—Curva de estabilidad.....	16
Alteración que en la estabilidad origina un cambio en el desplazamiento....	20
Influencia que en la estabilidad ejerce la marcha á vela.....	21
Influencia ejercida en la estabilidad por el rozamiento del agua con sus obras vivas.....	23
Determinación práctica del centro de gravedad de un buque.....	24
Relaciones más usadas entre las dimensiones principales de los barcos.....	26
Teoría del timón. Influencia de la velocidad en el efecto rotatorio.—Determinación práctica del radio de evolución.....	28
Esfuerzos á que se hallan sometidos los barcos en la mar.—Descripción sumaria de la estructura de los buques.....	35
Materiales de construcción.....	40

PARTE PRIMERA.

CASCOS DE MADERA.

CAPÍTULO I.

Quilla.....	44
Dormido.....	46
Zapata.....	47

	<u>Págs.</u>
Roda.....	48
Contraroda.....	49
Apóstoles.....	50
Cuadernas.....	50
Codastes.....	57
Curva coral.....	58
Popas cuadradas.....	59
Popas redondas.....	61
Popas de los barcos de hélice.....	62

CAPÍTULO II.

Sobrequilla.....	66
Forro de bodega.....	68
Durmientes y sotadurmientes.....	70
Trancaniles.....	72
Entremiches.....	73
Forro de amurada.....	74
Baos.....	74
Barrotines y esloras.....	75
Escotillas.....	76
Tablazón de cubiertas.....	78
Observaciones sobre el forro exterior.....	79
Aparaduras.....	81
Forro de disminución.....	81
Cosederos.....	82
Cintas.....	82
Tapa de regala.....	83
Quillas de seguridad.....	83
Distribución del forro exterior.....	83
Sujeción de los forros al casco.....	84

CAPÍTULO III.

Objeto de las consolidaciones.....	87
Bulárcamas.....	88
Buzardas.....	89
Curvas ó llaves de madera.....	90
Curvas de hierro.....	90
Curvas mixtas.....	91
Puntales de madera.....	92
Puntales de hierro.....	93
Consolidaciones diagonales.....	93
Consolidaciones de cubiertas.....	95

PARTE SEGUNDA.

CASCO DE HIERRO Y DE ACERO.—CASCO MIXTOS.

CAPÍTULO I.	<u>Págs.</u>
Ventajas é inconvenientes de los barcos de hierro y de acero.	96
Quillas.	100
Rodas.	103
Codastes.	104
Cuadernas.	106
Sobrequillas ordinarias.	109
Sobrequillas intercostales.	110
Sobrequillas intercostales continuas.	111
Sobrequillas intercostales fraccionadas.	112
Sobrequillas mixtas.	113
Sobrequillas laterales.	114
Forro.	115
CAPÍTULO II.	
Estructura de los baos.	119
Unión de los baos con los costados.	121
Trancaniles.	124
Trancaniles y amurada de la cubierta alta.	125
Escotillas.	127
Forro de cubiertas.	129
Puntalería.	130
CAPÍTULO III.	
Cámaras estancas.	132
Estructura de los mamparos estancos.	134
Puertas y válvulas de los mamparos estancos.	137
Cámaras estancas para lastre de agua.	138
Pruebas de las cámaras estancas.	140
CAPÍTULO IV.	
Sistema longitudinal de construcción.	141
Combinaciones de los sistemas longitudinal transversal.	143
CAPÍTULO V.	
Origen, objeto y naturaleza de las construcciones mixtas.	151
Sistema mixto de Mr. Normand.	154
Sistemas mixtos de Mr. Grantham.	154
Sistema mixto de Mr. Mac Gregor.	155

	<u>Págs.</u>
Sistema mixto de Mr. Mac Laine.....	156
Sistema mixto de Mr. Feather.....	157
Sistemas modernos.....	157

PARTE TERCERA.

BLINDAJES.

CAPÍTULO ÚNICO.

Origen de los blindajes.....	160
Clasificación general de los buques blindados.....	161
Condición principal que se tiene en cuenta al coordinar los blindajes.....	162
Material usado en los blindajes.....	163
Tendencia actual á retroceder dando más campo á la protección de los buques.....	164
Buques completamente acorazados.....	164
Barcos parcialmente acorazados.....	166
Disposición de los blindajes y sus almohadillados.....	169
Instalación de los blindajes y almohadillados.....	171
Cofferdams.....	173

PARTE CUARTA.

ACCESORIOS PRINCIPALES DE LOS CASCOS Y PROCEDIMIENTOS USADOS PARA LA CONSERVACIÓN DE ESTOS.

CAPÍTULO I.

Tajamares.....	175
Tambores.....	177
Portas.....	178
Anclas.....	180
Serviolas.....	183
Pescantes de gatilla y varaderos.....	184
Disparadores.....	185
Escobenes.....	186
Bitas.....	187

CAPÍTULO II.

Observaciones generales sobre los timones.....	189
Timones ordinarios.....	190
Timones compensados.....	193
Timones mixtos.....	195
Timones articulados.....	196
Aparatos para el gobierno de los timones.....	197

CAPÍTULO III.

	<u>Págs.</u>
Número y disposición de los palos de la arboladura.....	200
Palos machos.....	202
Masteleros de gavia y de juanete.—Botalones de foque y de petifoque.....	205
Cofas ordinarias.—Cofas militares.....	205
Crucetas.....	207
Tamboretas.....	208
Vergas.....	208
Picos y botavaras.....	209
Carlingas de los palos.....	209
Fogonaduras de los palos.....	211
Guindastes.....	212
Mesas de guarnición.....	213

CAPÍTULO IV.

Calafateo de los cascos de madera.....	215
Repicado de costuras de los cascos metálicos.....	216
Procedimientos usados para la conservación de los cascos de madera.....	217
Procedimientos usados para la conservación de los cascos de hierro ó de acero.....	218
Procedimientos adoptados en los barcos de coraza para la conservación de sus fondos.....	223

PARTE QUINTA.

REPRESENTACIÓN, CONSTRUCCIÓN Y LANZAMIENTO DE LOS BARCOS.

CAPÍTULO I.

Objeto de los proyectos de barcos.....	225
Líneas usadas para la representación de los buques.....	226
Enumeración de los cálculos principales referentes al desplazamiento de los barcos y á su estabilidad.....	230
Distribución interior de los barcos.....	233
Sala de gálivos.—Instrumentos usados para el trazado de los barcos en esta sala.....	236

CAPÍTULO II.

Gradas de construcción.....	239
Marcha general seguida en la construcción de los barcos.....	242

CAPÍTULO III.

Procedimientos principales usados para botar los buques al agua.....	245
--	-----

INTRODUCCIÓN.

Condiciones requeridas en los buques.—Condiciones para que todo barco flote.— Condiciones generales de velocidad.—Resistencia á la marcha.—Elementos que la componen.—Medios de que se hace uso para valuarla.—Condiciones de estabilidad en aguas tranquilas.—Condiciones de estabilidad entre las olas.—Evoluta metacéntrica.—Curva de estabilidad.—Alteración que en la estabilidad origina un cambio en el desplazamiento.—Influencia que en la estabilidad ejerce la marcha á vela.—Influencia ejercida en la estabilidad por el rozamiento del agua con las obras vivas.—Determinación práctica del centro de gravedad de un buque.—Relaciones más comunes entre las dimensiones principales de los buques.—Teoría del timón.—Influencia de la velocidad en el efecto rotatorio.—Determinación práctica del radio de evolución.—Esfuerzos á que se hallan sometidos los buques en la mar.—Descripción sumaria de la estructura de los buques.—Materiales de construcción.

Condiciones requeridas en los buques.—Designase en general con la denominación de buque ó barco á todo vaso flotante, impermeable y resistente, destinado á recorrer los mares, transportando mercancías y pasajeros de un punto á otro, ó coadyuvando á los fines de la guerra.

Para desempeñar cualquiera de estos cometidos, es necesario que las formas exteriores de los barcos, y la distribución ó estiva de los pesos encerrados en ellos sean de tal naturaleza que, además de asegurarles la mayor velocidad posible con el mínimo gasto de fuerza, ofrezcan garantías aceptables de seguridad, disponiéndose en todas ocasiones de los medios adecuados para dirigirlos en cualquier sentido por el mar.

La experiencia, producto de una observación constante ilustrada por la mecánica, ha conducido á la adopción de las formas generales que hoy día afectan los barcos; pero ínterin no sean más conocidas que en la actualidad las leyes de la resistencia que oponen los fluidos al

movimiento de los cuerpos sumergidos en ellos, la determinación de las formas exteriores que más convienen á cada barco, según su destino, será un problema en extremo complicado, para cuya resolución no es posible establecer más que reglas generales; y tan solo se alcanzará un resultado satisfactorio estudiando cuidadosamente en cada caso particular la manera de obtener las cualidades preferentes, sin sacrificar otras de que convendría disponer al mismo tiempo; pero que á veces son de una importancia relativamente secundaria, y hasta implican contradicción con las primeras.

Condiciones para que todo barco flote.—En esta obra tan solo ha de hacerse referencia á los buques ordinarios, y por tanto, se prescinde en ella de los que durante los últimos años han despertado en grado extremo la atención con el nombre de submarinos. Partiendo de esta limitación, que habrá de tenerse presente en lo sucesivo, puede decirse que la primera propiedad característica de todo barco, es la de mantenerse flotante; es decir, en tal estado, que, abandonado en el mar á sí mismo, permanezca en reposo sin sumergirse totalmente. La sección que entonces determina en un barco la superficie del agua, se llama su flotación; y el plano de esa misma superficie, plano de flotación. Este divide al barco en dos partes: la inferior ó sumergida, recibe el nombre de obra viva; y la superior, el de obra muerta. El reposo de cualquier cuerpo flotante, y por lo tanto de un buque, resulta del equilibrio entre las dos fuerzas que sobre él actúan, y son su propio peso aplicado al centro de gravedad de su masa y dirigido de arriba abajo, y el empuje del líquido desalojado por el barco, que se ejerce en dirección inversa á la de la primera fuerza, según la misma vertical, y que está aplicado en el centro de presión del volumen sumergido, punto llamado en los buques *centro de obra viva*.

De lo dicho se desprende, que las condiciones necesarias para que un barco flote dependen exclusivamente de su volumen y su densidad, que son los elementos constitutivos del peso de su masa, y que por lo demás pueden ser cualesquiera la distribución y la cantidad de ésta, así como las formas del barco.

Se llama *desplazamiento de un barco* á su peso, que es igual al del líquido que desaloja, valor que se expresa en toneladas.

Condiciones generales de velocidad.—Suponiendo que un barco llene cumplidamente la condición de flotar, es evidente que para aprovechar la mayor cantidad posible de la fuerza empleada en comuni-

carle su velocidad máxima en aguas tranquilas, sería preciso que sus formas exteriores sumergidas fueran tales, que al dividir las aguas para abrirse paso entre ellas no comunicara á las moléculas líquidas movimientos de mayor extensión que los indispensables para este objeto, de tal suerte, que no se produjeran choques ni remolinos, ni apareciera alterada la superficie del agua una vez pasado el barco; porque todas las alteraciones innecesarias de posición, determinadas en el líquido por el impulso que le comunica el buque, consumen fuerza inútilmente prodigada.

Con el objeto de acercarse, ya que no es posible llegar á la realización de tal resultado, se da á los barcos una forma alargada que marca la dirección en que se ha de efectuar su movimiento; y todo lo que tienda á alejarse de ella aumentando las dimensiones transversales, más allá de ciertos límites, de que se hablará en otro lugar, tan solo contribuye á aumentar la resistencia al movimiento, y por consiguiente, la fuerza necesaria para la tracción (1).

Si se considera dividida la porción sumergida de un barco en dos partes próximamente iguales por un plano perpendicular á su longitud ó eslora, se puede observar que la anterior ó cuerpo de proa desempeña en la navegación funciones muy distintas de la posterior ó cuerpo de popa.

El primero, destinado á separar las aguas á manera de una cuña, debe efectuarlo con sujeción á las observaciones anteriores; de manera, que si se supone inmóvil al barco y se admite que el agua esté animada de una velocidad igual y contraria á la que aquel poseía (hipótesis que no altera las condiciones del caso considerado), cada serie de moléculas separadas por la extremidad de la proa debe correr á lo largo de los costados, sin verse precisada á variar bruscamente de dirección.

A este resultado se llega aguzando la proa, terminándola en una arista cortante vertical ó inclinada, recta ó curva, y adoptando (según una de las teorías más aceptadas) para figuras de las secciones de la

(1) En Rusia se han construído buques aproximadamente cilíndricos llamados redondos ó circulares y también Popoffkas por ser debidos á la iniciativa del Almirante Popoff. El objeto principal propuesto al proyectarlos, era obtener un calado reducido y la superficie exterior mínima con el máximo desplazamiento para hacer compatibles grandes medios ofensivos y defensivos con la posibilidad de mantenerse en aguas poco profundas. Pero, como era de presumir, ni la velocidad, ni el comportamiento en la mar de tales buques han sido comparables con las cualidades análogas de los buques ordinarios construídos con sujeción á principios muy diversos, tanto teóricos como experimentales.

parte sumergida del barco, determinadas por planos horizontales en cada banda ó costado, las curvas conocidas con el nombre de trocoides. Cuanto más fina y prolongada sea la proa, tanto más fácilmente abrirá las aguas, limitando tan solo su longitud y su afinamiento otras condiciones que á la par debe llenar todo barco.

Al perfil adoptado en la proa para la reunión de los costados, no se le considera indiferente. Muchos constructores han tendido á la afinación de los fondos en esta parte, dando debajo del agua una curva pronunciada y saliente á la proa que forma entonces á manera de ariete. Este contorno, obligatorio en ciertos buques de guerra, no se considera recomendable desde el punto de vista de la resistencia á la marcha, pues suele acompañarle la formación de una ola en esa parte. El perfil preferible en los casos ordinarios, es el determinado por una arista vertical, y aun mejor inclinada en mayor ó menor grado, de suerte que avance más por encima que por debajo del agua. Tales son los perfiles que se adoptan por lo general en la marina mercante.

En cuanto á las formas de la popa, deben subordinarse á permitir que los filetes líquidos separados de su dirección rectilínea por la proa vayan deslizándose por una y otra banda, hasta llegar á confundirse sin choques en una misma masa.

Para darse cuenta aproximada de la razón por qué se afinan las popas, basta observar que en la marcha de un sólido flotante al través del agua, tiende á formarse en popa un vacío tanto mayor, cuanto lo sea la velocidad que le anime. Ese vacío, que constantemente trata de llenar el agua, determina un descenso de nivel en aquella parte, y es causa de que ya no se ejerza la presión favorable á la marcha que en reposo actuaba contra la popa. Así, pues, dará origen á un incremento de resistencia que las formas de los costados deben evitar. Con tal objeto se hacen también agudas las popas, y está probado que la resistencia á la marcha permanece casi constante, en tanto que el ángulo formado por los costados disminuye hasta los 52° ; pero que de ahí en adelante decrece con rapidez hasta los 26° próximamente.

Las curvas que según la misma teoría citada deben adoptarse en el cuerpo de popa para contornos de las secciones horizontales, son las llamadas de senos versos.

Pero tanto en popa como en proa, es muy común separarse de lo dicho aceptando otras curvas, cuyas abscisas y ordenadas no se hallan ligadas por ninguna relación analítica conocida, como que se trazan de suerte que estén sometidas á la única condición de continuidad, apre-

ciada á ojo, además de la referente á la afinación que deben presentar en los extremos del barco.

En cuanto á las longitudes de los cuerpos de proa y de popa, no son arbitrarias para la realización de la máxima velocidad. Según las reglas admitidas por muchos ingenieros, el largo del cuerpo de popa en un barco destinado á poseer una velocidad determinada, debe ser igual á las dos terceras partes de la circunferencia de un círculo cuyo radio fuera el doble de la altura debida á dicha velocidad; y el del cuerpo de proa no conviene que sea menor que el de popa, ni mayor que vez y media el mismo.

Los dos cuerpos de proa y popa se reúnen en uno solo hacia la parte central del barco, que en la generalidad de los modernos suele ser cilíndrica en una corta extensión de la eslora; pero en tal caso, el largo total del barco debe ajustarse al determinado por la suma de los dos valores dados en la regla anterior. La condición que puede establecerse respecto á la superficie total, así obtenida, es que en cada costado sea continua, sin variaciones repentinas de curvatura para evitar choques y rozamientos entre las moléculas líquidas, y de estas con las obras vivas.

En definitiva, la forma exterior de los buques solo está sujeta, desde el punto de vista matemático, á la condición de simetría con relación á un plano vertical tirado de popa á proa, que se llama plano longitudinal ó diametral. La simetría de los dos medios barcos, por este plano separados, es consecuencia forzosa de la igualdad de funciones que están llamados á desempeñar.

Resistencia á la marcha. — Elementos que la componen. — Medios de que se hace uso para valuarla. — Fundándose en experimentos hechos con todo cuidado y en numerosos datos recogidos, se han establecido algunas leyes relativas á la resistencia opuesta por los barcos al movimiento, que pueden servir de complemento á las observaciones anteriores, y que M. Merrifield consigna en los términos siguientes:

1.^a Las fuerzas de tracción necesarias para imprimir una misma velocidad á barcos dotados de formas geoméricamente semejantes y de obras vivas igualmente lisas, crecen con menos rapidez que las áreas de sus máximas secciones transversales sumergidas, siendo casi exacto que en barcos de distintas dimensiones y de obras vivas semejantes las resistencias por metro cuadrado de sus máximas secciones transversales para una misma velocidad, son inversamente proporcionales

á las raíces cuadradas de los radios de curvatura de las formas de los costados.

2.^a Las fuerzas de tracción necesarias para imprimir velocidades diferentes á un mismo barco, crecen con menor rapidez que los cuadrados de las velocidades, cuando estas son pequeñas; como los mismos cuadrados con velocidades de 3 á 5 metros por segundo, y con mayor rapidez que los cuadrados para velocidades superiores á la última.

3.^a Los principales medios de aminorar la resistencia á la marcha consisten en disminuir el ángulo que en la proa forman los costados al encontrarse, y en aumentar los radios de curvatura de las formas exteriores sumergidas; y esto, sobre todo, en los delgados de popa. La influencia de estas circunstancias es tanto más considerable, cuanto lo sea la fuerza aplicada al barco.

4.^a El afinamiento de las proas, tanto encima como debajo de la flotación, que en aguas tranquilas ejerce la influencia de que se acaba de hablar, ofrece ventajas aún más pronunciadas cuando se navega con mar gruesa de proa.

En el día se admite que la resistencia opuesta por el agua á la progresión de los buques resulta de la acción combinada y simultánea de tres elementos. Es el principal la resistencia originada por el rozamiento que se desarrolla entre el agua y las regiones mojadas de los cascos ó sea sus obras vivas. Sigue á este en importancia una resistencia que reconoce por causa la perturbación que en la superficie del agua se produce durante el movimiento, manifestándose bajo la forma de dos tumefacciones líquidas ú olas á veces bastante pronunciadas, una á proa y otra á popa, fenómeno que en barcos grandes va acompañado de la aparición de otras olas menores á lo largo de los costados. Y, por último, determinan el último ó tercer elemento de resistencia á la marcha los remolinos que en la popa se presentan, por el mero hecho del paso del buque, y reciben el nombre de estela.

No es posible predecir ó calcular con entera seguridad y exactitud en cada caso, la resistencia total que por la acción combinada de estas resistencias elementales ha de encontrar un buque al moverse en el agua. No bastan para ello, ni el análisis teórico de los fenómenos que se observan, ni el estudio basado en numerosas experiencias hechas con objeto de precisar los mismos fenómenos y apreciar su importancia.

Son varias, sin embargo, las fórmulas con este objeto empleadas.

Una de las que mayor aceptación han conseguido y se halla funda-

da en los principios antes apuntados para la elección de las formas de los cascos, es debida á Rankine, y tiene por expresión

$$R = KS v^2 (1 + 4 \operatorname{sen}^2 \alpha + \operatorname{sen}^4 \alpha).$$

en la cual representan:

R, la resistencia valuada en kilos, opuesta por el agua á la progresión del buque.

K, un coeficiente variable con la naturaleza y estado de las superficies de la obra viva, esto es, con la mayor ó menor tersura de dichas superficies. En los buques de hierro limpios y pintados $K = 0,1847$ y es algo menor en el caso de que la obra viva esté recubierta de cobre.

S, el área de la superficie mojada del buque.

v = la velocidad del buque en metros por segundo.

α = el ángulo medio formado en proa con el plano diametral por las secciones ó las tangentes á las secciones determinadas en la obra viva por una serie de planos horizontales y equidistantes.

Esta fórmula deja de merecer confianza cuando se trata de grandes velocidades, porque entonces la resistencia crece más rápidamente que los cuadrados de v^2 .

Según M. Froude, la resistencia que engendra el rozamiento del agua con la obra viva de un buque puede calcularse por la expresión $KS v^m p$. En ella K y m representan valores empíricos, que por término medio son $K = 0,155$, y $m = 1,83$, S y v lo mismo que en la fórmula anterior; y p el peso del metro cúbico del agua de mar.

De experiencias llevadas á cabo se deduce, que el rozamiento del agua en buques ordinarios con fondos limpios, cuando marchan á toda velocidad, oscila entre el 50 y el 60 por 100 de la resistencia total, y que á media velocidad, esto es, entre 6 y 8 millas, el rozamiento se eleva al 80 y 90 por 100 de la misma resistencia total.

Por su parte, la resistencia debida á la formación de las olas durante la progresión del buque, asciende á 28 por 100 de la resistencia total para la velocidad máxima; á 18 por 100 para el caso de que la velocidad sea los $\frac{7}{8}$ de la máxima; á 13 por 100 cuando la velocidad es los $\frac{5}{4}$ de la máxima, y al 8 por 100 si la velocidad es $\frac{1}{2}$ de la máxima.

En cuanto á la resistencia que originan los remolinos de popa, que es la menos importante de los tres sumandos de la resistencia total, y de escaso valor en buques bien proporcionados, oscila alrededor del 8 al 10 por 100 de la resistencia que desarrolla el rozamiento del agua.

Por lo demás, si bien el rozamiento influye en la fuerza que es pre-

ciso aplicar á un buque para ponerlo en movimiento, la parte de resistencia que le es debida varía poco con la velocidad.

Se disminuye el rozamiento manteniendo limpias y lisas las superficies exteriores de las obras vivas. Entre los materiales con que se suele revestir los fondos de los buques, que son el hierro pintado, el cobre y sus aleaciones con el zinc y el estaño, el primero es el menos aceptable para el objeto, por ser mayor su coeficiente de rozamiento con el agua que los correspondientes á los demás.

Se observa también que en el cuerpo de proa es donde se hace sentir más la influencia ejercida por la naturaleza de las superficies. La experiencia ha probado, en efecto, que el rozamiento con el agua de un buque totalmente forrado en cobre ó estándolo tan sólo su cuerpo de proa, es en ambos casos mitad menor que el que resulta con el mismo barco recubierto de hierro pintado; de donde se ha deducido que el cuerpo de popa, durante el movimiento, se halla en las mismas condiciones que si estuviera revestido con una capa líquida adherida á él, y por tanto, que el rozamiento en esa parte es el mismo para toda clase de buques iguales, cualquiera que sea la naturaleza de sus forros.

Es de advertir que, lo antedicho, se refiere á buques que se supone movidos por fuerzas exteriores que no ejercen influencia alguna directa en el agua. Cuando la progresión del buque es producida por un propulsor, que funciona actuando en el agua ó sea removiéndola, los resultados anteriores varían á causa de las resistencias adicionales á que da origen el trabajo del mismo propulsor.

Como se ve, lo expuesto carece de precisión, y desde luego se comprende que el cálculo *à priori* de la resistencia que haya de encontrar un buque en la mar para determinados velocidades ha de ser incierto é inseguro, y sólo puede considerarse como una aproximación, á veces bastante rigurosa, cuando se trata de buques similares á otros, cuyo comportamiento haya podido ser estudiado y conocido. En los demás casos, ó siempre que se trata de tipos nuevos, el camino hoy día seguido para presuponer con acierto la resistencia que haya de ofrecer un buque, es el de la determinación experimental, valiéndose para ello de modelos de reducido tamaño, exactamente semejantes al buque cuya resistencia se pretenda determinar. Esta determinación experimental, delicadísima por todo extremo, requiere instalaciones especiales y aparatos de gran precisión: constituye un método satisfactorio, aunque no rigurosamente exacto, porque se basa en una semejanza de formas que es físicamente imposible realizar, dado que esa semejanza no debiera limitarse á la de las formas generales, sino extenderse hasta las más

delicadas rugosidades que toda substancia presenta en sus caras ó superficies por tersas que estas fuesen.

Por más que esta absoluta semejanza sea irrealizable aun descartando la relativa á las irregularidades superficiales, se admite como suficiente la que es posible alcanzar, y que á ella acompaña la semejanza cinemática y dinámica, ó sea la semejanza en intensidad de los fenómenos que el modelo desarrolla en su movimiento al través del agua con los análogos fenómenos que determinaría la progresión del verdadero buque en el mar; y entonces, si d representa el número de veces que el buque es mayor que el modelo ó la relación de semejanza entre el buque y su modelo, y r, r', r'' , las respectivas resistencias obtenidas con el último cuando se le imprime las velocidades $v, v', v'' \dots$, se admite que las resistencias que desarrollará el buque serán respectivamente $d^5 r, d^5 r', d^5 r'' \dots$ para las velocidades

$$v \sqrt{d}, v' \sqrt{d}, v'' \sqrt{d} \dots$$

Fácil es con tales datos trazar una curva que proporcionará las relaciones existentes entre todas las velocidades, tanto comunicadas como intermedias del modelo, que se toman como abscisas, y las resistencias ú ordenadas correspondientes; y es posible entonces descartar la perturbación que en los resultados, para su aplicación al buque, ocasiona la diferencia entre los coeficientes de rozamiento con el agua de la superficie del mismo buque y de la de su modelo.

En efecto, conociendo los valores del rozamiento del agua con la substancia de que se haga el modelo (que suele ser la parafina) á las distintas velocidades comunicadas, si se restan estos valores de las ordenadas de la curva, ya en las resistencias obtenidas no ejercerá su influencia perturbadora la diferencia de los rozamientos, y por consiguiente, después de calculadas para el buque las resistencias rectificadas, bastará agregarles la parte que en él represente el rozamiento de su obra viva con el agua para obtener las verdaderas con una aproximación que se considera satisfactoria.

Condiciones de estabilidad en aguas tranquilas.—La condición de que los barcos ofrezcan la mínima resistencia á la marcha correspondiente á su peso y volumen, no es la única á que se subordinan sus formas exteriores. En efecto; si bien es cierto, como se ha dicho antes, que cuando un barco flota en reposo en aguas tranquilas no influyen en tal estado sus formas, no sucede lo mismo desde el momento que

agentes exteriores le separan de su posición de equilibrio. Entonces aparece la necesidad de que su peso esté distribuído de una manera especial y de que sus formas se sujeten á ciertas condiciones, á fin de que, por el hecho mismo de la variación introducida, pueda tender el barco á recobrar su primitiva posición de equilibrio. Cuando esto ocurre, se dice que es estable.

Las desviaciones de la posición de equilibrio que más importa considerar, están determinadas por traslaciones verticales del barco ó por giros alrededor de ejes horizontales situados en su interior.

Respecto á las primeras, cualquier barco es estable, porque produciendo un incremento ó un decremento de inmersión, resulta que á la par aumenta ó disminuye respectivamente el empuje del agua, y el barco tiende entonces á recobrar su primitiva situación impulsado por una fuerza igual á la diferencia que se establece entre su peso y la presión vertical del agua, únicas causas que influyen en su posición definitiva.

Pero en el caso de que el barco gire, como su peso y el empuje del líquido actúan siempre verticalmente, el primero en el centro de gravedad y el segundo en el de obra viva, que es variable con la forma de la parte sumergida y con la desviación angular, se deduce que en general después de la inclinación dejarán de obrar ambas fuerzas en la misma recta, dando lugar á un par que tenderá á enderezar el barco ó á aumentar su inclinación según la posición relativa de los centros citados.

Sea, por ejemplo, FAL , fig. 1.^a, un barco flotando en aguas tranquilas, al que una fuerza obliga, sin variar su desplazamiento, á tomar cierta inclinación muy pequeña representada por la posición del buque respecto á la línea de flotación $F'L'$ obtenida, imaginando que el barco permanece inmóvil y que el agua gira el mismo ángulo que el barco, pero en sentido contrario, lo cual no alterará las situaciones relativas que definitivamente tomarán el uno y la otra. Sean también G y C las posiciones primitivas de los centros de gravedad y obra viva. Después del giro, G no habrá variado de lugar en el barco: en cuanto al centro de obra viva, se habrá trasladado á un punto tal como C' , que es el centro de presión del nuevo volumen que afecta la porción $F'AL'$ sumergida del barco: á ese punto se hallará aplicado verticalmente el mismo empuje E que antes de la desviación angular, puesto que no se ha introducido alteración en el desplazamiento; de suerte, que el barco tenderá á adrizarse en virtud de la acción ejercida por el par constituido por D y E , que respectivamente representan el desplazamiento y el empuje del líquido.

Si las formas del barco hubieran sido tales que C' ó el punto M en que el empuje corta á la vertical primitiva que pasa por C , cayeran á la izquierda de G D , el par mencionado tendería á aumentar la desviación angular y el barco no sería estable.

Si la vertical tirada por C' pasara también por G en todas las inclinaciones, en cuyo caso el punto M se confundiría con G (como sucede en una esfera flotante homogénea), no existiría el par, ni tampoco si se confundieran en un solo punto los centros de gravedad y de obra viva G y C , casos para los que el equilibrio sería indiferente y la estabilidad nula.

Las formas de los barcos deben ser siempre tales, que el par definido sea adrizante, tal como representa la figura, lo cual se conseguirá cuando los puntos análogos á M , llamados metacentros, caigan constantemente encima de G , ó lo que es igual, cuando los centros de obra viva correspondientes á sucesivas inclinaciones caigan del mismo lado hacia el que se inclina el barco, y en esa dirección, más allá de la vertical que pasa por el centro de gravedad.

Satisfechas estas condiciones, del valor del par dependerá el grado de estabilidad, es decir, la energía con que un buque tenderá á recuperar su primitiva posición una vez desviado de ella por un giro de corta amplitud. Esta es la razón por qué se le da el nombre de par de estabilidad inicial ó del primer momento. Su valor puede representarse por la expresión $D \times Gt$, á la que se suele dar la forma indicada en la igualdad siguiente:

$$D \times Gt = D \times GM \operatorname{sen} i = D (CM - CG) \operatorname{sen} i = D (\rho - a) \operatorname{sen} i,$$

llamando ρ á la distancia CM , conocida también con el nombre de radio metacéntrico inicial, a á la distancia CG , é i á la inclinación del barco.

Los giros de los barcos se llaman balances cuando tienen lugar alrededor de un eje horizontal longitudinal, y cabezadas si se efectúan alrededor de un eje también horizontal, pero dirigido perpendicularmente al primero, designándose en particular con el nombre de arfada el giro alrededor de ese eje mientras el barco levanta la proa, y cabezada mientras la abate.

La estabilidad de los barcos se estudia principalmente para los balances y las cabezadas en aguas tranquilas, distinguiéndose los dos pares que originan con los nombres de par de estabilidad transversal el uno y longitudinal el otro. Ambos aceptan la misma forma anterior-



mente obtenida sin precisar el sentido del giro, con la diferencia de que para el mismo ángulo de inclinación, el metacentro M determinado en el balance, no coincide con el análogo de la cabezada. El primero se llama metacentro latitudinal ó transversal, y el segundo, situado á una altura mucho mayor, metacentro longitudinal.

Cuando no se dispone de los planos de un buque, á los que acompañan de ordinario los valores de los radios metacéntricos y las posiciones del centro de obra viva, es posible determinar al oficial de marina con aproximación suficiente estos elementos para el par de estabilidad transversal, que es el más interesante, valiéndose para ello de fórmulas empíricas como las siguientes:

$$B^2 = 1,15 \frac{V l}{\Sigma}; \quad Z = \frac{1}{3} \left(\frac{p}{2} + \frac{V}{\Sigma} \right);$$

$$r = \left[0,008 + 0,0745 \left(\frac{\Sigma}{Ll} \right)^2 \right] l^5 L,$$

en las cuales B^2 representa el área sumergida de la sección transversal máxima del buque;

V el volumen total de la obra viva ó sea el desplazamiento partido por la densidad del agua de mar;

Σ el área de la flotación;

l = la manga máxima en la flotación;

L = eslora en la flotación;

p = profundidad de la obra viva en el centro de eslora;

r = radio metacéntrico transversal;

Z distancia á la flotación normal del centro de la obra viva separada por ella.

Ya en el mismo buque, ya en los planos, es posible determinar estos datos.

Para la valoración del par de estabilidad sólo faltaría por consiguiente determinar el valor de a , ó sea la posición del centro de gravedad del modo que pronto ha de indicarse.

En el mar, los balances son producidos por la acción del viento en el velamen y por las olas de través. La inclinación máxima que haga tomar á un barco cualquiera de estas fuerzas ó ambas combinadas, no debe exceder de un límite determinado que fija la altura de las obras muertas en la máxima sección transversal, á fin de que el agua no

rebase nunca el borde superior del costado. Esa altura se fija de ordinario para balances de 45° , casi nunca alcanzados aun en circunstancias extraordinarias.

En cuanto á las cabezadas, se deben principalmente á la acción de las olas; y á fin de que durante esos movimientos no llegue á invadir el agua el interior del casco, es preciso que el borde superior de los costados ó línea de regala se eleve hacia proa y hacia popa desde la máxima sección transversal, presentando una curvatura más ó menos pronunciada que se llama arrufo.

Resulta de lo dicho, que la estabilidad de los barcos depende, no solo de sus formas exteriores, sino también de la estiva de sus pesos, supuesto que no es indiferente para aquella cualidad la situación relativa de los centros de gravedad y de obra viva.

Esta consideración conduce á distinguir dos clases de estabilidad, denominadas de forma ó de peso, según que sean debidas á la naturaleza de las formas ó á la distribución de los pesos.

Para ver con toda claridad hasta qué punto influyen las unas y los otros en la estabilidad, basta descomponer del modo siguiente la expresión $D \times Gt$ que la mide.

Acudiendo á la fig. 1.^a, se reconoce que $D \times Gt = D (CR - CS) = D \times CR - D \times CS$. Esta igualdad manifiesta que el par de estabilidad está dado por la diferencia de otros dos, de los cuales el primero, $D \times CR$, indica las alteraciones que en la estabilidad introducen los cambios de lugar del centro de obra viva, ya que, como se ve, es independiente su valor de la distribución de los pesos; da, en una palabra, el valor del par de estabilidad cuando el centro de gravedad G se confunde con el de obra viva C , en cuyo caso $D \times CS = 0$. Por esta razón, el producto $D \times CR$ recibe el nombre de par de estabilidad de forma, y puede utilizarse su valor para apreciar la influencia que en la estabilidad ejerce la configuración de un barco.

Es fácil darse cuenta de cuáles son las partes de éste, cuyas formas influyen más en las variaciones de valor de su par. Cuando el barco pasa en virtud de un giro desde la flotación FL á $F'L'$, sumerge una cuña LoL' , y emerge otra igual en volumen FoF' ; lo cual equivale á agregar á las fuerzas que actuaban primitivamente en el barco, á saber, desplazamiento D en G y empuje en C , un nuevo par determinado por las fuerzas p, p , que son iguales al peso de agua que tuviera el mismo volumen que cada una de las cuñas; de modo, que el par $D \times Gt$ es producido por el peso D del barco que actúa en G y por la fuerza que se obtiene componiendo las p, p , y el empuje E aplicado

en C que dan el mismo empuje obrando en C'. Luego esta última fuerza, resultante de las tres mencionadas, puede ser sustituida por ellas, lo cual, expresado algebricamente, equivale á establecer la siguiente igualdad:

$$D \times Gt = p \times qq' - D \times CS.$$

Y como ya se había obtenido que

$$D \times Gt = D \times CR - D \times CS,$$

se deduce, para nueva expresión del par $D \times CR$, la cantidad $p \times qq'$. Pero el valor de este par, para un mismo esfuerzo p , crece proporcionalmente á qq' , distancia que será tanto más grande, cuanto mayor sea la plenitud de formas de los barcos en las proximidades de la flotación. Por consiguiente, la estabilidad quedará favorecida aumentando las dimensiones horizontales en toda la región que puede sumergirse durante las inclinaciones; lo cual explica por qué en barcos de escasa estabilidad se obtiene ésta con gruesos forros adicionales llamados embonos, establecidos á la altura de la flotación.

El valor $p \times qq'$, que como se acaba de ver es igual á $D \times CR$, mide, como este último, la estabilidad de forma; cualidad que se obtiene en su grado máximo para los balances con secciones transversales triangulares.

En cuanto á la expresión $D \times CS$, que hay que restar de la del par de estabilidad de forma, recibe el nombre de par de estabilidad de peso, y á su vez indica la influencia que la situación del centro de gravedad ejerce en la estabilidad de un barco. Ésta evidentemente aumenta ó disminuye, bajando ó subiendo el centro de gravedad, puesto que todo cuerpo es tanto más estable, cuanto más bajo esté ese punto respecto á la base de sustentación. Aparte de esto, la estabilidad de peso representada por $D \times CS$, disminuye en valor absoluto descendiendo el centro de gravedad, porque de este modo decrece el brazo de palanca CS; pero como la cantidad $D \times CS$ es sustractiva en la expresión $D \times CR - D \times CS$ de la estabilidad general, ésta aumenta con dicha disminución, y viceversa en el caso contrario.

El centro de gravedad en los barcos ocupa comunmente una posición cercana á la flotación, no descendiendo en los casos límites por debajo de este plano más allá de 0^m,6.

A pesar de la absoluta necesidad de que los buques sean estables, no conviene que el par $D \times Gt$, que mide esa cualidad, alcance un

valor excesivo, porque si esto ocurriera, la energía con que tenderían á recuperar sus posiciones normales, desarrollando fuerzas considerables de inercia, determinaría en ellos una serie de rápidas oscilaciones perjudiciales á la solidez y á la duración de su estructura, así como á la seguridad y comodidad de los mismos tripulantes, y en un buque de guerra á la conveniente utilización de su artillería.

En todos los barcos, las oscilaciones simples de balance y cabezada hasta ahora mencionadas, originan otras que, por la naturaleza de su generación, suelen designarse con el nombre de oscilaciones secundarias. Durante el balance, por ejemplo, cualquiera que sea su amplitud, sale del agua una porción de costado y se sumerge otra, dando esto lugar, como se ha dicho, al desarrollo del par $p \times qq'$ de la fig. 1.^a Pero como en ningún buque se encuentra ese par contenido en un plano vertical transversal á causa de la diferencia que existe entre las formas de los costados en proa y popa, sino en un plano, que conservándose vertical en el barco adrizado, es oblicuo en todos casos respecto al diametral, está claro que el par $p \times qq'$ se descompondrá naturalmente en dos; uno situado en un plano vertical transversal que influirá en la estabilidad del modo ya dicho, y el otro contenido en un plano paralelo al diametral que producirá una cabezada. Por consiguiente, desde luego se puede establecer que todo balance origina una cabezada secundaria. Pero no es esta la única oscilación determinada. En efecto; imagínese trazada la envolvente de las diferentes flotaciones FL, F'L', F''L'', fig. 3.^a, correspondientes á balances sucesivos é infinitamente próximos de un barco; estos podrán entonces considerarse como producidos por la rodadura sin traslación de la envolvente sobre la superficie del agua. En esta hipótesis, cualquiera que sea la envolvente y la situación que respecto de ella ocupe el centro de gravedad del barco, situación fija para cada estiva, ese centro describirá necesariamente durante la rodadura una curva, cuyos diferentes puntos se encontrarán á alturas variables sobre la superficie del mar, y marcarán por lo mismo otras tantas emersiones ó inmersiones de una faja de costado, según que se encuentren por encima ó por debajo de la situación que el centro de gravedad ocupa cuando el barco está adrizado. Resulta, pues, de esto, que en todo barco los balances dan lugar, además de las cabezadas secundarias, á otras oscilaciones también secundarias y que pudieran llamarse verticales, porque su efecto se reduce á producir elevaciones y descensos del buque respecto al agua. Tan solo dejaría de producirse esta clase de movimientos en el caso no conocido de los barcos, de que la traza en un plano vertical transversal

á la eslora de la superficie envolvente de las flotaciones fuera una circunferencia, y su centro coincidiera precisamente con la proyección en el mismo plano del de gravedad del barco.

Las cabezadas engendran á su vez una sola clase de oscilaciones secundarias que son verticales, y cuya existencia se demostraría por medio de un razonamiento enteramente igual al que se acaba de exponer para el caso del balance.

Salta á la vista la conveniencia de reducir cuanto sea posible la amplitud de las oscilaciones secundarias, ya que se opone á su completa desaparición la naturaleza de las formas aceptadas hoy día como buenas en los barcos. La manera de efectuarlo es obvia, una vez conocidas su procedencia y su generación.

* **Condiciones de estabilidad entre las olas.—Evoluta metacéntrica.—Curva de estabilidad.**—Si en lugar de imaginarse un barco flotando en aguas tranquilas, como hasta ahora, se le supone marchando entre las olas, pero libre de la influencia del viento, varían las fuerzas que determinan la estabilidad, cuyo estudio se complica. Cualquiera que sea la dirección de su marcha, el barco se ve obligado á ejecutar una serie de oscilaciones que serán cabezadas cuando camine en el mismo sentido que las olas ó en sentido contrario á ellas, y balances si recibe la mar de través. En efecto; se admite que durante el período de oscilación de las olas, cada una de las partículas líquidas efectúa una revolución completa girando alrededor de cierto punto, cuya posición difiere poco de la que ocupaba la misma partícula en aguas tranquilas, y además que las órbitas recorridas por las moléculas del agua son próximamente circulares ó elípticas, según la mayor ó menor profundidad del fondo respectivamente, y se encuentran situadas en planos verticales paralelos á la dirección en que oscilan las olas. Las producidas del modo dicho reciben el nombre de olas rolantes, que con las llamadas de traslación constituyen las más comunes, y por tanto las que importa considerar. Las olas de traslación sólo difieren de las rolantes en que las moléculas líquidas poseen movimientos horizontales en sus planos de oscilación simultáneos con las revoluciones que efectúan, dando por resultado definitivo para cada molécula rotaciones alrededor de centros dotados de un movimiento de traslación. Según esto, en todos casos actúan en cada partícula de agua varias fuerzas que son su propio peso, la fuerza centrífuga y la tangencial á la órbita que describe. Prescindiendo por un momento del impulso que determina la propulsión del barco, éste se halla sometido

á su vez á las presiones de las moléculas que lo rodean y tienden á comunicarle el movimiento que las anima, el cual, si aquellos esfuerzos son bastante enérgicos, será el mismo de que participen los diferentes puntos del barco. En estos se desarrollan reacciones debidas á sus pesos y á las fuerzas que en ellos actúan. Todos los esfuerzos que se acaba de enumerar pueden resolverse en un par y una fuerza: ésta determinará una traslación, y el par una rotación que será un balance ó una cabezada según el caso, y dará la medida de la estabilidad.

La forma del casco y la distribución de los pesos que contiene, elementos de que dependen las fuerzas de inercia que animan á las masas del barco, pueden ser de tal naturaleza, que las rotaciones produzcan uno de los dos resultados siguientes: 1.º El barco tiende á mantenerse normal á la superficie ondulada del agua, que es lo que, por ejemplo, ocurre con una tabla flotando de plano entre las olas. 2.º El barco se inclina hacia la cresta más próxima, caso que se presenta con la misma tabla flotando de canto.

Se comprende, por consiguiente, que en el mar un barco debe aproximarse á tomar un movimiento de oscilación como el de las mismas olas ó en dirección contraria á ellas, según que las formas de su obra viva y la distribución de sus pesos le hagan más ó menos asimilable á una tabla flotando de plano ó de canto. En el primer caso se encuentran los buques de corto calado y fondos planos; en el segundo los que disfruten de propiedades contrarias.

Por lo demás, en cualquier caso, si en un barco llega la duración de sus oscilaciones á corresponderse con la de las olas, cada una de las que sucesivamente le alcancen aumentará la extensión del giro, de suerte que el barco correrá grave riesgo de zozobrar.

Al hacer las consideraciones anteriores, se ha prescindido de la velocidad que anima á los barcos durante su movimiento. Cuando las olas llegan de través, la fuerza que produce aquella velocidad no altera evidentemente las condiciones de seguridad de un barco; pero no sucede lo mismo cuando se marcha contra las olas ó en la misma dirección que ellas. En el segundo caso, al descender un buque la pendiente de una ola, animado de cierta velocidad, si la duración de la cabezada es igual ó mayor que la de una oscilación de las olas, no levantará la proa al mismo tiempo que sube la pendiente ascendente de la ola inmediata; de modo que, arrastrado por su propia velocidad, puede penetrar en la masa líquida á manera de una cuña, en vez de elevarse sobre ella sin peligro.

En un barco de vela, al mismo tiempo que las oscilaciones de que se

acaba de hablar, se produce como es sabido, la inclinación casi constante determinada por la acción del viento, lo cual altera la dirección de la recta que divide á cada oscilación en dos partes iguales. Así, pues, esa recta que en aguas tranquilas es vertical, se inclina cuando el barco navega á vela entre las olas, efectuándose á uno y otro lado de ella las oscilaciones que antes tenían lugar á uno y otro lado de la vertical.

La reducida amplitud de los balances y la moderada velocidad con que se efectúen, es una de las cualidades más apreciables de los buques, así como conviene que las cabezadas tengan lugar en períodos cortos para no embarcar las olas por proa ó por popa. Respecto á los balances, puede añadirse que su duración debe ser tal, que no se corresponda con la de las olas, para lo cual se hace que dicha duración sea mayor y constante.

Todo lo dicho permite comprender por qué en general se estudian las condiciones de estabilidad en cada buque, de suerte: 1.º, que los pares que las miden aumenten proporcionalmente á las inclinaciones; 2.º, que los balances sean isócronos, y más bien lentos que rápidos; y 3.º, que sean vivos y cortos los movimientos de cabezada.

El valor $D (\rho - a) \text{ sen } i$ del par de estabilidad aumentará proporcionalmente á las inclinaciones (aparte de la influencia ejercida por estas), siempre que $\rho - a$ aumente del mismo modo. Ahora bien: $\rho - a$ es la altura del metacentro sobre el centro de gravedad; y como este es fijo, se obtendrá el resultado apetecido haciendo de suerte que los metacentros correspondientes á inclinaciones cada vez mayores corten la vertical primitiva del centro de gravedad á distancias crecientes de este punto, lo cual se consigue, como se ha visto, aumentando las dimensiones horizontales del casco en las proximidades de la flotación.

Para apreciar con toda seguridad si los barcos satisfacen á esa condición en los balances, que es lo que más importa, convendría trazar la curva $p q s$, fig. 3.^a, llamada evoluta metacéntrica, que es la envolvente de todas las direcciones $c' m$, $c'' m'$, etc., del empuje del líquido, correspondientes á inmediatas y progresivas escoras de un mismo barco. En los bien contruídos, la evoluta metacéntrica está formada por dos ramas simétricas respecto á la vertical primitiva del centro de gravedad, cóncavas inferiormente y que se encuentran en la citada vertical, á la que son tangentes, formando al reunirse un punto q de retroceso del modo representado en la figura, cuyo examen permite reconocer cómo, en efecto, entonces la altura metacéntrica $\rho - a$ de que depende el valor del par $D (\rho - a) \text{ sen } i$ crece progresivamente con los balances.

En lugar de la evoluta metacéntrica se construye casi siempre hoy día (fig. 2.^a) la curva llamada de estabilidad, obtenida por medio de abscisas, que son las inclinaciones sucesivas del barco, y de ordenadas que marcan los valores correspondientes de los brazos de palanca del par de estabilidad.

El conocimiento de las curvas de este género determinadas para distintos estados de carga en cada buque, interesa en sumo grado al oficial ó piloto á quien se encomiende el mando. El examen de aquellas le da un medio seguro en cada caso de apreciar los recursos que proporciona el buque para afrontar determinadas circunstancias de mar y los peligros que las mismas amenazan, porque la ley de variación de los brazos de palanca del par de estabilidad acusa los límites dentro de los cuales no ofrecen riesgo alguno los movimientos del buque que más importa tener en cuenta.

Los brazos de palanca ($r - a$) sen i de los distintos valores del par de estabilidad transversal, dependen en primer lugar de las cantidades r y a que pueden determinarse y se determinan acudiendo al cálculo.

En lo que se refiere á los radios metacéntricos transversales r , para cuya apreciación se ha dado antes una formula aproximada, conviene advertir, sin embargo, que no es indispensable conocer su valor, ni por tanto la situación de los centros de obra viva correspondientes á dichos valores ó sea á inclinaciones diversas del buque. Basta determinar las direcciones del empuje y el centro de gravedad del buque. Fijados estos datos, las perpendiculares tiradas desde el centro de gravedad á las distintas y sucesivas direcciones del empuje, darán directamente los brazos Gt (fig. 1.^a) que han de figurar como ordenadas en cada curva de estabilidad.

Las direcciones del empuje se determinan ya por procedimientos de cálculo únicamente, ya por medios mecánicos ingeniosos, á la par que sencillos. El estudio de unos y otros no puede tener cabida en esta obra.

No sucede lo mismo con la determinación del centro de gravedad, que aun cuando se efectúa siempre por el cálculo al hacer el estudio del proyecto, importa comprobarla una vez concluído el buque y para diversos estados de carga del mismo por medios experimentales, de que se ha de hablar muy pronto.

Según se demuestra en obras especiales, para que los balances sean isócronos basta que las secciones transversales por encima y debajo de la flotación, en la parte abarcada por la faja de costado que se sumerge y se descubre en los balances, sean arcos de círculo de cierto radio poco

mayor que la mitad del ancho de cada sección, tomado á la altura de la línea de agua normal en carga, y de suerte, que esta línea divida á cada uno de ellos en dos porciones simétricas.

Siendo asimilables las oscilaciones de los barcos, tanto balances como cabezadas, á las de un péndulo, y pudiéndose determinar los elementos del que oscila como un barco dado, resulta que así como en un péndulo se aumenta ó se disminuye la duración de las oscilaciones aumentando ó disminuyendo respectivamente su radio de giración tomado con relación al centro de gravedad (1), se obtendrá el mismo efecto en un barco alterando el valor del radio de giración de su masa respecto al centro de gravedad de ésta. Para conseguirlo, sin variar la posición de ese punto, se pueden trasladar horizontalmente hacia los costados los pesos de abordo ó acercarlos al plano diametral, según el efecto que se quiera conseguir.

Se alcanza el mismo resultado elevando ó bajando el centro de gravedad del barco, con lo que aumentando ó disminuyendo el valor absoluto del par de estabilidad de peso, disminuirá ó aumentará la cantidad $D (C R - C S)$ que expresa la estabilidad general.

La resistencia lateral de la obra viva influye también en los balances; así es que fondos redondeados y poco profundos contribuirán á aumentar la movilidad transversal, al paso que las condiciones contrarias disminuirán esa peligrosa propiedad.

Del mismo modo que se modifican los balances con traslaciones horizontales ó verticales de pesos, se altera también la duración de las cabezadas que, como se ha indicado, conviene que sean rápidas.

Alteración que en la estabilidad origina un cambio en el desplazamiento.—En un buque destinado á largas navegaciones, varía durante estas la cantidad de pesos embarcados, ya sea porque en los

(1) Para comprender esto, basta recordar que el período T de oscilación de un péndulo simple de longitud l está dado por la fórmula $T = \pi \sqrt{\frac{l}{g}}$, y que para obtener un péndulo compuesto que oscile del mismo modo, es preciso hacer en él $a + \frac{k^2}{a} = l$, expresión en la que a representa la distancia que separa al centro de gravedad del péndulo del centro de suspensión, y k su radio de giración respecto á un eje que pase por su centro de gravedad paralelamente al que se toma en el centro de suspensión; de modo que el período de oscilación en el péndulo compuesto será $T = \pi \sqrt{\frac{a^2 + k^2}{a g}}$.

puntos de escala se deje parte del cargamento, ya porque al contrario se aumente, ya también á causa del consumo de víveres, carbón y municiones de guerra si se trata de un barco del Estado. Tales alteraciones en el desplazamiento no son indiferentes, puesto que variando á causa de ellas las posiciones de los centros de gravedad y obra viva, han de influir precisamente en el valor $D (\rho - a) \text{ sen } i$ del par de estabilidad.

Considerando primero el caso en que se embarquen pesos (fig. 4.^a), sea $F L$ la flotación del barco anterior á la introducción en éste de un peso P aplicado en el punto A , y $F' L'$ la correspondiente después de embarcado el peso P . Sea C el centro de presión del volumen comprendido entre las dos flotaciones. Claro está que cuando el barco se incline, el peso aplicado en A y el empuje determinado por el desplazamiento adicional que origina, y que actúa en C (punto que en el caso presente apenas varía con las inclinaciones ordinarias, dadas las formas comunes de los barcos), producirán un par que en el ejemplo propuesto tenderá á aumentar la escora del barco y hará disminuir en una cantidad igual á su valor la estabilidad primitiva expresada por $D (\rho - a) \text{ sen } i$.

Si el centro de gravedad del peso embarcado se confundiera con el centro C del desplazamiento adicional, no existiría el par, y la estabilidad no sufriría alteración.

Si, por último, el centro de gravedad del peso estuviera debajo del punto c , el par sería adrizante y aumentaría la estabilidad del barco.

Análogas consideraciones conducirían á deducir que la sustracción de pesos á bordo origina aumento ó disminución de estabilidad en los mismos casos en que la introducción originaba respectivamente disminución ó aumento; y que cuando el centro de gravedad de los objetos suprimidos ó desembarcados coincide con el centro del desplazamiento adicional, no se altera la estabilidad.

Influencia que en la estabilidad ejerce la marcha á vela.—La cantidad de velamen que un barco puede llevar sin peligro, depende del valor que alcance el par de estabilidad transversal. Efectivamente, cuando un barco navega á vela, se puede considerar el esfuerzo del viento como único y aplicado al centro de la superficie de velamen, punto que se designa con el nombre de centro vélico. Además, por simplificar, se imagina siempre reducidas todas las velas á una sola plana, cuyo centro de figura se confunda con el centro vélico de las que reemplaza; y en esta hipótesis, el esfuerzo del viento se descompone en dos,

uno situado en la misma vela, que tenderá á hacerla flamear, y el otro perpendicular á ella, siendo, por lo demás, ambos horizontales. El esfuerzo normal es, á su vez, resultante de otras dos componentes horizontales, paralela una de ellas al plano diametral, cuya acción determina la progresión del barco, y normal la otra al mismo plano, que produce una inclinación á sotavento, y es la que en el caso presente conviene considerar. Esta fuerza varía con la superficie del velamen, con la orientación de las velas y con la dirección y la velocidad del viento.

Conocida la superficie S de velamen, la componente p , normal á la marcha, de la presión del viento sobre cada unidad de superficie de las velas, y la altura d del centro vélico sobre el de gravedad, el producto de esas tres cantidades dará el valor del par $S p d$ que produce la inclinación, la cual tendrá un límite cuando el par $D (\rho - a) \text{ sen } i$ de estabilidad transversal, á que la escora del barco da lugar, sea igual al primero; es decir, cuando se tenga

$$S p d = D (\rho - a) \text{ sen } i.$$

Y como el valor del par de estabilidad de un barco depende de sus formas y sus pesos, de ahí que unas y otros influyan también en la facultad de llevar mayor ó menor velamen. Por consiguiente, todo lo que favorezca á la estabilidad, permitirá aumentar la cantidad de vela; de suerte que se encuentran en este caso los barcos de mucha manga en la flotación, y de centro de gravedad muy bajo.

No se limita al resultado expuesto el efecto de la componente transversal del viento, sino que además puede variar las condiciones de estabilidad. Para comprenderlo, basta observar que dicha componente transversal tiende á producir una marcha lateral en los barcos, que efectivamente tiene lugar, determinando una desviación del rumbo que se llama abatimiento. Pero el abatimiento no puede producirse sin originar de parte del agua una resistencia proporcional, variable al mismo tiempo con el calado, la eslora y las formas de los costados. Cualquiera que sea la intensidad de esta fuerza, puede ocurrir que su punto de aplicación, ó lo que es lo mismo, el centro de resistencia lateral, se encuentre encima ó debajo del de gravedad, ó también confundido con éste. En el primer caso; la estabilidad saldrá favorecida; y esto tan sólo mientras los barcos marchen á vela, lo cual explica por qué al largar el velamen se inclinan en el primer momento un ángulo mayor que cuando ya han tomado arrancada.

En el segundo caso la estabilidad disminuiría, y en el tercero no habría alteración en ella.

Si el centro de resistencia lateral cayera á proa del de gravedad, el barco, al mismo tiempo que abatiera, tondería á orzar; y lo contrario sucedería cuando el centro de resistencia lateral cayera á popa del de gravedad. En el primer caso saldría favorecida la estabilidad, ó mejor dicho, la seguridad del barco en el sentido de que, por el hecho mismo de la orzada, todo buque se adrizo; y quedaría perjudicada en el segundo, supuesto que al arribar aumenta la escora, y por lo tanto el peligro de zozobrar.

Influencia ejercida en la estabilidad por el rozamiento del agua con las obras vivas.—El rozamiento del agua con los costados de los barcos en movimiento, influye, como se ha dicho, de una manera bastante notable en la resistencia que encuentran á la marcha. Convendría, por tanto, para disminuir este inconveniente, que cada barco poseyera una superficie exterior muy lisa, y que á igualdad de desplazamiento fuera la mínima; resultado que se alcanzaría haciendo mínimos, y por tanto circulares, los contornos de las zonas transversales elementales, que reunidas constituyen la obra viva; pero como al mismo tiempo el barco debe ser estable, y la máxima estabilidad de forma se obtiene con secciones triangulares, de ahí que se adopten formas limitadas por contornos transversales intermedios entre las dos figuras mencionadas.

Hay muchos buques, y especialmente de vapor, en los que se oponen estas condiciones á otras que se consideran de mayor importancia. Así ocurre que en ocasiones, hacia el medio de la eslora, son casi rectangulares los contornos de las secciones transversales, disposición que permite alojar cómodamente las máquinas en el fondo, favoreciendo en este concepto la estabilidad de peso que compensa la pérdida en estabilidad de forma.

El rozamiento no influye únicamente del modo dicho, sino que además opone un obstáculo á la producción y á la continuidad de los balances. Desde este punto de vista, es favorable á la estabilidad; y como cuanto más redondeados sean los fondos de un barco, tanto menor será la resistencia que encuentre éste á girar en el seno del agua, se procura siempre precaver la excesiva movilidad transversal á que darían lugar compensando con el afinamiento de proas y popas la plenitud de formas que á veces conviene adoptar en la parte central de las obras vivas. Se acude también en tales casos á todos los recursos que permi-

tan favorecer la resistencia á los giros transversales, sin aumentar sensiblemente la resistencia á la marcha en el sentido de la eslora: más adelante se citarán algunos de ellos.

Determinación práctica del centro de gravedad de un buque.— Además de los procedimientos directos de cálculo que se emplean para llegar al conocimiento de la posición que ocupa en todo buque su centro de gravedad, es común y conveniente determinar prácticamente este punto, y muy útil al oficial de Marina saber la manera de efectuar esta investigación, porque suele intervenir directamente en ella.

El procedimiento que con tal objeto se aplica es muy sencillo; pero para que suministre un resultado exacto que permita corregir los inevitables errores que introduce en el cálculo, previamente hecho al estudiar el proyecto, la imposibilidad de fijar con entera precisión y certidumbre las situaciones de los centros de gravedad del considerable número de máquinas, aparatos y efectos de armamento que contiene todo buque, es indispensable tomar una serie de precauciones importantes.

En primer lugar, es conveniente que el tiempo esté sereno, la mar tranquila, y que la operación que va á describirse se efectúe, á ser posible, durante la estoa, á fin de evitar la influencia de las corrientes de marea.

Se elige á bordo, ó se embarca, si fuere necesario, los pesos que se han de utilizar en la experiencia del modo que habrá de explicarse, los cuales pueden ser piezas de artillería, cadenas, lingotes, etc. Se establecen los pesos elegidos en paraje desembarazado sobre cubierta y simétricamente al plano diametral del buque.

Se instala en este plano y en lugar conveniente, hacia el centro del buque, como en una escotilla, una larga plomada, cuyo peso debe llegar hasta el fondo de la bodega; y á fin de extinguir con rapidez las oscilaciones del péndulo, así formado, se hace que el peso de la plomada se mantenga en un pequeño depósito de agua dispuesto *ad hoc*. Cruzando á la plomada en su parte inferior, se fija además una regla en situación perfectamente perpendicular al plano longitudinal.

Importa que el buque, durante la operación que va á practicarse, esté lo más libre que fuere posible; esto es, con las únicas sujeciones indispensables, y por tanto, es preciso suprimir todas las amarras que una necesidad apremiante no obligue á emplear, y aun estas mismas se debe dejarlas en banda y situarlas en la dirección del plano diametral para que no se opongan á que el buque escore con libertad.

Importa también que no contenga el buque agua en sus fondos y esté perfectamente adrizado, lo cual se comprueba por medio del péndulo; y si no lo estuviere se le adriza, acudiendo á la traslación de los pesos que para conseguirlo fuere necesario y hasta situando gente de la tripulación en puntos fijos, que habrán de conservarse ínterin no termina la experiencia.

Y aun la misma gente que para ella no se emplee, deberá mantenerse en reposo y en determinados lugares, suspendiéndose todo trabajo á bordo, porque conviene evitar cualquier causa que, de modo más ó menos sensible, pueda influir en los movimientos no producidos intencionalmente en el buque.

A todas estas precauciones debe agregarse la redacción de una nota en que se consigne lo que haya de anormal ó de especial en la distribución de los pesos á bordo, como la situación de las embarcaciones, el número de calderas llenas y vacías, la provisión existente de carbón, víveres, etc., y su distribución con todas cuantas particularidades sean dignas de mérito y contribuyan á dar exacto conocimiento del estado del buque durante la experiencia.

Se concluye, por último, tomando los calados del buque á proa, á popa y en medio á entrambas bandas.

Terminados todos estos preparativos, se procede á la experiencia.

Sea, pues, p el peso elegido y situado en la posición indicada. Se le transporta á la otra banda, con lo cual se producirá en el buque una inclinación que conviene no exceda á $1^{\circ}, 5$ para que la experiencia resulte exacta. Esta condición limita el peso ó la distancia que se le hace recorrer. Se mide esta última con toda exactitud, así como el ángulo de escora por medio de la plomada y la regla; ángulo que resulta dado por su tangente.

Para medir en la regla la desviación del péndulo, es preciso esperar á que se hayan extinguido las oscilaciones de la plomada.

La escora del barco desarrolla en éste un par de estabilidad, que una vez obtenido el reposo es equilibrado por el par que á su vez engendra el peso p trasladado de una á otra banda.

Si es a la distancia recorrida por p , é i el ángulo de escora obtenida, se tendrá según esto la ecuación

$$pd \cos i = D (r - a) \operatorname{sen} i,$$

de donde

$$a = r - \frac{pd}{D} \cot i;$$

expresión que permite determinar el centro de gravedad, conociendo la situación del centro de obra viva para la posición normal del buque, el radio metacéntrico transversal r y el desplazamiento D , datos todos que acompañan á los planos de que se dispone á bordo.

La operación descrita se repite en seguida produciendo una escora sobre la banda opuesta, y también determinando varias escoras sobre cada banda, con lo que, reuniendo cierto número par de experiencias, se deduce de su promedio con gran exactitud la verdadera situación en altura del centro de gravedad, punto que por lo demás acaba de fijar la circunstancia de que ha de hallarse en la vertical que pase por el centro de obra viva correspondiente á los calados en que se hicieron las experiencias.

Relaciones más usadas entre las dimensiones principales de los barcos.—En cuanto á las dimensiones principales de los barcos, que son la eslora ó longitud en la flotación, la manga ó mayor ancho contado del mismo modo y el calado, se subordinan á las condiciones de los puertos que han de visitar, mares que deban cruzar y destino que se desee conferirles, circunstancias especiales que también se tienen en cuenta para fijar los medios de propulsión preferibles; es decir, las velas ó el vapor. La multiplicidad de servicios origina la de dimensiones que forman una escala casi no interrumpida desde el *chinchorro* de 3 metros hasta el *Great Eastern* con sus 207 metros de eslora. De cualquier modo, la estructura de los barcos es semejante en todos, con las naturales variantes determinadas por sus diferentes capacidades, por la naturaleza de los materiales empleados en su construcción, y por los distintos esfuerzos á que han de hallarse sometidos.

Las capacidades de los barcos de guerra están en cierto modo determinadas por sus destinos. En los buques mercantes ya no sucede lo mismo, porque otras consideraciones, además de las mencionadas, aconsejan siempre que es posible el aumento de sus desplazamientos. En efecto; se ha visto que las fuerzas necesarias para imprimir una misma velocidad á barcos semejantes, y por consiguiente, los gastos de propulsión, crecen con menos rapidez que las áreas de sus máximas secciones transversales, ó lo que es igual, con menor rapidez que el cuadrado de una dimensión lineal; al paso que las capacidades, y por tanto, los cargamentos aumentan proporcionalmente al producto de las tres dimensiones; eslora, manga y calado; es decir, proporcionalmente al cubo de una dimensión lineal. De donde resulta que los gastos oca-

sionados por la tracción de barcos semejantes, crecen con mucha menor rapidez que los cargamentos que pueden llevar.

Mas si bien es cierto que los desplazamientos admiten grandes diferencias, debe observarse que para dotar á los barcos de buenas condiciones de mar, es conveniente además sujetar á la eslora, la manga y el calado, de que dependen los desplazamientos, á ciertas relaciones que, sin ser constantes, giran entre límites bastante próximos, según las propiedades que en los barcos hayan de predominar. Así, por ejemplo, como una de las principales cualidades de un barco de guerra es la facilidad en las evoluciones, se observa que en los que la poseen en alto grado la relación entre la eslora y la manga es siempre menor que en los que no tienen que atender á esa condición de un modo esencial. También conviene, con el mismo objeto, que las esloras no sean excesivamente grandes, á fin de disminuir la resistencia que al giro opone lateralmente el agua. Aunque nada preciso puede decirse en esta materia, las relaciones entre esloras y mangas en los buques militares es común que varíen de 5 á 6 en los casos ordinarios.

Desde el empleo del vapor en la navegación, y una vez generalizado el uso del hierro y del acero, que permiten hacer más rígidas las construcciones, esa relación se ha exagerado en los barcos mercantes y cruceros de guerra que debían poseer velocidades extraordinarias. Así se ven barcos como los destinados á las travesías transatlánticas, en los que la relación anterior llega á 7, 8 y hasta 10.

En los barcos de transporte, cuyo papel en la marina de guerra es mixto, esto es, que deben disponer de regulares cualidades de evolución unidas á un buen andar, se observa que la relación citada varía entre 4 y 7 próximamente.

El calado, á su vez, se subordina principalmente á la capacidad de los barcos y á la profundidad de los puertos que estén destinados á frecuentar; y se procura más bien hacerlo algo crecido, cuando á ello nada se opone, á fin de contrarrestar el abatimiento. Su valor, por otra parte, no es completamente arbitrario sino que está ligado á la estabilidad, puesto que de él depende la posición del centro de obra viva. Varía comunmente entre 0,5 y 0,25 de la manga.

En cuanto á la altura de las obras muertas de los barcos encima del agua, debe ser forzosamente tal, que nunca lleguen á sumergir en ella su borde superior ó regala durante los balances máximos; condición á que se satisface del modo ya dicho en otro lugar. Tan solo en buques especiales, como baterías flotantes y monitores, que no pueden poseer cualidades de mar, se prescinde de esta circunstancia. En los demás,

la relación entre la altura de obras muertas y el calado en la parte central del casco, oscila entre 0,9 y 1.

Teoría del timón.—Influencia de la velocidad en el efecto rotatorio.—Determinación práctica del radio de evolución.—La facultad de evolucionar fácil y rápidamente, es una de las principales garantías de seguridad para los buques. En ciertos casos críticos, como por ejemplo, cerca de un lugar peligroso ó cuando es inminente un abordaje, y en otros muchos análogos, puede depender su salvación de aquella cualidad, cuya importancia, siempre considerable, alcanza sumo valor en los barcos de guerra, porque, gracias á ella, lograrán evitar ó alcanzar al enemigo. De aquí que haya sido objeto de numerosos ensayos el timón, órgano destinado á determinar las variaciones de rumbo en los buques, una vez puestos en movimiento bajo la acción del viento ó del vapor.

En general, el timón es una pala giratoria alrededor de un eje situado debajo del agua, en la extremidad de popa de las embarcaciones. Cuando se trate del estudio de la estructura de este órgano, habrá lugar para distinguir las diferentes disposiciones que se le dan, todas ellas sujetas á los mismos principios que rigen al timón más sencillo que se va á considerar ahora, y que consiste en una pala giratoria alrededor de la arista que hacia proa la limita, y que para simplificar se supondrá aquí vertical. Se admitirá también con idéntico objeto, que el barco en que esté montado el timón se mantiene inmóvil, y que en cambio el agua se halla animada de una velocidad igual y contraria á la que aquel poseía.

En tal caso, fig. 5.^o, mientras la pala se encuentre en prolongación del plano diametral, ó como suele decirse, á la vía, su efecto será nulo, pues las presiones ejercidas por las masas líquidas (que corren por ambas bandas) sobre las caras laterales del timón, se equilibran por tener los buques sus costados simétricos. Pero en el momento en que se comunique á la pala un giro alrededor de su eje, de modo que forme con el plano diametral un ángulo cualquiera i , el barco girará también, dirigiendo la proa hacia el mismo lado á que se haya echado la pala. Este efecto es producido por el choque de la corriente líquida con una de las caras laterales del timón, al que encuentra atravesado en su camino. Si para verlo se admite que los filetes del agua llegan al timón marchando en direcciones paralelas al plano diametral, la resultante de los empujes que ejercen puede descomponerse en dos fuerzas, una situada en la misma pala, cuyo efecto será nulo cuando ésta sea per-

fectamente lisa, ó que en el caso contrario producirá un aumento de rozamiento en los herrajes empleados para facilitar el giro del eje, y otra F normal á la pala, cuya acción es la que más importa considerar.

La F , por su parte, se descompone en otras dos, una paralela y contraria á la marcha, y otra perpendicular á ella. La primera, que tiene por expresión á $F \cos i$, determina en los barcos una disminución de velocidad por ejercer su acción en sentido contrario á la marcha. En cuanto á la segunda, ejerce una acción equivalente á la de la fuerza F' y á la del par $F'' F'''$, siendo F' , F'' dos fuerzas aplicadas al centro de gravedad G del barco, é iguales y paralelas á F''' . La fuerza F' trata de comunicar al buque un movimiento de traslación, y el par tiende á producir en el mismo una rotación alrededor del punto G , con una energía medida por el momento $F \cos i \times Gt = F \cos i (GP + Pt)$.

Considerando por ahora solamente este par, puede observarse que, como Pt es siempre una cantidad bastante pequeña comparada con GR , y por tanto despreciable, el valor del par rotatorio quedará reducido á $F \cos i \times GP$, expresión que admite esta otra forma $KS V^2 \cos^2 i \cos i \times GP$, llamando S á la superficie sumergida del timón, V á la velocidad del buque, que es la de la corriente líquida, y admitiendo que la presión ejercida contra la pala es proporcional al cuadrado de la velocidad con que el agua la encuentra, y á la misma potencia del seno del ángulo con que incide en ella.

Como en un barco dado, la única cantidad variable de esa expresión es el ángulo i , de él dependerá, en lo relativo al timón, la mayor ó menor importancia del momento rotatorio, cuyo valor máximo sería fácil valuar aplicando el cálculo diferencial á la cantidad $\cos^2 i \cos i$ de que depende. Haciéndolo así, se encuentra que el efecto máximo corresponde á $i = 54^\circ 44'$. Este no es, sin embargo, el valor que en la práctica da el máximo efecto rotatorio del timón; y así debía suceder, puesto que para obtener ese valor de i se ha partido de una hipótesis falsa referente á la dirección seguida por los filetes líquidos, que no caminan paralelamente al plano diametral, sino formando con él ángulos variables, según la profundidad á que se consideren. Teniendo esta observación en cuenta, Bouguer calculó por primera vez que dicho valor máximo del par de rotación correspondía á un ángulo $i = 45^\circ$.

A la causa de error mencionada se agrega, por otra parte, que la resistencia opuesta por el timón á la fuerza que sobre él actúa, no varía en sus diferentes orientaciones proporcionalmente al cuadrado del seno del ángulo i , sino más bien como el mismo seno. Experimentalmente se ha probado, además, en la fragata *Warrior*, de la marina real inglesa,

que la misma presión, en vez de variar proporcionalmente al cuadrado de la velocidad, es decir, siguiendo la ley 1 : 4 : 9 : 16, lo hace según 1 : 3 : 6 $\frac{1}{2}$: 8 $\frac{1}{2}$ Sin embargo, como no se conoce todavía de una manera exacta la ley seguida por esas variaciones de la presión, teóricamente se admite la proporcionalidad de ésta al cuadrado del seno de incidencia y al de la velocidad, pues en la práctica el valor de i no difiere gran cosa de 45°.

A pesar de la notable diferencia que existe entre este valor y el anteriormente determinado, los espacios disponibles á bordo y la naturaleza de los aparatos usados para el gobierno ó manejo de los timones, impiden comunicar de ordinario á estos órganos una rotación tan considerable como la de 45°; así es que en la práctica se reduce á 40°, y aun á 30° en muchos casos. No por eso disminuye proporcionalmente el efecto rotatorio, porque es sabido que las alteraciones en el valor de la variable que hace máxima á una función cualquiera, ápenas originan cambio en el valor de ésta en las proximidades del máximo. Esto precisamente sucede con el momento rotatorio, cuyo valor crece rápidamente cuando i varía entre 0° y 38°, y apenas aumenta mientras i pasa de 38° á 45°.

La mayor ó menor facilidad con que un barco obedece á la acción de su timón, no depende tan sólo del valor del momento rotatorio, sino que además influye en esta cualidad el momento de inercia de todo el barco con relación al eje vertical que pasa por su centro de gravedad. Cuanto mayor sea este momento, tanto más difícilmente girará cualquier barco; nueva razón (que se agrega á las anteriormente aducidas con otro motivo) para aliviar la proa y la popa de los mayores pesos del casco.

Si un barco, en vez de avanzar ciára, y durante este movimiento hiciera uso de su timón, el momento rotatorio $KS V^2 \sin^2 i \cos i \times GP$ cambiaría de signo, puesto que es preciso tomar á V con el negativo. Por consiguiente, el giro tendría lugar en un sentido contrario al de la marcha avante con la misma orientación del timón, y el buque, en lugar de dirigir su proa hacia donde se echa la pala, lo efectuaría hacia la banda opuesta.

Pero es de advertir que en este caso los efectos de la acción del timón son mucho menos sensibles ó intensos que en el de la marcha avante, fenómeno fácil de explicar si se para la atención en la distinta manera con que en ambos casos llegan los filetes líquidos hasta la pala. En el primero siguen las ondulaciones del costado y son despedidos lejos de la banda hacia la que se orientó el timón: en el segundo, la masa de

agua hiere directamente su cara de popa bifurcándose en dos corrientes y determinando entre la cara de proa de la pala y el costado más próximo el estancamiento de una masa de agua muerta. Es, pues, natural que los efectos obtenidos presenten diversa intensidad.

En las consideraciones precedentes relativas al máximo efecto rotatorio del timón, se ha razonado admitiendo la invariabilidad de área de su pala. Se comprende, sin embargo, que si no se la supone constante, el momento rotatorio crecerá proporcionalmente á ella. En cuanto al contorno que limite á esa área, no es arbitrario ni indiferente si ha de aprovecharse útilmente la que se adopte. Sobre este punto las opiniones andan divididas. En las proximidades de la flotación, donde los costados presentan su mayor amplitud, la pala apenas sufre la influencia de los filetes líquidos que corren á lo largo de la obra viva. No sucede otro tanto en la parte inferior de los buques, pues siendo allí mayores sus finos, el timón debería producir su mayor efecto para el giro; pero como los filetes líquidos no siguen direcciones horizontales, sino ciertas curvas no situadas en planos paralelos á la flotación, resulta que no es precisamente la arista inferior del timón en donde se hace sentir con mayor energía la acción del agua, sino entre la tercera y la cuarta parte del calado, á contar desde su límite inferior, por cuya razón se da á los timones un contorno tal, que su mayor ancho corresponda á esa profundidad, poco más ó menos. No es esta una regla seguida universalmente: en muchos barcos el máximo ancho del timón corresponde á la mitad de su altura, y en la marina mercante de Inglaterra estuvo en boga bastante tiempo el uso de timones cuya mayor anchura corresponde á las proximidades de la flotación, lo cual á todas luces, y según experiencias recientes, es una práctica defectuosa.

Al adoptar esta disposición se fundan sus partidarios en que resultando muy bajo con cualquiera otra el centro de presión de la pala se origina un par que tiende á producir el giro del buque alrededor de un eje horizontal situado á la altura de la flotación; así que en el caso de efectuarse el giro debe disminuir con la inclinación correspondiente de la pala su acción rotatoria, efecto que pretenden evitar elevando el centro de presión ó sea disminuyendo el brazo de palanca del par. Pero al proceder así, olvidan que precisamente en los buques mercantes, las variaciones de calado tan frecuentes en ellos traen consigo decrementos del par rotatorio más considerables con su sistema que con los demás adoptados.

Hasta ahora se ha hecho caso omiso de la fuerza $F \sin i$, que como se dijo, es contraria al andar del buque, y por tanto de un efecto per-

judicial. En la imposibilidad de anularla, sin suprimir el timón, convendría disminuir su valor todo lo posible. Evidentemente se obtendría este resultado reduciendo el ángulo i ; pero está claro que para no alterar al mismo tiempo el valor del momento rotatorio que depende de $F = KS V^2 \sin^2 i \cos i$, sería preciso que la disminución determinada en F por el factor $\sin^2 i$, no compensada con el incremento consiguiente de $\cos i$, fuera contrarrestada aumentando á S , es decir, la superficie de la pala.

En la rotación de un barco no influye solamente el par $KS V^2 \sin^2 i \cos i \times GP$, sino que además modifican ese movimiento la componente $F \sin i$, la fuerza de propulsión, la fuerza F' y el momento de inercia del buque con respecto al eje de giro, cuya importancia ya se ha indicado cuál era. Según esto, sometido el buque á la acción de un par y varias fuerzas, á cada orientación del timón no corresponderá (como se admitió antes al considerar únicamente el par $KS V^2 \sin^2 i \cos i \times GP$) un giro sencillo del buque alrededor de su centro de gravedad, sino una rotación circular alrededor de cierto punto determinado componiendo la rotación y las traslaciones que tienden á producirse. Para verlo con claridad, considérese la fuerza F normal á la pala, que es la presión utilizable del agua. En el centro de gravedad del barco se puede suponer que existen aplicadas otras dos fuerzas paralelas á la F , iguales á ella y actuando una en el mismo sentido y la otra en el opuesto. La acción de todas estas fuerzas equivale á una rotación del buque alrededor de su centro de gravedad y á una traslación simultánea. Pero en el barco actúa al mismo tiempo la fuerza de propulsión dirigida de popa á proa, que se compone con la que obra en el centro de gravedad G paralelamente á F y en el mismo sentido, produciendo una fuerza resultante Q de traslación. Según las reglas de Mecánica, ésta y el par F, F , únicas causas de movimiento que actúan en el barco, se resuelven determinando en éste una rotación alrededor de cierto punto O elegido en una perpendicular á GQ de tal suerte, que considerándolo como invariablemente unido al buque, no avance ni retroceda bajo la acción simultánea del par y la fuerza componentes. El barco describirá, por tanto, una circunferencia alrededor del punto O , cuya posición es variable cuando se modifica la intensidad de las fuerzas que en cada caso lo fijan.

El conocimiento del valor de este radio en cada buque y para cada velocidad es de sumo interés en la táctica naval. Ordinariamente se determina por medio de experiencias que permiten despejar el valor de r en la ecuación $2\pi r = \omega t$, en la que $2\pi r$ es la circunferencia com-

pleta descrita por el barco con la velocidad ω , y t el tiempo empleado en la evolución.

Por lo demás, es fácil reconocer que el radio r es directamente proporcional á la velocidad del buque. Supóngase para esto que ω es uniforme. La fuerza centrípeta durante el movimiento circular estará expresada por $\frac{M\omega^2}{GO}$, siendo M la masa del barco; esta fuerza debe ser

igual á la proyección sobre GO de todas las motrices y resistentes. Las primeras ya se conocen: en cuanto á las restantes, son: 1.^a La resistencia que el agua opone á la acción lateral de la fuerza igual á F que actúa en el centro de gravedad G , y cuyo punto de aplicación C se encuentra en los barcos algo á proa del centro de gravedad. 2.^a La resistencia que engendra la fuerza de propulsión en sentido contrario al en que obra. La composición de estas dos resistencias produce la resultante R . Por

consiguiente $\frac{M\omega^2}{GO} = R \cos \alpha$; porque las proyecciones de las dos

fuerzas del par F, F , sobre el radio GO , son iguales y de signo contrario. Si ahora se supone dado un incremento á la velocidad del barco, como la resistencia de costado se sabe experimentalmente que crece con menor rapidez que la de proa (próximamente proporcional á ω^2), R crecerá con menor rapidez que ω^2 ; su dirección variará aproximándose al plano diametral; $R \cos \alpha$ crecerá según la misma ley, y por tanto le sucederá lo mismo á $\frac{M\omega^2}{GO}$. Pero esta expresión es directa-

mente proporcional á ω^2 ; luego es preciso que GO aumente. De donde resulta que cuanto más se fuerce el andar de un barco, tanto mayor será el radio de la circunferencia que describe su centro de gravedad.

Conviene advertir que no debe atribuirse un valor absoluto á cuanto se acaba de establecer respecto á los giros de los buques, porque en los razonamientos anteriores se ha omitido tener en cuenta varias de las circunstancias reales en que se verifican las evoluciones rotatorias, tanto por ser difícil si no imposible su exacta apreciación, como porque llevaría demasiado lejos su estudio. Así es que ni los buques, en sus giros, describen verdaderas circunferencias sino curvas que se aproximan á ser espirales, ni en todos ellos ni en todos casos acompaña de una manera rigurosa la disminución de radio á la de velocidad. Sin embargo, se calcula el radio de evolución como si los buques recorrieran verdaderas circunferencias durante sus rotaciones; y en lo que concierne á los radios, la experiencia ha probado que en algunos buques, por excepción, son independientes de las velocidades y que en otros

corresponde el mayor radio á velocidades moderadas. A esto puede agregarse que en ciertos buques la evolución rotatoria sobre una banda se efectúa con mayor rapidez que sobre la opuesta; pero en todos casos, para ángulos de pala menores que el correspondiente al máximo efecto rotatorio, el radio de evolución es inversamente proporcional al ángulo del timón. En resumen, en cada buque importa estudiar experimentalmente las condiciones de evolución.

Es de notar que á la rotación de todo buque obtenida por medio del timón acompaña siempre una escora que persiste durante el movimiento giratorio. Da origen á este fenómeno, que se hace muy patente á simple vista cuando la velocidad es algo considerable, la acción simultánea y combinada de tres fuerzas horizontales que son: la fuerza centrífuga que se desarrolla en la evolución rotatoria, y actúa en el centro de gravedad del buque; la resistencia lateral ó de costado opuesta por el mar en la banda exterior al círculo de giro y de dirección opuesta á la centrífuga que la engendra; y la componente, normal al plano de simetría del buque, de la presión ejercida en la pala del timón, fuerza que es en realidad despreciable en comparación de las otras dos, las cuales formando un par determinan la escora del buque hacia la parte exterior al círculo de evolución por hallarse siempre aplicada la fuerza centrífuga á mayor altura que la resistencia lateral de costado.

La escora que por virtud de estas fuerzas se produce, aumenta proporcionalmente á la velocidad del buque; y disminuye á medida que aumentan el radio de evolución y la altura del metacentro sobre el centro de gravedad.

Es con frecuencia útil el conocimiento del radio de la circunferencia que aproximadamente recorre un buque con determinada velocidad constante, ó sea el radio de evolución correspondiente á esta velocidad; elemento que, como se ha dicho, se determina por medio de procedimientos experimentales. A continuación se describe uno, que si no es de los más exactos se recomienda por su sencillez y da resultados satisfactorios en las prácticas.

Una vez puesto el timón á la banda con el máximo ángulo aceptable ó asequible y empezado francamente el giro del buque á la velocidad propuesta, se lanza al agua un flotador *c* (fig. 6.^a), cuya situación puede considerarse desde aquel momento como invariable en la superficie del agua durante el corto tiempo necesario para realizar la experiencia. Así que, si previamente se han establecido á bordo, y á banda y banda dos reglas verticales *a*, *a'*, de alguna altura, que determinen un plano perpendicular al diametral del buque, y además se ha instalado un

instrumento azimutal, de los usados á bordo, en el punto b , que se elige á una distancia ab , conocida, paralela al plano diametral y lo más grande que fuere posible, es evidente que cuando el buque llegue á la extremidad a del diámetro ac correspondiente á la circunferencia descrita por el punto a éste y los a y c se encontrarán en una misma recta.

Un observador puede indicar el momento preciso en que la visual $a'a$ enfile al flotador c á otro observador que situado en b mide en el mismo instante el ángulo abc . Con estos datos se calcula el diámetro ac de evolución, que será igual á $ac \times tgabc$. Para mayor exactitud, al resultado así obtenido, hay que añadir la manga del buque, ó dos veces la manga si se quisiera obtener el diámetro del círculo exterior dentro del cual, por decirlo así, se efectúa el giro.

Esfuerzos á que se hallan sometidos los barcos en la mar. Descripción sumaria de la estructura de los buques.—Cuando un buque navega en un mar agitado, los movimientos de las olas, unas veces lo elevan sobre sus crestas dejando al descubierto gran parte de su obra viva, y otras chocan con fuerza impetuosa contra sus costados.

Se comprende cuán difícil es apreciar la intensidad de esos esfuerzos; mas la certidumbre de que pueden alcanzar valores colosales es suficiente para que se trate de dar á los barcos una resistencia tal que les garantice grandes probabilidades de seguridad. Al mismo tiempo, si bien no es posible fijar el valor máximo de los esfuerzos del mar, es fácil estudiar el sentido en que se ejercen con mayor peligro, con lo que hay mucho adelantado para contrarrestarlos subordinando la estructura de los barcos á la condición de que sus diversos elementos tengan por fin oponerse á la acción destructora de los esfuerzos citados en las posiciones más adecuadas al objeto.

La bien proporcionada combinación de las partes constitutivas de un barco, según sus funciones, es de primera importancia, porque el exceso de resistencia en un punto cualquiera no origina tan solo el aumento de precio de la obra, sino que además disminuye la porción del desplazamiento disponible para carga en una cantidad igual al peso de material excedente.

Las situaciones en que un barco puede padecer más en la mar son: 1.º Cuando apoyadas la proa y la popa en las cimas de dos olas, se encuentra casi fuera del agua la porción media del casco, fig. 7.^a; y 2.º Cuando el barco es elevado por su parte central sobre la cresta de una ola, quedando por tanto emergentes la proa y la popa, fig. 8.^a

En el primer caso, la gravedad de los objetos embarcados y el peso mismo del barco tienden á doblarlo ó á partirlo por la mitad. En el segundo, también son de temer los mismos resultados, aunque en sentido inverso; es decir, que al verificarse la rotura, en el primer caso el buque se doblaría presentando una concavidad hacia arriba, y hacia abajo en el segundo, prescindiendo por supuesto de la inclinación que le dieran al mismo tiempo los balances.

En ambos casos, los esfuerzos á que se halla sometido un barco tienden á producir en él una flexión más ó menos pronunciada; y aun cuando en un momento dado pudiera resistirla, debe tenerse en cuenta que por esas posiciones peligrosas ú otras análogas menos exageradas pasa frecuentemente, y que al cabo de cierto tiempo deben dar como natural consecuencia un desligamiento ó pérdida de trabazón en sus elementos capaz de poner en peligro la seguridad del barco.

Además de las enumeradas y al mismo tiempo que ellas, tienden á producirse en los barcos otras deformaciones importantes, que por tanto conviene combatir. Cuando un barco flota se sabe que su peso es igual al del agua que desaloja, y que sus posiciones de equilibrio están determinadas por la condición de que los pesos de todas sus diferentes partes sean iguales á los empujes que contra ellas ejerce la masa líquida.

Si en una porción cualquiera de su longitud llega á emerger el casco, como se ve en los casos representados por las dos últimas figuras, se romperá el equilibrio entre los pesos y los empujes en toda aquella parte donde esto ocurra. El peso de la porción considerada del casco con su cargamento superará al empuje del agua; y como insiste sobre los fondos, estos se deformarán del modo indicado con la línea de puntos *a a a* en la fig. 9.^a Si por el contrario la inmersión de un trozo del casco fuera superior á la exigida por el equilibrio entre pesos y empujes, los últimos superarían á los primeros y la deformación tendería á manifestarse de la manera representada por la línea de puntos *b b b*. Al mismo tiempo los empujes horizontales ejercidos por el agua contra los costados tenderían á aproximarlos, así como en el primer caso sucedería lo contrario.

Es de notar que las deformaciones en todos estos ejemplos serían mayores que las debidas á las causas citadas solamente, porque hallándose el barco en movimiento, la inercia de sus diversos elementos y la de los objetos contenidos en su interior contribuirían á acrecentarlas en grande escala.

Lo mismo puede decirse de las cabezadas y los balances; porque en

los últimos, por ejemplo, durante la semioscilación en un sentido, todos los puntos situados hacia ese mismo lado, tienden á separarse del plano diametral del barco, al paso que los del otro costado tienden á aproximársele, y esto con una energía proporcional á la velocidad y á la consiguiente inercia de las masas en movimiento.

Aumenta las deformaciones, que las causas enumeradas tienden á originar en los buques, una distribución viciosa ó mal entendida de los pesos ó cargas que contengan. Sólo puede decirse que ésta es perfecta cuando flotando en aguas tranquilas, hay equilibrio en cada punto entre los pesos del casco y los empujes del líquido, requisito nunca plenamente satisfecho, pero cuya ausencia, cuando rebasa ciertos límites, constituye un gravísimo defecto por lo que compromete la duración de los buques. Sobre todo, los pesos considerables acumulados con frecuencia en sus cabezas á proa y popa, caso que suele presentarse siempre que se recargan en dichas partes las obras muertas con construcciones pesadas ó potentes cañones, origina la producción de enormes momentos de flexión en los barcos, fatigándoles en reposo y aún mucho más en movimiento.

Como las deformaciones á que dan lugar en los buques los esfuerzos desarrollados en los casos y situaciones mencionados, cuando navegan, son las de efectos más desastrosos, la estructura fundamental del casco, ó sea la combinación de sus partes principales, debe ser tal, que se oponga eficazmente á ellos; y así sucede efectivamente. La descripción sumaria de los principales elementos componentes de los barcos, servirá para patentizar las funciones desempeñadas por cada uno de ellos, y á la par permitirá formarse acerca de su naturaleza y posición una idea necesaria para el estudio posterior que con más detalles ha de hacerse.

La imposibilidad é inconveniencia de construir los barcos de una sola pieza, ha obligado á efectuarlo combinando por medio de ensambles, pernos y remaches, piezas de madera, de hierro ó de acero de distintas figuras y dimensiones, á fin de obtener un todo resistente é impermeable. Les sirve como de base ó asiento la quilla, larga pieza comunmente prismática dirigida en sentido de la eslora. En su extremo de proa, y á continuación de él, se eleva hasta la parte superior del casco con cierta inclinación y curvatura variables, otra llamada roda; y en el opuesto, el codaste, pieza recta perpendicular ú oblicua á la quilla que sirve de sostén á la popa y de eje de giro al timón.

Atravesadas sobre la quilla se insertan y buscan apoyo en ella desde popa á proa una serie de piezas curvas, que bosquejan la forma que

los costados han de afectar. Llámanse cuadernas, que algunos comparan por sus posiciones y curvaturas con las costillas de los esqueletos animales. La sobrequilla, larga pieza sentada sobre la parte interior más baja de las cuadernas, y dirigida en el mismo sentido que la quilla, con la que se corresponde verticalmente, aumenta los buenos servicios de ésta para oponerse á los esfuerzos de flexión longitudinal; y para conseguirlo, se asegura sólidamente á ella y á las cuadernas. A fin de cerrar los intervalos comprendidos entre las cuadernas; establecer la rigidez y la trabazón necesarias entre ellas, é impedir el paso al agua, se forran los barcos exterior é interiormente, ó tan solo por el exterior, según los casos, con largas hiladas ó tracas de tablones, ó de planchas de hierro ó de acero que, corriendo de proa á popa hasta llegar á la roda y al codaste, se oponen enérgicamente, en unión con la quilla y la sobrequilla, á los esfuerzos que tienden á producir flexiones en los barcos. Estas mismas piezas y las cuadernas contribuyen á impedir las deformaciones transversales representadas en la fig. 9.^a; pero no son las únicas ni las que más directamente las combaten. Los baos, piezas de ejes algo curvos, situados transversalmente á la eslora, mantienen los costados (á que se afirman) á igual distancia entre sí, impidiendo su separación ó su aproximación; é indirectamente, se oponen al achatamiento de los fondos apoyándose en su parte central sobre columnas verticales ó puntales que soportan por compresión las presiones ejercidas sobre ellos. Los baos se colocan por series, cada una á distinta altura, encima de la quilla; las diferentes series de baos sostienen otros tantos pisos, llamados cubiertas, que además de hacer habitables los barcos, les prestan un servicio análogo al de los forros, pues, á semejanza de ellos, cada cubierta está formada por un entablado compuesto de tracas dirigidas en sentido de la eslora y clavadas á los baos. Por encima y debajo de estos, constituyendo parte del forro interior, y sirviendo para enceparlos y sujetar sus cabezas á los costados, corren en cada banda dos piezas muy importantes, llamadas: la primera ó sobrepuesta, trancanil; y la segunda ó inferior, durmiente, que en cierta clase de construcciones se suele suprimir. Con el objeto de aumentar la rigidez y la resistencia de la unión entre baos y costados, se fijan á unos y á otros curvas de madera ó de hierro, ó se establece la trabazón deseada por medio de refuerzos, con que se proveen las cabezas de los mismos baos. Tanto los trancaniles como los durmientes, pertenecen á la serie de piezas que en los barcos combaten directamente la flexión longitudinal, así como las curvas y los baos, se oponen á las deformaciones transversales.

De esta manera constituido, un barco es un vaso flotante, dividido por las cubiertas en uno ó más compartimientos superpuestos, según lo exijan sus dimensiones y destino; pero no basta lo dicho para asegurar su impermeabilidad, que se obtiene de distintos modos adecuados á la naturaleza de los materiales que hayan entrado en su construcción. De todas suertes, la impermeabilidad se consigue cegando las juntas ó costuras del forro exterior y de las cubiertas, ya por medio de la operación llamada calafateo, que se reduce á introducir en ellas cierto número de cordones de estopa, ya empleando otros procedimientos que tienden al mismo objeto.

En cuanto á la comunicación y la ventilación necesarias, se obtienen practicando en las cubiertas unas aberturas rectangulares llamadas escotillas. Las portas, abiertas en los costados, contribuyen también á la ventilación; y en los buques de guerra algunas tienen por fin principal facilitar el juego de la artillería.

En cada cubierta se establecen además divisiones con destinos especiales por medio de tabiques ó mamparos que, al propio tiempo, ayudan á la consolidación de los barcos, desempeñando funciones parecidas á las de los puntales, y por consiguiente, oponiéndose á las deformaciones de los fondos y á las flexiones longitudinales.

Los grandes compartimientos en que las cubiertas dividen á los buques, así como las mismas cubiertas, reciben nombres distintos, variables con su situación, y que conviene conocer para facilitar las explicaciones necesarias.

Se llama bodega al espacio comprendido entre la quilla y la cubierta inmediatamente superior, que recibe el nombre de cubierta del sollado, y puede ser continua ó estar interrumpida en el centro. Debajo de ésta, y á cierta distancia de ella, hay en muchos barcos uno ó dos trozos de cubierta volante ó fija, situados cada uno en los extremos de proa y de popa, conocidos con el nombre común á entrambos de cubierta del falso sollado. La primera cubierta, que se encuentra encima de la del sollado, es la principal ó de la batería; este último nombre se reserva para los buques de guerra, porque en ella se suele montar la artillería más poderosa entre toda la que constituye su armamento. Los antiguos navíos tenían varias baterías, que se distinguían con los números de orden 1.^a, 2.^a, 3.^a, contando siempre de abajo arriba. Encima de la última batería antes, y de la única ahora, se encuentra la cubierta alta, ó cubierta solamente, pues ambos nombres recibe. En los extremos de proa y popa hay en los barcos de cierto porte construcciones ligeras. La de popa se llama chupeta, y toldilla al techo que

la cubre; la de proa recibe el nombre de castillo. Finalmente, el espacio comprendido entre cada dos cubiertas se distingue con la denominación de la inferior; así se dice: entrepuente de la batería, del soldado, etc.

Materiales de construcción.—Los materiales más empleados en construcción naval son las maderas, el hierro y el acero. Según que en los barcos predominen las unas ó los otros, se dice que son de madera, de hierro ó de acero. Hay casos en que todas estas clases de materiales entran combinadas en la formación de las partes fundamentales de los buques; y entonces las construcciones, y por tanto los barcos, son mixtos.

Las maderas empleadas deben ser fuertes y de duración, propiedades de que es posible formar un juicio aproximado por el examen del aspecto exterior que ofrecen; pero su aplicación conveniente á objetos determinados requiere un conocimiento exacto de su resistencia.

Cortado el tronco de un árbol (perteneciente á la clase de los usados en construcción naval) perpendicularmente á su longitud, presenta á la vista, partiendo del centro á la periferia, primero una serie de anillos concéntricos que constituyen la madera; después la albura ó sámago (que es madera en vías de formación), sustancia mucho más blanda que la anterior; y por último la corteza, compuesta á su vez de una serie de capas superpuestas. Ni la corteza ni el sámago son utilizables en construcción.

El número de anillos de la madera propiamente dicha marca el de los años de vida del árbol en la época de su corte. En general, cuanto menor sea en la misma especie de madera el grueso de los anillos, tanto más lentamente habrá crecido el árbol, y por tanto, ofrecerá mayores garantías de resistencia y duración,

Las buenas maderas, cuando están recién labradas, presentan superficies compactas y ligeramente brillantes. En cada clase son preferibles, por su duración y su resistencia, las más pesadas, y si poseen color natural, las que lo tengan más intenso: entre las resinosas, aquellas en que menos pronunciada esté esa cualidad; y entre las no resinosas, las que conserven menos jugos ó savia en sus tejidos.

Las piezas de madera de construcción deben estar exentas de faltas ó defectos, tales como rajaduras en la dirección de los radios medulares, separaciones parciales ó totales de las capas ánuas, torsión de las fibras, heridas recibidas y recubiertas por capas posteriores ó más modernas, manchas oscuras salpicadas de puntos ó trozos blanqueci-

nos, y en suma, de todas las enfermedades conocidas en los Astilleros con los nombres de tabaco, pata de gallina, pudrición seca, etc.

Las maderas empleadas en construcción se clasifican del modo más general en piezas rectas y de vuelta ó figura. Rectas se llaman las que tienen rectos sus ejes longitudinales; de vuelta ó figura aquellas cuyos ejes geométricos ofrecen una ó varias curvaturas, denominándose especialmente de una sola vuelta cuando la curvatura es plana, y de dos ó más vueltas si tienen dos ó más curvaturas.

Brusca ó vuelta de una pieza es la flecha del arco que forma; cuando la pieza tiene dos vueltas, dos son también sus brascas, que corresponden á cada curvatura en distinto sentido.

Se llama escuadría á la sección recta de una pieza: distancia á la línea, en las piezas rectas, á su ancho, y distancia á la grúa á su grueso. En las piezas curvas la primera es la distancia que hay entre dos caras planas opuestas, y la segunda es la que existe entre las superficies curvas. Las piezas de más de una vuelta solo tienen grúas.

En construcción naval se distinguen con los nombres de superficies dentro y fuera de miembros á las que ofrecen las cuadernas vistas respectivamente por dentro y fuera del casco, antes de colocar los forros que sobre ellas se aplican; y de un modo análogo se dice superficie fuera ó dentro de forros.

Las piezas de madera se ligan entre sí de maneras muy variadas por medio de ensambles asegurados con pernos y clavos. En construcción naval se emplean los enlaces más sencillos, á no ser en las obras interiores de los cascos, donde se aplican todos los conocidos en carpintería. Habrá ocasión en lo sucesivo de mencionar los principales.

Cuando se trata de ensamblar dos piezas, la elección del medio más adecuado para conseguirlo debe basarse en el examen de los esfuerzos á que hayan de estar sometidas. En algunos casos, siendo indiferente el empleo de tal ó cual ensamble bajo el punto de vista de la resistencia, se opta por el que permita menor desperdicio de madera y se adapte mejor á la forma primitiva de las piezas en que ha de labrarse. Por regla general no hay lugar á vacilaciones, porque la prolongada práctica de unos y otros procedimientos de unión es causa de que cada uno de ellos haya llegado á ser clásico para las diferentes partes de las construcciones.

Los materiales metálicos principalmente usados en construcción son el hierro dulce ó forjado, el fundido y el acero. El primero, es hierro

puro ó casi puro; á los demás puede considerárseles como combinaciones del hierro con cantidades variables de carbono.

El hierro dulce empleado en las construcciones nunca es químicamente puro; contiene pequeñas porciones de carbono. Caracteriza á esta clase de hierro la propiedad de soldarse al rojo blanco próximamente. El más tenaz, y por consiguiente el más á propósito para construcción, posee una textura fibrosa. Se emplea el hierro bajo la forma de planchas y en barras de secciones variadas, como se tendrá ocasión de ver más adelante. Las barras deben tener las fibras dispuestas en el sentido de su longitud, y las planchas en capas cruzadas paralelas á las caras.

Se distinguen dos variedades principales de hierro fundido, llamadas fundición gris y fundición blanca, que no sólo difieren por su aspecto exterior, sino también por su composición química. La primera contiene el 1 por 100, y aun menos, de carbono combinado con el hierro, y hasta el 3 y el 4 por 100 interpuesto entre las moléculas de su masa en el estado de plumbagina; posee un color gris azulado más ó menos intenso y una textura granular.

La fundición blanca es una combinación de hierro con 2 á 4 por 100 de carbono: su color es blanco y argentino, la textura granular ó cristalina, según la clase.

Por último; el acero es una combinación de hierro con una cantidad de carbono, variable entre el tercio y el 2 por 100. Su propiedad más característica y conocida es el temple, ó sea la propiedad de endurecerse más ó menos, después de calentados hasta determinadas temperaturas, cuando se le somete á un enfriamiento rápido.

La dureza y la tenacidad producidas por el temple en el acero, son proporcionales al grado de carburación de este material y al número de cuerpos aleados al hierro.

Así, el manganeso y el cromo influyen favoreciendo la dureza del acero templado.

En las construcciones navales se aplica casi exclusivamente el acero menos carburado, conocido con el nombre de acero dulce, porque su ductilidad y maleabilidad son tan notables como las del hierro. Además, alcanza una resistencia á los esfuerzos de tensión superior á la de este metal en un 25 á un 30 por 100, pesando no más que de un 2 á un 2,25 por 100 más que el mismo material.

La maleabilidad del acero dulce se conserva á todas las temperaturas; pero se hace cada vez menos sensible á medida que aumenta la carburación del acero.

El hierro dulce y el acero resisten mejor que el hierro fundido los esfuerzos de tracción y flexión; en cambio el último es preferible á los primeros para esfuerzos de compresión.

Alteran las propiedades de estos cuerpos el azufre, el calcio, el fósforo y el magnesio, que hacen el hierro quebradizo á temperaturas variadas.

PARTE PRIMERA.

CASCOS DE MADERA.

CAPÍTULO I.

Quilla.—Dormido.—Zapata.—Roda.—Contraroda.—Apóstoles.—Cuadernas.—Cordastes.—Curva coral.—Popas cuadradas.—Popas redondas.—Popas de los barcos de hélice.

Quilla.—Ya se ha dicho que la quilla es una larga pieza prismática: su escuadría es un rectángulo, cuya altura se denomina peralto de la quilla. A veces, en los barcos de mucho porte, el ancho de la escuadría disminuye gradualmente en proa y popa á lo largo de una extensión igual al sexto de la eslora en cada extremidad, disposición oportuna para la resisteneia, porque los esfuerzos de flexión actúan en la parte central de los barcos con mayores momentos que en los extremos, y por consiguiente, las secciones resistentes de la quilla deben seguir la misma ley.

Indicadas anteriormente la posición y las funciones de la quilla, falta ahora saber cómo está constituida. Es evidente que si fuera posible encontrar piezas rectas de madera del tamaño necesario para los buques de mayores dimensiones, y tales, que en su total extensión fueran homogéneas, y por tanto, igualmente resistentes, habría economía y ganancia de tiempo en hacer las quillas de una sola pieza, observación extensiva á todas las demás partes de los barcos; pero como esto no sucede nunca, se arman con varias elementales empalmadas unas á otras en número suficiente para obtener la longitud necesaria.

Los ensambles más empleados con este objeto en las quillas son los

representados en las figuras 10, 11, 12 y 13; siendo de advertir que el largo de cada uno debe ser por lo menos igual á tres veces el peralte de las piezas en que se labran. El primero es de ejecución sencilla, de gran resistencia, y por estas razones, muy empleado hoy día. En el de la fig. 12, con el objeto de evitar el trabajo minucioso que exige el perfecto ajuste de la junta del escarpe representado en la fig. 10, se usa una cuña prismática *a*, introducida de banda á banda de la quilla; pero esta disposición dista mucho de ser recomendable. Por último, en el de la fig. 13, cada pieza lleva un diente prismático que, además de aumentar la trabazón del ensamble, limita la profundidad del calafateo, cuando se emplea, entre las piezas que lo forman.

El esmero en la ejecución de los escarpes es una condición de primer orden, á fin de que, siendo más íntimo el contacto entre las caras de las piezas trabadas, haya más resistencia al resbalamiento y al giro de las unas sobre las otras. En general, no se ajustan desnudas las juntas de los escarpes, sino que, para su mejor conservación, se cubren con una capa de alquitrán; y es frecuente interponer además entre ellas paño ó fieltro, también alquitranado, con lo que se evita el calafateo, necesario en los demás casos, para evitar que el agua penetre en los escarpes. En la extensión abarcada por estos, las diferentes piezas de quilla se sujetan las unas á las otras por medio de pernos de cobre, que se introducen de abajo arriba, y se remachan en la parte alta, ó se hacen de rosca en su extremo, en cuyo caso se aprietan los escarpes con tuercas. Tanto estas como las cabezas de los pernos y los remaches, deben quedar embutidos en la madera. Además se usan clavos para completar la consolidación de los empalmes.

El número de pernos y clavos empleados es variable: tres suelen ser los primeros, distribuídos en triángulo para no debilitar tanto las piezas como si estuvieran en línea recta. También se emplean en escarpes largos cuatro pernos repartidos en zig-zag; y en ambos casos cuatro clavos de cobre, colocados de dos en dos á los extremos de las piezas empalmadas.

A estos medios de sujeción se agregan dados interpuestos entre las caras de contacto de las diversas piezas de quilla.

Los dados son unos pequeños cilindros de madera fuerte que se embuten hasta la mitad de su altura en una de las piezas de cada escarpe, y el resto en la otra, del modo indicado en la fig. 10. En ella se puede observar al mismo tiempo que los taladros abiertos para el paso de los pernos atraviesan los mismos dados.

Según algunos, la dirección de los escarpes no es indiferente: en la

quilla conviene situarlos de modo que la parte de proa de cada pieza cubra á la de popa de la adyacente de proa, fig. 14. Esto se practica á fin de disminuir la resistencia de los ensambles á la acción de fuerzas ejercidas en dirección de proa á popa, lo cual es ventajoso en varios casos. Si, por ejemplo, un barco de mayor calado en popa que en proa, como sucede ordinariamente, llega á varar durante su marcha, la disposición explicada para los escarpes podría, cuando más, dar lugar al desprendimiento de las piezas de quilla directamente heridas, sin que las que les preceden ó les siguen hubieran de sufrir forzosamente igual suerte, pues la resistencia que oponen á salir de su sitio se debe casi tan sólo á los pernos con que se sujetan á las demás; al paso que si los escarpes estuvieran dirigidos en sentido contrario, un choque en las condiciones expresadas conmovería fuertemente, desligándolas, y acaso arrancaría, no sólo las piezas de quilla en cuestión, sino también las adyacentes de popa, según la violencia de la varada ó del choque. A veces, sin embargo, se montan en un sentido los escarpes del cuerpo de popa, y en el opuesto los del otro.

Con la disposición empleada en algunos astilleros para la colocación de los escarpes no cabe la observación precedente, porque entonces las piezas se sitúan de modo que las caras de junta de los ensambles queden verticales. Esta disposición, muy poco usada, ofrece el inconveniente de que los pernos de los escarpes no pueden ser utilizados simultáneamente (como á veces se practica con algunos de ellos) para la sujeción de las piezas superpuestas á la quilla; en cambio favorece la resistencia de ésta á la flexión en la longitud de los escarpes, pues bien sabido es que toda pieza prismática resiste más de canto que de plano á la acción de fuerzas perpendiculares á su longitud.

Siempre se procura que las piezas de quilla sean bastantes largas, para evitar la costosa labra de numerosos escarpes: y estos se combinan de manera que no caiga ninguno debajo de los palos, porque en tales sitios han de actuar esfuerzos considerables determinados por el peso propio de la arboladura y por las resultantes de las tensiones de los obenques.

Todas estas precauciones son inútiles cuando (como sucede en algunos casos) se instala una quilla provisional de madera de escaso valor, destinada á ser reemplazada posteriormente por la definitiva.

Dormido.—Sobre la quilla descansa directamente el dormido, fig. 14, pieza del mismo ancho que la primera, pero de un peralto menor en casi toda su longitud, y cuyo principal objeto es servir de asiento á las

cuadernas. A veces estas se ensamblan al dormido en la parte central del barco abriendo tres muescas, una en la cuaderna y dos en el dormido, fig. 15; y en proa y popa, á caja y espigo, practicados la primera en el dormido y el segundo en la cuaderna. Este sistema debilita al dormido en tales términos, que no es posible considerarlo como un auxiliar para la consolidación longitudinal de los barcos. Desde el punto de vista de la resistencia y el de la economía de mano de obra, es más ventajosa la disposición, que consiste en sentar las cuadernas sobre el dormido intacto, caso en el que sólo aquellas llevan una muesca de corta altura y del mismo ancho que la quilla.

El peralto del dormido aumenta considerablemente en proa y popa, con el objeto de contribuir á formar los macizados de los finos que los buques llevan en aquellas partes, porque lo aguzado de las extremidades no permite dejar hueco ninguno en el interior de los cascos. Las piezas elementales del dormido se unen casi siempre á tope, fig. 14, cuidando de alternar sus juntas con las de la quilla; en ocasiones, y esto es lo mejor, se unen con escarpes largos, como los indicados anteriormente, y además se interponen dados de madera entre ellas y las subyacentes de la quilla, para oponerse al resbalamiento que tienden á producir entre estas piezas los esfuerzos de flexión.

Por cada una de las caras laterales de la quilla y el dormido, reunidos, corre una ranura de sección triangular variable llamada alefriz, destinada á recibir los cantos bajos de las tracas inferiores del forro exterior. El triángulo de la sección varía de unos puntos á otros, según la oblicuidad con que van los tablones, y por consiguiente la superficie fuera de miembros sobre que se aplican, á encontrar los alefrices, porque de las dos caras que los forman, la superior es en cada uno prolongación de la superficie exterior de las cuadernas. Estos alefrices se labran parte en la misma quilla y el resto en el dormido, cuando se adopta la primera disposición explicada para el ensamble de las cuadernas, ó también cuando el peralto del dormido es insuficiente; de otro modo el dormido lleva todo el alefriz, como se ve en la fig. 27, que representa un corte dado á la quilla por un plano perpendicular á sus aristas.

Hay barcos que sólo llevan dormido á proa y á popa con el objeto antes dicho, y entonces las cuadernas descansan directamente sobre la quilla en la porción central de ésta.

Zapata.—Para proteger la quilla en las varadas de escasa importancia, llevan los barcos una pieza llamada falsa quilla ó zapata, de un

ancho igual al de la quilla y de un peralto muy reducido, fig. 14: la zapata se clava á la cara baja de la quilla tan sólo con clavos de cobre, que dan una trabazón entre estas piezas que á propósito se hace relativamente insignificante, á fin de que al desprenderse por efecto de algún choque un trozo de zapata, no se averíe la quilla. En algunas ocasiones, la escasez de maderas obliga á dar á la zapata un peralto mayor que el correspondiente á las funciones ordinarias de esta pieza: esto puede ocurrir cuando no se dispone de piezas de quilla de la escuadría necesaria, caso en el que la resistencia que ésta debe ofrecer se suple á favor de un aumento en el peralto de la zapata, y es claro que entonces conviene empernarla á la quilla, y que la unión entre sus diversas partes debe efectuarse á escarpe, mientras que en el primer caso se unen á tope.

Cuando no hay inconveniente en aumentar el calado, se da también á la zapata un peralto considerable, para que resulte mayor la resistencia de los barcos á los balances y menor el abatimiento al navegar á vela.

Roda.—La roda, fig. 14, se compone de piezas de madera de una sola vuelta, de la mejor calidad y lo más largas que sea posible, ensambladas entre sí y á la última de la quilla. En tres partes principales se considera dividida la roda: la primera, contando á partir de la quilla, se llama pie de roda; la última ó superior, caperol, y la intermedia entre las anticres, que suele estar compuesta de varios trozos, pieza ó piezas de roda, según su número. Las caras de babor ó estribor de estas piezas son planas, y constante é igual al ancho de la quilla la distancia que las separa. Algunas veces no se hacen planas las caras laterales, y entonces su separación va creciendo gradualmente á partir de la quilla ó desde poco más arriba hasta el caperol. Esta disposición tiene por objeto ofrecer mayor base al bauprés, que es uno de los palos principales de los buques, y se apoya siempre en la roda.

Los escarpes usados para unir los diferentes elementos de la roda, son iguales á los de la quilla y se establecen con las mismas precauciones, sólo que en lugar de dirigirlos en idéntico sentido, se montan en el inverso á partir del pie de roda, cuyo extremo superior, por consiguiente, en vez de caer sobre el inferior de la pieza de roda adyacente, se sitúa debajo, como representa la fig. 14. Esta combinación permite reemplazar el pie de roda, cuando es preciso, sin tocar á las demás piezas cercanas.

Generalmente escasean las piezas de vuelta de dimensiones sufi-

cientes para dar buenos pies de roda, que son tanto mejores, cuanto mayores son sus ramas ó pernadas; esto obliga á recurrir en algunos casos al empleo de pies de roda que distan mucho de llenar las condiciones de curvatura y dimensiones convenientes para evitar la presencia de escarpes, siempre peligrosos para la resistencia y las filtraciones, en un punto tan importante como el extremo de la quilla, expuesto á choques y esfuerzos de consideración.

Las figuras 16 y 17 representan algunos de los procedimientos empleados para salvar la falta de pies de roda. En el primer caso, el pie de roda lleva un espigo que se aloja en una caja practicada en la última pieza de quilla. Dos curvas ó armaduras de cobre ó de bronce incrustadas en las caras laterales de la roda y la quilla, ligan á estas piezas por el intermedio de pernos que al través de ellas pasan de una á otra curva.

En la fig. 16, el ensamble se efectúa á boca de lobo, asegurado como en el ejemplo anterior con el auxilio de armaduras laterales. De la madera disponible y su figura depende la elección del procedimiento que más conviene adoptar, y que por tanto es variable en cada caso.

A fin de disminuir la resistencia que la roda encuentra al dividir el agua, se suele redondear su cara de proa, ó se chaflanan sus aristas delanteras. En algunos casos se defiende la roda con una zapata dispuesta como la de la quilla, cuya prolongación forma, y á veces se da á esa pieza un grueso considerable á la grúa en la porción correspondiente al pie de roda, para que aumentando el desplazamiento de proa contribuya á disminuir el cabeceo. Pero el servicio que bajo este punto de vista puede esperarse de la zapata de la roda, es punto menos que ilusorio.

Contrarroda.—Consolida á la roda en toda su longitud la contrarroda, llamada por algunos albitana, fig. 14, y que es una prolongación del dormido. Las piezas de la contrarroda, de igual ancho á la línea que las de la roda, tienen comunmente grúas menores. Se unen entre sí como las piezas de la roda, y se empernan á esta cuidando de alternar los escarpes. Los pernos usados son de cobre hasta la flotación, como se practica en la quilla, para evitar que los destruya rápidamente el agua de mar: por encima del agua, bastan de hierro.

El alefriz, que se dijo existía á lo largo de la quilla ó del dormido, se prolonga roda arriba é interesa á la contrarroda, en cuyas caras latera-

les se labra á veces todo él. Tiene el mismo objeto que el de la quilla, y recibe, por consiguiente, los topes ó frentes de los tablones del forro exterior.

Apóstoles.—En los finos de proa las tracas llegan á la roda formando ángulos muy pequeños con el plano diametral, por cuya razón la cara de popa del alefriz proporciona asiento suficiente para fijarlas con toda solidez. No sucede lo mismo en la parte superior del casco, donde el aumento de anchura de éste es causa de que los tablones lleguen al alefriz formando ángulos, tanto mayores cuanto más altos se encuentren. De aquí resulta que la sección triangular del alefriz disminuye, y también la extensión superficial de su cara de popa, lo cual puede llegar á no ofrecer bastante asiento á los topes de los tablones. Con el objeto de proporcionárselo, se emplean los apóstoles ó columnas del bauprés, que son dos piezas, *aa* de figura, que se adosan á las caras laterales de la contrarroda, fig. 18, y en esta situación se empernan entre sí al través de ella.

Cuadernas.—Ya se sabe que las cuadernas descansan en el dormido. Como los demás elementos de los barcos, se construyen de varias piezas más ó menos curvas, según lo exija la forma de la parte de costado á que pertenezcan. Conviene que las maderas empleadas afecten naturalmente una curvatura aproximada á la definitiva de cada cuaderna para no tener que veticortarlas al efectuar su labra, porque esto debilita mucho su resistencia, observación que debe considerarse como general para toda clase de piezas.

Las cuadernas reciben nombres variables con la situación que ocupan y con sus formas.

Cuaderna maestra se llama á la que corresponde á la máxima sección transversal de cada barco, determinada por un plano perpendicular á la quilla. De que en su parte central ó más ancha afecten los buques formas cilíndricas, se deduce que hay varias secciones transversales que satisfacen á la condición expresada, y por tanto, también varias cuadernas maestras.

Cuadernas de armar ó postas, son las primeras y principales que se arbolan al construir los buques, definiendo las formas generales de sus costados.

Cuadernas de henchimiento son las que sirven para macizar ó rellenar total ó parcialmente los intervalos ó claras comprendidas entre las anteriores.

Piques ú horquillas son las de proa y popa, que á causa de lo delgado de estas partes tienen la figura de una V.

Espaldones ó cuadernas de escobén se llaman las de proa, cuyos pies ya no se apoyan en el dormido, sino en la contrarroda. No son verdaderas cuadernas, y tienen por objeto macizar los espacios triangulares comprendidos á babor y estribor entre los apóstoles y la última cuaderna que se apoya en el dormido.

De todas estas cuadernas, unas son rectas y otras reviradas. Se llaman rectas las que tienen sus dos caras, de proa y popa, planas y perpendiculares á las aristas de la quilla, y por consiguiente al plano diametral; reviradas cuando no satisfacen á esta condición. Se dice que las cuadernas son simplemente reviradas, ó que tienen un solo reviro, cuando (admitiendo que la quilla está horizontal) la parte de cuaderna correspondiente á cada costado, es decir, cuando cada semicuadaerna de babor y estribor tiene planas, verticales é inclinadas sobre el diametral sus dos caras de proa y popa: doblemente reviradas se llaman si las medias cuadernas tienen cada una de sus dos caras de proa y popa formadas por dos planos verticales no perpendiculares á la quilla; y así sucesivamente se definirían de un modo análogo las triple-reviradas, etc.

Las cuadernas reviradas se emplean en los extremos del casco, con el objeto de evitar el desperdicio de madera á que darían lugar las cuadernas rectas, y con el de aumentar la sujeción dada por los pernos y la resistencia de que son susceptibles aquellas, de todo lo cual es fácil convencerse con la inspección de la fig. 19, que es un corte dado á un costado cerca de proa ó de popa, por un plano paralelo á las caras alta y baja de la quilla. En dicha figura, P Q representa el plano diametral; *a c* y *b d* las intersecciones de las superficies dentro y fuera de miembros con el plano del corte; B una cuaderna recta cortada según el paralelógramo *m n*, y A la revirada (cuyo corte es el rectángulo *p g*) con que se sustituye, y que, como se ve, tiene sus caras de proa y popa normales á las superficies dentro y fuera de miembros en el lugar considerado. Por consiguiente, el árbol capaz de dar la cuaderna recta B de una escuadría equivalente en área á la de la revirada A, debería tener un diámetro mayor, y por tanto, para obtener una pieza de sección equivalente á la de la cuaderna recta, habrá que destacar menores porciones de material.

Por otra parte, las escuadrías *m n* y *p g* de las dos cuadernas, aunque equivalentes en área, no lo son en resistencia, pues los ángulos ó escantillones agudos de la recta son causa de que las fibras que los

ocupan ofrezcan escaso servicio. Según esto, la dirección de las reviradas debe ser tal, que sus caras de proa y popa se acerquen á ser normales, ó lo sean, al mayor número posible de secciones del casco, paralelas á la cara alta de la quilla en los puntos en que las encuentren. Cuando no se logra este resultado con varios reviros, se acude á veces al empleo de reviradas cilíndricas, piezas de costosa labra, sujetas á la condición de que los planos tangentes en cualquier punto á sus caras de proa y popa, sean normales á la superficie del costado en el mismo punto. Pocas son las ocasiones en que se emplea esta clase de cuadernas; pero cualquiera que sea el número de reviros elegidos, si las cuadernas son de armar, nunca deben ser cortadas por las portas, ni tampoco las rectas que se encuentren en el mismo caso.

La constitución de las cuadernas, tanto rectas como reviradas, es variable. En los barcos de alguna importancia, generalmente constan de dos cuerpos adyacentes y en contacto A, B, fig. 20, que reciben los nombres de cuerpos de proa y de popa, según su situación: además se llama cuerpo principal al más inmediato á la cuaderna maestra, y cara de encozamiento á la de contacto de los dos cuerpos. A cada uno de estos lo constituyen varios elementos, llamados en general ligazones, cuyos extremos ó frentes se unen á tope, y de modo que, una vez reunidos los dos cuerpos, se alternen las juntas, ó lo que es igual, de modo que cada frente de ligazón en uno de los cuerpos caiga próximamente á la mitad del largo de la ligazón adyacente del otro cuerpo. Como las juntas determinadas por el encuentro de dos frentes de ligazón no ofrecen por sí solas seguridad alguna, y á fin de sujetar uno á otro los dos cuerpos de las cuadernas, en términos que formen un sólido resistente, se usan pernos cuadrados, que se introducen normalmente á la cara de encozamiento y atraviesan los dos cuerpos. Estos pernos reciben á su vez el nombre de encozamientos y se distribuyen de modo que corresponda uno cerca de cada frente de ligazón. Además, en muchos barcos se emplean dados repartidos á lo largo de la cara de encozamiento, fig. 21, para trabar mejor los dos cuerpos, y también se interponen entre los frentes de las ligazones, con el objeto de establecer alguna consolidación directa entre las de un mismo cuerpo. En barcos ingleses es común ver empleado con el mismo fin, unas veces la disposición anterior, y otras el ensamble á choque, que se reduce á empotrar una cuña, C, bastante obtusa en las cajas correspondientes abiertas entre dos ligazones consecutivas, á las que además se clava ó emperna, fig. 22. Los choques se emplean también para cubrir las faltas que con frecuencia presentan en sus topes las ligazones.

Los elementos componentes de las cuadernas se distribuyen de diferente modo en cada cuerpo, y reciben nombres distintos, variables con su posición. El despiezo de los dos cuerpos se halla indicado en las proyecciones de la cuaderna representada en la fig. 20.

En la proyección transversal aparecen trazadas con líneas llenas las juntas de uno de los cuerpos, y con línea de puntos la del que está detrás. En el primero se llama varenga á la pieza atravesada sobre el dormido, cuyas ramas ó pernadas pueden ser iguales ó desiguales, según lo permita la madera disponible. A cada banda, sobre los frentes de la varenga se apoyan sucesivamente las ligazones 1.^a, 3.^a, 5.^a, etc. de babor ó de estribor. En cuanto al segundo cuerpo de la cuaderna, se forma primeramente con los genoles, que son las dos piezas que se reúnen en el plano diametral: sobre las cabezas de los genoles se apoyan las segundas ligazones de babor ó de estribor; sobre estas las cuartas, etc. Eligiendo ligazones de desarrollos convenientes se alternan las juntas de los dos cuerpos, que, después de empernados, forman un conjunto de dimensiones á la línea, constantes en toda su extensión, y de grúas ordinariamente decrecientes.

De lo dicho resulta que cuando no se emplean choques ó dados interpuestos entre los frentes de las ligazones, la sección resistente de cada cuaderna aislada á los esfuerzos que tiendan á disminuir ó aumentar su curvatura, se reduce á la de un solo cuerpo, defecto grave que, en mayor ó menor escala, presentan todos los barcos de madera.

Como las piezas de figura, además de ser caras, escasean bastante, se aplica en muchos astilleros para el despiezo de cuadernas el procedimiento siguiente, que permite aprovechar varengas de menor vuelta que con el explicado. La varenga es entonces una pieza curva con una de sus pernadas muy corta: sobre ésta se coloca un genol, y el resto del despiezo de este cuerpo se termina, de un modo análogo al conocido, por medio de ligazones; sólo que en este caso, las que se apoyan en la pernada mayor de la varenga se distinguen con los números de orden 1.^o, 3.^o, 5.^o, etc., y las que se sientan sobre el genol con los intermedios 2.^o, 4.^o, etc. El otro cuerpo se forma como el anterior, al que se adosa, de suerte que la pernada mayor de su varenga se ponga en contacto con el genol del cuerpo adyacente, con lo cual se consigue alternar las juntas de las ligazones, y además, que no exista ninguna en el plano diametral. Las ligazones más altas en todos casos se llaman barraganes ó ligazones de revés.

En todas las cuadernas, dentro de miembros, se deja siempre en la parte donde se reúnen las dos ramas un trozo de superficie cilíndrica



llamada bragada, que comprende el grueso completo á la línea de los dos cuerpos: sus generatrices son perpendiculares al plano diametral por el que se hallan divididas en dos porciones iguales. Todas las bragadas pertenecen á una misma superficie cilíndrica, cuyas distancias á la cara alta de la quilla se llaman alturas de bragadas, y á partir de la maestra van creciendo paulatinamente hacia proa y popa por disminuir el ángulo de las ramas de las cuadernas y para que el largo de las generatrices sea constante.

Por grande que sea el esmero con que se ejecute la labra de las ligazones, y en especial la de sus caras de encozamiento, llega siempre la humedad en mayor ó menor grado hasta los pernos; y si no se procura evitarlo de algún modo, la oxidación de estos, si son de hierro, camina con extraordinaria rapidez, teniendo lugar con mayor energía entre las mismas caras de encozamiento: de suerte, que puede llegar el caso de quedar por esta causa los pernos casi divididos en dos pedazos. En las partes de los pernos embutidas en los cuerpos de las cuadernas también se presenta la oxidación, pero en menor escala, descomponiéndose á la par la madera, á cuyas expensas se forma galato de hierro. Estos efectos peligrosos, especialmente en lo que atañe á los pernos, disminuyen notablemente con el empleo de dados interpuestos en los cuerpos de cuaderna, en los mismos puntos que han de atravesar los encozamientos, de un modo análogo al explicado para los escarpes de la quilla. Los dados, que entran muy apretados en las dos cajas abiertas, una en cada cuerpo, impiden la llegada del agua hasta los pernos; pero la descomposición de la madera y la oxidación del hierro tienen sin embargo lugar, como se dijo, aunque con bastante lentitud, á causa de la acción química que se desarrolla entre el ácido gálico del roble de que comunmente se construyen las ligazones y el hierro de los encozamientos.

El empleo de pernos de cobre salvaría estos inconvenientes, y en especial sería ventajoso en todos los puntos donde el cobre del forro con que se recubren los cascos de madera y el hierro de los pernos pudieran encontrarse en presencia de cierta cantidad de agua, circunstancias que determinarían el desarrollo de una fuerte acción galvánica. Estas mismas consideraciones han inducido á emplear pernos de cobre en la quilla y en la roda.

Sin embargo, en las cuadernas se prefiere generalmente la pernería galvanizada, es decir, recubierta de una delgada capa de zinc, mucho más económica que la de cobre, y que como ésta evita los efectos anteriormente indicados. Mas no por eso se renuncia al uso de los dados,

que contribuyen á consolidar la posición relativa de los dos cuerpos de las cuadernas. Por lo demás, los encoramientos son unas veces de punta perdida y se introducen alternativamente por la cara de proa y la de popa de cada cuaderna, y otros son pasantes y se remachan sobre la cara opuesta á la que les dió entrada. Su forma entonces suele ser la representada en la fig. 23. Como se ve en ella, llevan en su extremo una lengüeta que permite hacer fácilmente el remachado rebatiéndola sobre la cuaderna.

Los pernos de esta clase se aplican principalmente cuando se puede hacer el empernado en dirección normal á las caras de encoramiento, caso que siempre ocurre con las cuadernas de armar; pero con las de henchimiento, como ya no quedan claras suficientemente espaciosas para la introducción de los pernos, es preciso emplear los de punta perdida dirigiéndolos oblicuamente á las caras planas de las cuadernas y cuidando además de que unas veces vayan de dentro afuera, y otras de afuera á dentro del casco.

Las cuadernas explicadas son las que de preferencia se montan en barcos de guerra. No son, sin embargo, las únicas empleadas, sobre todo en barcos de mediano porte.

Las hay (muy usadas por los ingleses), en que los dos cuerpos están separados por una clara que se extiende desde el extremo inferior de sus ramas, hasta cierta distancia de la quilla, variable con la solidez que se quiera dar á los barcos. En esta porción inferior, fig. 24, los dos cuerpos de cada cuaderna se encuentran en contacto; y si no se dispone de maderas de escuadrías tales, que permitan efectuarlo así, la clara que quedaría entre los dos cuerpos empleando piezas de menor sección, se maciza con otras suplementarias. Las ligazones superiores á la parte macizada se unen á trechos por medio de tacos interpuestos entre los dos cuerpos que sirven al mismo tiempo para alojar los encoramientos. También es de notar en estas cuadernas que el grueso á la línea disminuye de ligazón en ligazón, pero manteniéndose constante en cada una, lo cual simplifica su labra. Aparte de lo dicho, el despiezo de estas cuadernas es análogo á los explicados; se subordina á la clase de madera disponible y á la importancia de los barcos. Otras veces, fig. 25, se unen los dos cuerpos de cada cuaderna; pero el ancho á la línea de las ligazones, manteniéndose constante en cada una, disminuye como antes á medida que distan más de la quilla.

Existen cuadernas á las que no se puede aplicar los despiezos citados, como sucede con los piques, que por sus formas especiales, exigirían que las varengas fueran piezas de dos ramas poco separadas; pero

es difícil encontrar maderas sanas resistentes, y que á la par ofrezcan la figura necesaria. En tales casos, se arma el cuerpo que lleva á la varenga sustituyendo á ésta con dos ó tres maderos superpuestos llamados almohadas, fig. 26; el otro cuerpo no sufre alteración, y por tanto, en contacto con las almohadas se sitúan dos genoles unidos en el plano diametral. Otras veces se disponen las almohadas y genoles, como se ve en la fig. 27, y en otros casos se acude á medios más ó menos ingeniosos para salvar las dificultades que ofrecen las formas de los piques: la fig. 28 es un ejemplo de despiezo de esta clase; pero en definitiva, todos en el fondo son semejantes, y en todos se busca el medio de alternar cuidadosamente las juntas de las piezas empleadas. Entre ellas se interponen de ordinario dados atravesados por los pernos que las aseguran entre sí y á la quilla, como se puede observar en las figuras anteriores; y en muchas ocasiones se espigan al dormido.

Según el grado de importancia de los barcos, así van instaladas en ellos las cuadernas casi en contacto ó con claras de consideración. En el primer caso, las cuadernas definen completamente las formas de los costados. Esta disposición es ventajosa para la resistencia: así es que se emplea siempre en los barcos grandes de guerra, muchos de los que suelen llevar pesados blindajes. En cambio el macizado casi absoluto de los costados, que en los fondos es siempre completo, aumenta considerablemente el coste y el peso de las construcciones. Pero aun en el caso de que las cuadernas estén bastante separadas, se macizan los fondos y hasta se calafatean las juntas del macizado exterior é interiormente, lo cual da á toda esa parte una gran rigidez sumamente ventajosa. El calafateo, al mismo tiempo que dificulta el resbalamiento de las caras de unión de las cuadernas aumentando el rozamiento que entre ellas establece el contacto, y oponiéndose por consiguiente á las flexiones longitudinales, impide filtrarse entre las cuadernas el agua que de ordinario se reúne en los mismos fondos. De este modo se preservan parcialmente los miembros de la acción perniciosa ejercida por la humedad. Por esta razón, aun en los barcos en que se desatiende la condición de mayor resistencia obtenida con el macizado de madera, se le sustituye por otro formado con una mezcla de cemento y arena limpia ó con ladrillos y cemento. En ocasiones se emplea con el mismo objeto el asfalto y otras composiciones; pero estos procedimientos distan mucho de ser recomendables, porque con las deformaciones determinadas en el casco al cabo de algún tiempo de navegación, el macizado se resquebraja y el agua filtra hasta la madera, cuyo estado no es posible reconocer entonces.

Además de los fondos, se macizan también, en los barcos construídos con cuadernas separadas, todos los puntos de los costados que hayan de hallarse sometidos á esfuerzos superiores á los que actúan en las demás partes, ó los que presenten una falta relativa de resistencia, como sucede alrededor de los orificios que se abren para algunos servicios de á bordo.

Como es imposible atajar la humedad que al través de las costuras del forro exterior, y de las juntas de los miembros y los macizados se abre paso hasta los pernos destruyéndolos en corto tiempo, se procura al menos que el agua no permanezca confinada en los puntos directamente invadidos, con cuyo objeto se establecen los medios de ventilación y desagüe que más adelante se indicarán.

Codastes.—Los barcos de vela, los de ruedas y los de hélices gemelas llevan un solo codaste; los de una hélice necesitan dos que se instalan en posiciones paralelas, á popa el uno del otro, para alojar al propulsor en el intervalo comprendido entre ellos, que se llama vano de la hélice.

Conocida por lo dicho anteriormente la posición del codaste en los barcos, toca ahora examinar tan sólo cómo está formado y enlazado á los demás elementos de las construcciones navales, para lo cual se empezará por el caso más sencillo de los dos que se acaban de distinguir, describiendo en seguida las formas que se dan á la popa cuando se adopta un solo codaste antes de pasar al segundo caso.

Su situación asigna al codaste un papel importante. Debe contribuir con las últimas cuadernas á sostener la obra muerta de popa, cuyo lanzamiento es á veces considerable y sirve además de eje de giro al timón. En unos casos el codaste es perpendicular á la quilla; en otros se le inclina hacia popa.

Se procura que el codaste esté formado de una sola pieza en el sentido de su longitud, que es precisamente el de los principales esfuerzos que ha de resistir, porque cuando se le hace de piezas, siempre es de temer que á la larga se establezca cierto juego en las caras de unión por bien labrados y empernados que hayan sido los escarpes; pero como no es fácil llenar esa condición, se forma con piezas ensambladas á escarpe largo con las caras principales de junta dirigidas en el sentido de la eslora. En cuanto á su dimensión á la línea, debe ser igual al ancho de la quilla. Como ésta y la roda, lleva el codaste dos alefrices, uno á babor y otro á estribor, para recibir los topes de los tablones del forro. Si la madera disponible no da la dimensión á la grúa

conveniente, se suple la falta de resistencia que á causa de eso resulta con otra pieza amadrinada al mismo codaste. En este caso, recibe el nombre de codaste la pieza exterior, y de contracodaste ó albitana la interior, cuya longitud es menor. A veces al codaste se agregan dos contracodastes, uno interior y exterior el otro.

Tanto el codaste como los contracodastes buscan en la quilla su punto de apoyo; y para mantener invariable la posición relativa de estas diversas piezas, se abren una ó dos cajas en la cara alta de la quilla donde penetran igual número de espigos que lleva el pie del codaste, del modo representado en las figuras 29 y 30. Este ensamble se refuerza con dos curvas de cobre ó de bronce instaladas en las caras laterales de la quilla y el codaste, y empernadas entre sí horizontalmente.

Curva coral.—Al mismo resultado que las curvas contribuye con mayor eficacia la curva coral B, fig. 29, una de cuyas pernadas se establece en contacto con la cara alta de la quilla ó del dormido, y la otra con la de proa del codaste.

Para salvar la dificultad que ofrece la adquisición de piezas de las dimensiones y vueltas requeridas para la curva coral, se acude á diversos medios: así, pues, unas veces se da al pie del codaste una escuadría mayor que en la parte alta, de modo que en la cara de proa de esa pieza sea un plano inclinado hacia popa, con lo que se disminuye la vuelta de la curva coral; otras se emplea un contracodaste interior ó albitana para conseguir el mismo objeto; otras se aumenta la altura del dormido y su pendiente hacia proa, y otras, en fin, se forma la curva coral con diferentes piezas *a*, *a*... agrupadas unas sobre otras, de suerte que su conjunto dé aproximadamente el contorno exterior apetecido para la curva coral, como se ve en la fig. 30. En este caso, es indispensable establecer entre las piezas componentes la mayor trabazón posible, para lo cual se interponen dados entre las caras de contacto, y se instalan algunas diagonales de hierro incrustadas en las caras laterales cruzando las juntas. De todos modos, y cualquiera que sea el sistema que los recursos disponibles permitan adoptar, se aseguran todas esas piezas entre sí, á la quilla y al codaste, por medio de pernos pasantes introducidos de afuera adentro.

Por su mayor solidez es preferible el empleo de una curva coral construída de una sola pieza, cuyas pernadas puedan abrazar una extensión bastante considerable del codaste y la quilla; y tan sólo se aplican curvas corales fraccionadas cuando así lo exige la falta de made-

ras de figura propias para el objeto, ó se atiende de preferencia á la economía que con ellas se consigue, empleando no más que piezas rectas en su formación. Con este mismo fin, se exagera á veces el peralto del macizo así constituido, lo cual facilita el despiezo de las cuadernas; pero este procedimiento es vicioso, por lo que se prefiere emplear cuadernas que se apoyen directamente en el dormido y en una curva coral de dimensiones moderadas, porque así el forro exterior de los barcos contribuye á consolidar esa parte, ventaja que no se obtiene en igual grado cuando se aplica sobre los elementos de la curva coral dirigidos casi paralelamente á las tracas ó hiladas de tablones.

Popas cuadradas.—Una de las partes de los barcos de madera que ofrece á simple vista variaciones más notables en su forma exterior, es la popa. Las usadas hoy día, con especialidad en los buques de guerra, difieren mucho de las conocidas con el nombre de popas cuadradas, universalmente adoptadas antes en toda clase de buques, y que todavía se ven en la marina mercante. El maderamen de que se componen es bastante sencillo, pero su trabazón en lo relativo á resistencia deja mucho que desear, como se reconocerá por la siguiente descripción sumaria de las piezas que entran á constituir las.

Apoyándose en la cara de proa del codaste ó del contracodaste, fig. 31, y en su parte superior; es decir, inmediatamente debajo de la cubierta principal, corre de babor á estribor una pieza A, de escuadría rectangular y de dos vueltas, una horizontal y vertical la otra: esta pieza se llama yugo principal. De sus dos vueltas, la horizontal presenta la concavidad hacia el interior del casco, y la vertical hacia la quilla. El codaste se eleva algunos centímetros por encima de la cara alta del yugo, y los frentes de éste se apoyan en la aleta, que es la última cuaderna revirada de popa. Debajo del yugo, fijándose como éste en el codaste, y terminando en la misma aleta, se encuentran situadas las cochinitas ó yugos secundarios, BB, cuyas formas son semejantes á las de unas cuadernas piques. Cuando el barco es muy fino en los fondos, las ramas de los yugos secundarios presentan muy poca abra; y como en tal caso las maderas empleadas no ofrecen confianza para la solidez si son naturales, y por otra parte es difícil encontrarlas de esa figura, se suele colocarlas inclinadas respecto á la quilla, lo que permite emplear piezas de ramas más abiertas que si se situaran horizontales. Las cochinitas se aseguran al codaste y al contracodaste del mismo modo que las cuadernas á la quilla; las cabezas de sus ramas que, á semejanza de las del yugo, se apoyan en la cara de popa de la aleta,

se empernan horizontalmente á ella. Además se unen todos los yugos por medio de largos pernos que pasan de unos á otros atravesando tacos colocados entre ellos.

El intervalo que queda entre el codaste, la cochinata inferior y la aleta se maciza con almohadas que se empernan á la quilla y al maderamen anterior.

Sobre el yugo principal se montan las gambotas ó rabos de gallo, CC, que son unas ligazones de forma adecuada para dibujar el contorno de la popa. Las gambotas constan de uno ó de dos cuerpos, figuras 31 y 32; corren á una y otra banda del codaste (contra cuyas caras laterales se apoyan dos de ellas llamadas rabos de gallo del centro), hasta el revés de aleta, manteniéndose siempre sus caras de babor y estribor, que son planas, paralelas al plano diametral. El peso de todas estas piezas insiste sobre el yugo, al que se ensamblan á boca de lobo y se fijan con clavos.

La superficie exterior ó inferior, *Ab*, de las gambotas, después de forrada, constituye lo que se llama la bovedilla de la popa; la superior, *bd*, el espejo de la misma; y la armazón formada por el codaste, los yugos y la aleta, el peto.

En cuanto á las claras que quedan entre la aleta y las últimas gambotas de cada costado se rellenan con algunas ligazones, cuyos pies se apoyan en el asiento que se les deja entre aquellas piezas encima del yugo principal, y además en las dos últimas gambotas de babor y estribor.

De lo dicho se deduce, que en estas popas la porción constituída por los rabos de gallo ofrece escasa solidez á causa de la posición ocupada por estos, de la ligereza relativa que se les da por no aumentar el peso de la construcción, y á pesar de que todas esas piezas se aseguran á otras de las cubiertas y los costados que más adelante se estudiarán.

El maderamen de la popa cuadrada admite algunas variantes sin perder su carácter y sus formas distintivas. La fig. 33 presenta un ejemplo de otra disposición distinta de la descrita. En ella se ve que de todos los yugos sólo se conserva el principal, que como de costumbre, sirve de apoyo á las gambotas. A los yugos secundarios los sustituye una serie de cuadernas ó fracciones de cuadernas reviradas, sentadas unas en los dormidos, y las restantes en almohadas empernadas á las caras laterales de un contracodaste interior. En cuanto á sus cabezas, todas concurren á sostener el yugo que descansa en sus frentes y se emperna á ellos.

No es la falta de solidez el único defecto de que adolecen las popas

cuadradas: únese á éste, otro de consideración en los barcos de guerra. Sabida es la conveniencia de que estos dispongan de sus fuegos en todas direcciones, y de modo que se crucen para aumentar su eficacia. La forma especial de las popas cuadradas se opone á este resultado, á causa de las aristas que forman al encontrarse los costados y el peto. Siendo imposible la instalación de portas en las aristas mencionadas, *c c*, fig. 34, sin comprometer la seguridad de la popa, las direcciones de los tiros con que se puede contar desde la última porta de cada uno de los costados, y la más próxima del espejo, son forzosamente divergentes, lo cual da origen á un ángulo muerto. Si á lo dicho se agrega que las piezas de retirada tienen que quedar muy metidas dentro del barco por efecto de la inclinación del espejo, se reconocerá que la elevación de que es permitido disponer para los fuegos es reducida, y además que las vibraciones producidas en el maderamen por las detonaciones de los disparos deben ser por lo mismo muy considerables, y comprometer á la larga la seguridad de la popa. Las razones expuestas justifican la preferencia que se da en los barcos de guerra á las popas llamadas redondas, que á su mayor solidez y formas más apropiadas para hacer desaparecer el inconveniente de los ángulos muertos, reúnen la ventaja de permitir disponer de capacidades interiores casi tan considerables como en las popas cuadradas. La circunstancia de proporcionar mayor capacidad, y su escaso coste, constituyen las principales cualidades de las últimas.

Popas redondas.—Las popas redondas afectan formas exteriores muy variadas: su carácter distintivo, sin embargo, es la supresión de las aristas determinadas por el encuentro de los costados con el espejo; lo que da por resultado inmediato una construcción de aspecto más sencillo.

En las popas redondas sólo se ven superficies curvas continuas, que generalmente ofrecen en conjunto un lanzamiento menor que el de las popas cuadradas, y permiten dirigir los fuegos en todos sentidos.

En las primeras también es variable la manera de combinar su maderamen, al que con frecuencia se da la disposición siguiente. La última cuaderna de popa recibe un reviro de unos 45° poco más ó menos: sobre ella se apoyan una serie de ligazones de una sola vuelta y de caras laterales paralelas al plano diametral, que se llaman gambotas ó rabos de gallo en general; y gambota principal ó del centro la cortada en dos partes iguales por el plano mismo de simetría. El pie de ésta se detiene á cierta distancia de la cara de popa del codaste,

con objeto de que en el orificio así formado, y que se llama limera, pueda moverse el eje de giro del timón. Todas las gambotas se empernan entre sí del mismo modo que las cuadernas.

De esta ligera descripción se desprende que la solidez de la popa depende en gran parte de la última cuaderna, defecto parecido al que se nota en las popas cuadradas, pues en ellas todos los yugos se apoyan en la aleta, á cuya resistencia se subordina parcialmente la trabazón de todas estas piezas y la seguridad del peto. Así es que bajo este punto de vista la estructura en cuestión no ofrece ventaja sobre la de las popas cuadradas, ni tampoco la presenta notable respecto á la distribución de portas para el cruzamiento de fuegos, á causa de la poca resistencia de las gambotas y piezas de relleno que entre ellas se establecen.

Al sistema explicado es preferible el siguiente, por más que adolezca de los mismos defectos, pero en menor escala. Establecidas las gambotas adyacentes al codaste, se prolongan por la parte inferior hasta el pie de la cuaderna de popa que se juzgue más oportuno, y que ya debe haber sufrido algún reviro por su situación. En seguida se monta una serie de cuadernas reviradas, cuyos pies se apoyan sobre las gambotas unas, y otras en la cuaderna mencionada. De este modo, no descansa sobre una sola cuaderna todo el maderamen de la popa, puesto que su peso se reparte entre las gambotas adyacentes al codaste, al que se emperna aquel así como al macizo contiguo.

Multiplicando el número de reviros de las cuadernas, y hasta adoptando las reviradas cilíndricas, se puede conseguir que todas las cuadernas de armar descansen en el dormido, y que sean muy pocas las de relleno que tengan que referir su peso á las adyacentes; lo que casi siempre habrá que hacer entonces, es reducir en la parte inferior la dimensión á la línea de las cuadernas. Este sistema de construcción es el preferible y el aplicado comunmente en los buques de guerra, porque además de ser más sólido que los anteriores, permite elegir los reviros del modo conveniente para repartir las portas.

Popas de los barcos de hélice.—Cuando los buques llevan una sola hélice, que es el segundo caso de los dos mencionados anteriormente, la estructura de la popa sufre las modificaciones consiguientes á la instalación del propulsor. Ya se dijo que con este objeto se disponían dos codastes paralelos, que se distinguen con los nombres de codaste de proa y de popa, según su posición. Puede suceder entonces que la hélice sea fija ó amovible. Cuando ocurre lo primero, el vano de la

hélice queda limitado á proa y á popa por los codastes, en la parte inferior por la quilla, fig. 35, y en la superior, por varias piezas horizontales que constituyen el dintel ó puente; en cuanto al timón, se monta en el codaste popel. Este tiene la misma forma explicada para los casos anteriores, y análogamente á lo que se dijo, se forma á veces con dos piezas amadrinadas de la mayor longitud posible (para evitar los escarpes) que se ensamblan con la quilla á caja y espiga.

En los barcos de un solo codaste, éste es prismático, y tiene, por tanto, planas sus dos caras de babor y estribor. Mas como en los barcos de una hélice ésta se monta en un fuerte eje, que sale del interior del casco, en dirección paralela á la quilla, desembocando en el vano, para lo que tiene que atravesar las cuadernas de popa y el codaste proel, resulta que éste quedaría sumamente debilitado si se le conservara la forma prismática, á no ser que se le diera un ancho á la línea mucho mayor que el de la quilla. Para evitarlo, dicho codaste recibe un henchimiento en la parte que ha de ser atravesada por el eje, como se ve en la fig. 35; por las mismas razones se modifica el contorno exterior de las almohadas de las cuadernas en que va abierto el tubo de popa. Así se conserva la resistencia de estas piezas; y en lo relativo al codaste y al contracodaste, siempre que no se puedan conseguir de una sola pieza, se observan las precauciones recomendadas acerca de los escarpes en casos parecidos. Los dos codastes proel y popel se aseguran á la quilla, con el auxilio de una curva de bronce, *a*, que al mismo tiempo refuerza el trozo aislado de la última; ó se instalan á babor y estribor dos grandes armaduras, *b*, con dos ramas verticales y una horizontal intermedia, de las cuales las primeras se aplican á las caras laterales de los codastes, y las horizontales á las de la quilla, empernándose todas ellas del modo ordinario. La curva coral, cuando existe el tubo de popa, se detiene á la altura de éste.

En cuanto á la parte superior de la popa, ó se construye con sujeción á uno de los sistemas antes explicados, ó se adopta la disposición representada en la fig. 35, que permite disminuir el número de reviros de las cuadernas. Con este procedimiento se renuncia á que las cuadernas vayan á terminar en el dormido ó en el macizado de la curva coral: el puente, formado, como de ordinario, con piezas horizontales ensambladas y empernadas á los codastes, recibe entonces los pies de las últimas cuadernas. En la parte adyacente al plano diametral, se cierra siempre la popa por medio de gambotas.

Desde la introducción de los timones compensados, de los que se ha-

blará más adelante, se reconoció la conveniencia de suprimir el codaste popel.

En realidad el servicio que éste presta no es de gran consideración por buscar su punto de apoyo en la extremidad de la quilla que no lo ofrece muy sólido.

Cuando se suprime este codaste se da á la popa una estructura que compense la falta de dicha pieza. Se forma entonces el puente con dos robustas piezas de madera que se amadrinan en el plano diametral por la parte de popa encepando además entre ellas el codaste principal: las ramas de proa del puente así formado se extienden sobre la superficie fuera de miembros de algunas cuadernas á las cuales se empernan. Además de la consolidación así obtenida, se suele añadir la que proporciona un curvatón de madera ó de bronce empernado á la cara popel del codaste conservado y á la cara baja del puente. Encima de éste se montan y aseguran las cuadernas que forman la extremidad de la popa.

Pero es de advertir, que no porque se suprima el codaste popel deja de existir el trozo de quilla que limita la parte inferior del vano. El servicio que entonces se exige de este trozo de quilla se reduce á sostener la gorroneira en que ha de rotar el pie del eje del timón defendiendo de paso la misma hélice.

Tanto en este caso, como en el de dos codastes, se usa en algunos buques sustituir el trozo de quilla correspondiente al vano por una armadura metálica de bronce, que es metal que permite obtener mayor rigidez y resistencia que la madera con menor volumen.

En los buques de hélices gemelas, tampoco existe, como se ha dicho, más que un solo codaste. Los ejes de los propulsores salen al exterior por una y otra banda atravesando las cuadernas y un macizado de cierta importancia que en el interior del casco se establece afirmándolo á los mismos miembros.

Cuando los buques están destinados á llevar hélices amovibles, caso en el día muy poco frecuente, necesitan en popa una capacidad prismática vertical que permita izar ó arriar el propulsor: esa cavidad recibe el nombre de pozo, y su sección recta es unas veces rectangular, y otras de la figura de una cruz, según las formas de la hélice. En ambos casos su constitución es análoga y como sigue, fig. 36. En vez de instalar una gambota á cada lado del codaste popel, se colocan las necesarias, para que sus dimensiones á la línea con la del codaste sumen el ancho del pozo: los pies de las gambotas se cortan al rás de la cara de proa del mismo codaste, y forman, por consiguiente, parte de

la cara de popa del pozo. Otras dos gambotas, una á babor y otra á estribor, adosadas á las más distantes del plano diametral entre las ya establecidas, lo limitan lateralmente, y un macizado adicional establecido á una y otra banda del codaste proel, cierran con éste el contorno inferior del pozo. El resto de la popa se arma con cuadernas piques, reviradas convenientemente, cuyos pies se apoyan en la curva coral ó en el macizado que la sustituya. Otras veces estas cuadernas terminan como se explicó en otro lugar. Con cualquiera de estas disposiciones, las gambotas que limitan lateralmente el pozo, se apoyan en la última cuaderna de popa.

Las paredes interiores del pozo se forman con tablazón vertical ó inclinada, que se clava á las diferentes piezas que circunscriben el pozo en las cubiertas atravesadas por él, como los baos y las esloras, que son piezas dirigidas en el sentido longitudinal de los barcos. En los de pozo, los codastes llegan hasta la cubierta alta.

Todo el maderamen descrito, especialmente el destinado á formar las paredes del pozo, se emperna sólidamente y se refuerza además con curvas de bronce que comprenden su contorno.

Los medios aplicados para la perfecta trabazón de todos los elementos de la popa, son variables con los empleados para constituirlos. Sólo puede decirse respecto á esto, que siempre se estudian con todo esmero las dimensiones de las maderas disponibles y los esfuerzos que han de sufrir las diferentes piezas, teniendo en cuenta el sistema adoptado para combinar las diferentes partes del conjunto.

CAPÍTULO II.

Sobrequilla.—Forro de bodega.—Durmientes y sotadurmientes.—Trancaniles.—Entremiches.—Forro de amurada.—Baos.—Barrotines y esloras.—Escotillas.—Tablazón de cubiertas.—Observaciones sobre el forro exterior.—Aparaduras.—Forro de disminución.—Cosederos.—Cintas.—Tapa de regala.—Quillas de seguridad.—Distribución del forro exterior.— Sujeción de los forros al casco.

Sobrequilla.—Estudiadas ya en el capítulo anterior las piezas principales del esqueleto del casco, se trata ahora de examinar los elementos constituyentes de los forros y las cubiertas.

Formando parte del forro interior, en cuanto concurre á consolidar las cuadernas ligándolas entre sí, aparece en primer término la sobrequilla A, fig. 53, pieza de una vuelta y escuadría rectangular, que se extiende á lo largo de los barcos desde la proa hasta la popa, y va colocada encima de las bragadas de las cuadernas de tal modo, que el plano diametral lo es para ella de simetría. De lo dicho al hablar de las cuadernas se deduce, por consiguiente, que la cara de asiento de la sobrequilla debe afectar la misma curvatura que el lecho de bragadas; y en efecto, la sobrequilla se forma con fuertes piezas sujetas á esta condición, y cuyas caras laterales son paralelas á las de la quilla, ó se encuentran en prolongación de ellas.

Los ensambles empleados para la unión de sus diversas piezas son análogos á los de la quilla y se empernan del mismo modo. Hay barcos en que por sus dimensiones, ó por escasez de maderas, se forma la sobrequilla con piezas *c, c*, fig. 45, amadrinadas, de suerte que coincida la cara de contacto con el plano diametral: los dos cuerpos, así colocados, se empernan horizontalmente; pero cualquiera que sea la composición de la sobrequilla, es decir, ya conste de uno ó de dos cuerpos,

se procura evitar que sus escarpes se correspondan con los de la quilla, á la que se asegura toda ella por medio de largos pernos de cobre, fig. 53, que se introducen por dentro del casco y se remachan en la cara baja de la quilla. Además, se interponen muchas veces algunos dados de trecho en trecho embutidos mitad por mitad en la sobrequilla y los miembros.

Las dimensiones crecidas que ordinariamente se asignan á la sobrequilla, son consecuencia del papel importante que se le confía, atendida su posición, la más propia y conveniente para oponerse á las flexiones longitudinales de los barcos, lo cual induce á prolongarla mientras pueda prestar ese servicio; así es que, generalmente, tanto en proa como en popa, llega hasta la cubierta principal.

En los barcos de popa cuadrada, el lecho de bragadas de los yugos forma una superficie que es prolongación de la determinada por las bragadas de las cuadernas. Las piezas de la sobrequilla se adaptan á la curvatura que estos lechos presentan, y terminan en el yugo principal, que, como se sabe, está á la altura de la cubierta del mismo nombre.

En los barcos de popa redonda, de vela ó de hélices gemelas, la disposición de la sobrequilla difiere de la anterior, en que no existiendo yugos, se apoya en las bragadas de las últimas reviradas, y termina en el codaste por medio de una curva. No sucede lo mismo en los barcos de una sola hélice. Estos como se dijo anteriormente, llevan abierto en el macizo adyacente al codaste, un barreno cilíndrico que desemboca en el vano de la hélice, y sirve para dar paso al eje de la misma. Situado el eje geométrico del tubo en el plano diametral, que es el de simetría de la sobrequilla, debiera el primero ó el mismo tubo cortar á esta muy oblicuamente si no se adoptara la disposición representada en la fig. 39, indispensable además para instalar cómodamente el prensa-estopas de la bocina, que impide la entrada del agua en el interior de los barcos. Según se ve en la misma figura, se forma el macizo de popa B, B, dando á las bragadas de las últimas cuadernas la altura necesaria para el barreno del tubo hasta la N, en que este haya de terminar. Desde N, aparece repentinamente rebajada la altura de bragadas cuanto sea necesario para la instalación del prensa-estopas en su cara de proa. Al llegar á esta misma cara se detiene la sobrequilla, pero continúa después sobre las bragadas de las cuadernas correspondientes al macizo.

En los barcos de hélice fija, ó con puente, este trozo final de la sobrequilla se prolonga hasta el codaste de popa, apoyándose ó enden-

tándose sobre el proel, cuya altura limita por consiguiente; y como se la emperna sólidamente á los dos codastes, al dintel ó puente del vano y al macizo, contribuye á aumentar la rigidez de todas esas piezas y á mantenerlas en sus posiciones relativas.

Al trozo de sobrequilla que corre desde el prensa hasta popa, se suele agregar dos sobrequillas laterales. La disposición preferible es la representada en la fig. 38, que se ve en muchos barcos. En tal caso, á partir de la cuaderna del prensa, se suprime la sobrequilla central, y en su lugar se instalan dos laterales B, B, una á cada banda de los codastes C, C, lo cual permite prolongar el de proa dentro del casco con ventaja para su consolidación. Ambos codastes quedan encepados parcialmente con esta disposición dentro de las cajeras abiertas en las sobrequillas, las cuales se empernan á aquellos y á las cuadernas en toda la extensión que abarcan; es decir, hasta la cubierta principal.

En el caso de un buque de hélice amovible, la presencia del pozo, que el propulsor necesita, impide el paso de la sobrequilla central y el de las laterales más allá del codaste proel; entonces, por no dejar desligada del resto esa parte de la popa, se instalan dos sobrequillas S, S, fig. 37, que por su posición sirven al mismo tiempo para limitar el pozo á babor y estribor, y que se extienden desde la cubierta principal por la parte de popa hasta rebasar con exceso al codaste proel por el extremo opuesto. Estas sobrequillas se empernan á los codastes y á las cuadernas en que descansan.

Observando las disposiciones dadas á la sobrequilla, según las formas de las popas y la instalación de los propulsores, se deduce que esa pieza en todos los barcos, menos en los de hélice única, desempeña en toda su longitud el papel de una consolidación, cuyo primer efecto es oponerse á las flexiones de los cascos. En los barcos de dintel y en los de pozo, interrumpida la sobrequilla en la cuaderna donde termina el tubo de popa, deja esa parte debilitada relativamente á las demás, defecto que se corrige por completo con la instalación de dos sobrequillas laterales que, arrancando de la cubierta principal, se prolongan algunos metros á proa de la cuaderna mencionada. En los buques de pozo, estas sobrequillas son las mismas de que se habló en el párrafo anterior.

Forro de bodega.—Los palmejares, tablones del forro interior representados en la fig. 45, por la letra *p*, desempeñan funciones análogas á las de la sobrequilla, aunque mucho menos importantes. Su grueso es algo mayor que el ordinario de los demás tablones del forro

de bodega, y se disponen generalmente en tres ó cuatro tracas situadas entre las cabezas de las varengas y las de los genoles. De todas maneras, corren de proa á popa hasta terminar en la sobrequilla, y sirven, por consiguiente, no sólo para ligar entre sí las cuadernas, á las cuales van clavados y empernados, sino para oponerse á las flexiones del casco. Su acción en este sentido, aunque enérgica y asimilable á la de sobrequillas laterales, no es todo lo que pudiera ser á causa de la manera habitual empleada para disponerlos: en efecto, se unen á tope los tablones de cada traca, y entre todas ellas no existe más enlace que el establecido por el intermedio de las mismas cuadernas que deben ligar. Tan sólo en algunos casos se interponen dados entre los cantos de las hiladas de palmejares.

El resto del forro de bodega hasta la primera cubierta, que es la del sollado, se hace con tracas de tablones unidos á tope, y dispuestos en sentido de la eslora, que se clavan y empernan á las ligazones del costado; siendo de advertir que los pernos de todo el forro, con inclusión de los palmejares, comprenden al exterior, como se dirá más adelante. El forro de bodega no siempre es continuo, á partir de la sobrequilla, sino que se halla interrumpido á trechos por la supresión de una ó más tracas, á fin de proporcionar ventilación á las cuadernas, medida conveniente para conservar las maderas que en tales parajes confinados y húmedos, á causa de la permanencia en ellos casi perenne de agua fangosa, y á veces corrompida, se pudriría rápidamente, si no se acudiera á tales medios ó á otros análogos. Esas aguas, procedentes unas veces de filtraciones exteriores, inevitables, y otras de los servicios interiores del barco, se extraen con frecuencia; y para facilitar esta operación, que se ejecuta con bombas, se deja á cada costado de la sobrequilla una canal, fig. 53, limitada por la superficie interior de las cuadernas y del macizado, por el canto más bajo de la primera traca del forro interior, cuyo grueso se aumenta con otra, B, que algunos llaman palmejar, sentada encima, y por una de las caras laterales de la sobrequilla. Cada canal se cubre con una hilada de tablones C, á trozos levadiza, para registrar y desembarazar los conductos de desagüe establecidos, no sólo á entrambos lados de la sobrequilla, del modo que se acaba de indicar, sino también á lo largo de los macizados del fondo, como se ve en la fig. 45, y de suerte que comprendan todo el ancho á la línea de las piezas en que se practican, cuyas grúas son, por tanto, menores que las de las cuadernas. Los trozos levadizos de tabla se llaman panas de registro. El agua corre, pues, cuadernas abajo, por las canalizas *a, a, a...* practicadas en el mismo macizado, M, se reúne en las canales latera-

les de la sobrequilla, y de allí es extraída por las bombas. Como al descender el agua, filtrada por entre las cuadernas, encuentra la madera de los macizos, M, al hilo, esto es, con sus fibras en la misma dirección que sigue, conviene, para que el agua no penetre en los vasos de la madera y la pudra, recubrir con tapas, *t*, los frentes de los macizos.

Cuando las cuadernas no se hallan unidas por el macizado que se dijo debía establecerse en los fondos para aumentar la rigidez del barco, llevan entonces en la parte adyacente al forro exterior unas aberturas, en número de dos, para cada una, y simétricamente situadas respecto al plano diametral, que ponen en comunicación á todas las claras; y á fin de que el agua procedente de filtraciones altas pueda descender por ellas hasta el fondo del casco, reuniéndose allí con el resto, se practican análogos orificios en los tacos interpuestos entre las cuadernas, con el objeto de efectuar su empernado. Los imbornales no deben estar tocando á la quilla, en la medianía del casco, para poder clavar cómodamente la primera aparadura; en esa parte importa poco alejarlos algo del plano diametral, si los fondos son planos, cual sucede de ordinario; pero en proa y popa ya no es lo mismo, ni existe tampoco el mencionado inconveniente, porque allí, á causa de la gran inclinación de las ramas de las cuadernas, y por consiguiente, de las aparaduras, pueden estas clavarse sin dificultad.

Durmientes y sotadurmientes.—Entre la serie de tracas de tablo-nes que forman la continuación del forro de bodega, las hay de gran importancia, y que merecen estudio especial, por el servicio que prestan para la consolidación de los costados y cubiertas. Tales son los durmientes, trancañiles y sotadurmientes.

Se llama durmiente á una traca de piezas de considerable escuadría, situada inmediatamente debajo de los baos, adosada al costado, tanto á babor como á estribor, y que se extiende de proa á popa, comprendiendo toda la longitud del costado en cada barco. Los durmientes, D, fig. 42, se forman con largas piezas reunidas entre sí por medio de escarpes análogos á los de la quilla, dispuestos comunmente de modo que caigan entre las portas. A los durmientes se ensamblan los baos á cola de pato, como puede verse en la figura, y para eso se abren en los primeros las cajeras correspondientes, que sólo interesan una pequeña fracción de su peralto total. Otras veces, fig. 40, el bao se apoya simplemente en el durmiente intacto, y para trabarlos se interponen dados entre ambos.

Debajo del durmiente, fig. 42, pero en contacto con su cara inferior,

corre otra traca de tablones, bastante más gruesos que los ordinarios del forro, constituyendo el sotadurmiente, que se compone de piezas ensambladas como las de la traca superior. Frecuentemente son dos los sotadurmientes, en cuyo caso se colocan superpuestos. Como la situación de los durmientes es muy apropiada para oponerse á las flexiones de los cascos, y como cuanto más íntimo sea su enlace, tanto más se aproximarán á resistir como una pieza única, cuya escuadría fuera la total de los dos separados, se trata de aproximarse en lo posible á ese resultado, interponiendo entre las caras de amadrinamiento unos pequeños prismas, *r*, de madera dura, llamados llaves, que tienen por objeto principal impedir el resbalamiento de una pieza sobre la otra, cuando ambas se hallen sometidas á esfuerzos de flexión.

Todas estas piezas, como puede verse en las figuras citadas, se aseguran á los miembros con pernos de hierro, á veces galvanizado, y con frecuencia se empernan también entre sí verticalmente; pero esto último no es tan recomendable, á causa de las dificultades que posteriormente ofrecen las reparaciones que exijan la sustitución de una de las piezas componentes de cualquiera de las tracas en cuestión.

Hay constructores que, fundados en algunas experiencias, creen preferibles las colas de pato á los dados, para ligar entre sí los baos y durmientes, y del mismo modo juzgan innecesario, y hasta perjudicial, el empleo de llaves y pernos verticales para la trabazón de los durmientes. A la verdad, todos estos medios de consolidación debilitan la madera, inutilizando para la resistencia cierto número de fibras, por lo que su adopción exige un recto criterio para emplearlos con la sobriedad indispensable, si se han de evitar los inconvenientes citados, que á veces se echan en olvido, por el afán de combatir la falta de resistencia que á los esfuerzos de flexión ofrecen generalmente los barcos de madera.

No siempre se emplean en la bodega verdaderos durmientes para sostener el falso sollado: lo más frecuente es instalar una traca de tablones, llamada cairel, de un grueso algo mayor que el del resto del forro; pero en atención á la gran resistencia que proporcionan las piezas de la naturaleza de los durmientes, se desecha á veces esa práctica. Como quiera que sea, el cairel lleva las entalladuras convenientes para recibir á cola de pato las cabezas de los baos, ó estos se apoyan simplemente sobre la cara alta del cairel, ó se interponen dados para reemplazar á los ensambles suprimidos. En ocasiones, en lugar de un solo cairel, se emplean dos superpuestos.

Como el falso sollado no es continuo de popa á proa, conviene ad-

vertir, que no por eso se suprime la pieza anterior, antes por el contrario, es en tales casos tanto más necesaria, cuanto que faltando en gran parte la cubierta, que también consolida al barco, éste quedaría muy debilitado si no existiera aquella pieza. Por esta razón se emplean á veces dos y tres tracas gruesas adyacentes, trabadas, ya por medio de pernos y clavos verticales, ya también con dados interpuestos entre las caras de junta, ó ya, por último, empernadas y clavadas tan sólo á los miembros.

Trancaniles.—A completar la sujeción de los baos, y á contribuir á los mismos resultados respecto al casco que los durmientes, tiende el trancanil, que bajo este punto de vista, sólo por su posición, se diferencia de ellos, supuesto que el durmiente se coloca debajo y el trancanil encima de los baos, cuyas cabezas quedan, por consiguiente, encepadas entre esas piezas.

Los trancaniles reciben á veces una escuadría todavía mayor que la de los durmientes; sus diferentes trozos se suelen unir á tope para facilitar el calafateo, y se ensamblan á los baos á cola de pato cubierta, fig. 42, como los mismos durmientes. También se sienta en ocasiones el trancanil sobre el bao intacto con dados interpuestos, atravesados por pernos, que ligan entre sí á trancaniles, baos y durmientes, fig. 40.

En barcos ingleses se suele ver los trancaniles dispuestos como indica la fig. 44. Las piezas elementales, T, T, que lo componen, se unen por sus frentes á tope, y se aseguran entre sí por el intermedio de otra, S, empernada á ellas, con pernos que atraviesan dados interpuestos entre las caras de junta. El ensamble con los baos se verifica á diente, que es prismático, de cortas dimensiones, y formado en los trancaniles; por último, dados embutidos mitad por mitad en estos y en las piezas subyacentes entre baos (de que luego se hablará), completan la trabazón, oponiéndose al resbalamiento de las caras de contacto, por efecto de una flexión. En cualquier caso, se cuida de alternar los frentes de las piezas de trancanil con los escarpes de los durmientes.

La necesidad de acercar bastante los montajes de la artillería á los costados, obliga en muchos barcos de guerra á dar á los trancaniles una forma tal, que su cara visible ofrezca en toda su longitud una concavidad que permita el ajuste contra ella de las ruedas de los montajes, fig. 42; pero es indudable que esta disposición, antes más conveniente que ahora, haciendo obligatoria una disminución de escuadría, perjudica á la resistencia de los trancaniles.

En todos casos, llevan estas piezas lateralmente un alefriz como el

que se ve en la fig. 41, á fin de que en él se aloje uno de los cantos del primer tablón de cubierta, lo cual se practica con el objeto de facilitar el calafateo, que de otro modo sería de más penosa é insegura ejecución, y expondría, por consiguiente, á la rápida descomposición de la madera, tanto más de temer, cuanto que, por la forma de las cubiertas, en esa costura es donde tienden á acumularse las aguas. Preferible, por su mayor sencillez y porque permite hacer más profunda la costura, es la disposición representada en la fig. 40.

Los trancaniles, lo mismo que los durmientes, se aseguran á los costados con pernos de hierro, que puede ser galvanizado; se introducen los pernos en todas esas piezas de afuera adentro, abarcando el forro exterior, y se remachan dentro del casco sobre anillos ó virolas, ó se aprietan con tuercas. A los baos se afirman los trancaniles por medio de pernos de punta perdida, ó pasantes al través de baos y durmientes.

Entremiches.—En contacto con la cara baja del trancanil suelen hallarse instaladas unas piezas llamadas de entremiche, ó entremiches tan sólo, las cuales corren de bao á bao, y se ensamblan á estos con el auxilio de las mismas colas de pato que sirven para los trancaniles. Con este objeto, fig. 42, las muescas abiertas en los baos para formar las colas reciben un peralto igual al necesario para el ensamble de los trancaniles, mas el grueso de los entremiches, los cuales se empernan á los costados, y por sus formas especiales se oponen á que los baos se aparten de las cuadernas. Si alguno de los pernos de los entremiches cae en clara, se maciza. Cuando el trancanil descansa intacto sobre los baos, no por eso dejan estos de llevar las colas de pato para recibir los entremiches.

A veces, cualquiera que sea la disposición adoptada para el trancanil y el durmiente, los entremiches ocupan todo el espacio comprendido entre la cara baja del primero y la alta del segundo, fig. 51; la cola de pato de cada bao interesa entonces su peralto total. Si no se da á los entremiches tales proporciones, una de dos: ó se maciza la clara que queda entre ellos y el durmiente, sistema poco ventajoso, ó se cubre con una tapa delgada de madera.

Con objeto de debilitar menos las cabezas de los baos cuando las colas de pato comprenden todo su peralto, á fin de recibir el trancanil, el durmiente y los entremiches, se aumenta el ancho del cuello de las colas que se abren para los últimos, del modo que puede observarse en las proyecciones, corte y perspectiva de la fig. 46.

Forro de amurada.—Para terminar con el forro interior, tan sólo falta hacer mención de algunas tracas menos importantes que las anteriores. Se llama cosedera, ó sobretrancanil, á la situada inmediatamente encima del trancanil, cuyo ancho suele abarcar el intervalo comprendido entre esa pieza y las portas. Dos son á veces las tracas que ocupan ese espacio, denominándose entonces cosedera la inferior, y sobrecosedera la superpuesta. Ambas van clavadas y empernadas á las cuadernas y al forro exterior, cuidando al instalarlas de que sus frentes caigan entre portas para alternar las juntas de correderas con las de trancaniles.

Las dos tracas de cosederas se labran en algunos puntos, principalmente en Inglaterra, de la manera indicada por la fig. 60, en la que cada tablón ofrece un canto plano y el opuesto quebrado, de suerte que la máxima sección corresponda al medio de su longitud, disposición oportuna para aumentar su resistencia.

A los tablones que existen entre las portas se les llama de entrechaza. Sus servicios son de los menos importantes, bajo el punto de vista de la consolidación general: no por eso dejan de contribuir á ligar las cuadernas comprendidas entre las portas por medio de los clavos y pernos que á ellas los sujetan.

Las tracas de cosederas y entrechazas, en unión con las que en el entrepuente del sollado cubren los costados, cuya composición no difiere de la del forro de bodega, constituyen el llamado forro de amurada.

Baos.—Terminado ya el estudio del forro interior, antes de entrar en el del exterior conviene dar noticia de los elementos componentes de las cubiertas, por hallarse algunas partes del primero en relación inmediata con ellas, como sucede á los trancaniles y durmientes, piezas que indiferentemente pudieran estudiarse como perteneciendo á los costados ó á las cubiertas.

Las piezas que en estas llaman primero la atención son los baos, fig. 47, que, según se ha dicho, tienen una sola vuelta, una escuadría generalmente cuadrada, y van de costado á costado, apoyándose en ellos por sus frentes. los cuales, por consiguiente, afectan la misma curvatura que la porción de superficie dentro de miembros á que se aplican. Los baos se colocan transversalmente á lo largo de todo el barco, en posiciones paralelas y á distancias intermedias, variables con la importancia y las dimensiones del casco.

De las dos caras curvas de cada bao, que equidistan en toda su lon-

gitud, la cóncava mira hacia abajo, y sobre la convexa se clava el entablado ó piso de la cubierta.

La curvatura de los baos y el sentido en que se halla dirigida es muy conveniente para favorecer en ellos la resistencia á la flexión que tienen á producir con su peso los objetos depositados encima, como cables, cañones, etc. La cuerda del arco que forman se llama línea recta de los baos.

No siempre se encuentran maderas de las dimensiones y vuelta necesarias para hacer los baos de una sola pieza: cuando esto ocurre se forman de dos ó tres, según se juzgue oportuno ó se pueda ejecutar. En el primer caso, las dos piezas componentes se unen á escarpe plano ó quebrado, como se ve en las figuras 47 y 48: en el segundo, los dos medios baos se reúnen, empleando el ensamble por choque, como representan las figuras 49 y 50, el cual también es sencillo en unos casos, y en otros se refuerza haciendo quebradas las juntas. De todos modos, cualquiera que sea la disposición adoptada, las piezas del escarpe, que debe comprender la tercera parte de la longitud del bao, se aseguran unas á otras con pernos de hierro y dados atravesados por ellos, para evitar la oxidación que, sin estas precauciones, determinaría en el hierro el agua que llegara á filtrarse de las cubiertas. En cuanto á las cabezas de los baos, según se ha dicho, llevan de ordinario las colas de pato, de que se hace uso para ensamblarlas á los trancañiles, durmientes y entremiches.

En los buques de vapor se instalan baos de hierro en los puntos próximos á las calderas y chimeneas, para evitar el peligro de un incendio y el rápido deterioro de la madera, sometida con frecuencia á grandes cambios de temperatura. La constitución de estos baos de hierro es análoga á la de los que se emplean en los barcos del mismo material, razón por la que se omite aquí su descripción.

Barrotines y esloras.—Como la separación que media entre los baos es á veces considerable, los tablones de las cubiertas, situados encima y en dirección paralela al plano diametral, estarían expuestos á flexiones notables bajo el peso de los objetos colocados sobre ellos, si no se pusiera remedio á este inconveniente, que daría por resultado la destrucción del calafateo, á no aumentar considerablemente el grueso de los tablones. Con este fin, y para no multiplicar inútilmente el número de baos, se instalan los barrotines ó latas, B, fig. 51, que son baos fraccionados de menor peralte que los ordinarios, á no ser en las cabezas, que se aseguran á los costados lo mismo que las de los baos. Los

barrotines son, por tanto, paralelos á estos y les ayudan á soportar el peso de la cubierta.

Para prestar apoyo á los extremos de los barrotines que no se afirman al costado, se hace uso de piezas prismáticas, C, llamadas esloras, como todas sus análogas, dirigidas perpendicularmente á los baos: á estos se ensamblan las esloras, terminando los dos frentes de cada una en escalones, *b*, que se alojan en escopleaduras practicadas en las caras laterales y superiores de los baos, cuidando que sean poco profundas, para no debilitar demasiado estas piezas.

Entre bao y bao ó entre bao y barrotín, cuando estos se emplean, y en contacto con los entremiches, también se suelen colocar esloras que se enlazan á los baos del modo que se acaba de indicar, ó si no como los mismos entremiches, fig. 51. Siempre que se usan estas esloras, S, que es lo ordinario, los pernos empleados para la sujeción de los entremiches las atraviesan, y se remachan ó se afirman con tuercas sobre sus caras interiores.

Las esloras, además del servicio que prestan para sostener las diferentes fracciones de los barrotines, mantienen los baos á distancias invariables; su número es distinto, según los buques y las distancias que separan á los baos, pero se las instala con el segundo objeto mencionado, aun en el caso de que no se empleen barrotines.

Escotillas.— Varias son las aberturas que llevan las cubiertas y distintos también los servicios á que están destinadas. Las principales, por sus dimensiones, son las escotillas, que se subdividen en bajadas y lumbreras, nombres que definen claramente sus destinos.

Las escotillas son rectangulares ó cuadradas. Por pequeñas que se hagan, raras veces lo son tanto que resulten comprendidas entre dos baos inmediatos: su instalación obliga, por consiguiente, á cortar alguno de estos para dejar el paso libre. No obstante, se procura efectuarlo tan sólo en los casos de absoluta precisión, como en las escotillas de las máquinas, para que por ellas quepan las mayores piezas del aparato motor, pues en las demás, generalmente es compatible la presencia de los baos con el servicio á que se destina la escotilla. Algo se evita esa peligrosa necesidad estableciendo las escotillas rectangulares, de manera que sus lados mayores estén dirigidos en sentido de la manga, por más que así se empache algún tanto la cubierta, porque este inconveniente es de menor gravedad que el debido á la pérdida de resistencia ocasionada por el fraccionamiento de los baos.

Cuando éste es de precisión, la cabeza *t*, de los trozos útiles de cada

baos cortado, fig. 52, ó de los barrotines que los reemplacen, se ensambla á dos esloras, cuyo peralto es por excepción igual al de los mismos baos; y para impedir la separación de las piezas así unidas, se suelen añadir escuadras, *e*, de hierro en los ángulos. Por su parte, las esloras se ensamblan á los baos del modo dicho anteriormente, y forman dos lados de la escotilla, cuyo contorno lo determinan los trozos de bao comprendidos entre los ensambles de las esloras. Sobre el marco, de esta manera obtenido, se clava otro, fig. 54, de peralto variable con el servicio de la escotilla y la cubierta á que pertenezca, y estos elementos se ensamblan entre sí de un modo sencillo. Las cuatro piezas de este marco se denominan en general brazolas, reservándose especialmente este nombre para las dos paralelas al plano longitudinal del barco, y el de contrabrazolas para las perpendiculares á ellas. En los ángulos se consolidan exteriormente estas piezas por medio de escuadras embutidas en la madera, y se empernan verticalmente á los baos y esloras en que descansan.

Formadas del modo dicho las escotillas, no hay temor de que el agua del baldeo, ó la del mar, al correr por las cubiertas, invada las inferiores llegando hasta los fondos. Este es el único objeto de las brazolas, cuyos servicios son nulos para la consolidación general del casco.

En las bajadas se colocan escalas de madera para el paso de la tripulación, y cuando se cree oportuno, se cubren con tapas que se alojan en un rebajo practicado en la arista interior de la cara alta de las brazolas, fig. 54. Si son macizas las tapas, se llaman de empanetado, y de enjaretado cuando forman una rejilla cruzada para dar ventilación.

Sobre los marcos de las bajadas, en la cubierta alta, se elevan generalmente cajas ó tambuchos de madera con sus puertas para el paso, y un tejadillo que defiende de la intemperie las cubiertas inferiores.

Las lumbreras, que se destinan á dar luz y ventilación, como las claraboyas de los edificios, y las demás escotillas destinadas en casos dados á otros servicios, están formadas por un maderamen igual al descrito para las escotillas en general, sólo que en lugar de tapas ó tambuchos llevan ordinariamente cobertizos de contornos variables llamados caramancheles.

Unas veces se les da la forma de un tejado de cuatro vertientes, otras se reducen éstas á dos: ya se hacen cilíndricos, ya cónicos; pero en todos casos está dividido cada caramanchel en cuarteles giratorios como las hojas de una ventana, y como estas van provistos de cristales para dejar paso á la luz.

Además de las escotillas descritas, hay otras llamadas escotillones,

aberturas comunmente practicadas en las cubiertas situadas debajo de la superior, cuyas dimensiones son muy reducidas, y que se destinan al servicio de los pañoles ó almacenes de pólvora, ó al de otros de menor importancia.

Su situación no es siempre tal que el plano longitudinal del barco lo sea para ellos de simetría, como se practica en las demás escotillas, sino que pueden ir situadas á una ú otra banda; por lo demás, no llevan brazolas, ni exigen el fraccionamiento de los baos.

Por último, existen también en las cubiertas los orificios llamados fogonaduras, de que se hablará más adelante, y otros de menos importancia que nada ofrecen de particular.

Tablazón de cubiertas.—Los baos, esloras y barrotines reunidos constituyen un entramado de gran solidez. La tablazón que encima se clava, forma los pisos de las cubiertas, aumentando la resistencia y la trabazón del entramado, y oponiéndose directamente á las flexiones longitudinales de los buques. Los tablones de las cubiertas, de igual ancho en toda su longitud, siguen direcciones paralelas al plano diametral, se sientan sobre las caras altas de los baos sin ensambles de ningún género, con las únicas excepciones de que se hará mención oportuna; van unidos á tope los correspondientes á cada traca, y finalmente, se alternan las juntas, como de costumbre, en casos semejantes. Los clavos con que se sujeta á los baos el entablado se introducen por la cara alta de éste, y sus cabezas quedan incrustadas en el fondo de unos huecos cilíndricos, que para recibirlas de antemano se abren, y que posteriormente se llenan con taponés de madera llamados tapines. Estos tienen por objeto evitar que con el desgaste experimentado en las cubiertas aparezcan al aire las cabezas de los clavos. El número de clavos usados varía según los casos, pero se procura que haya dos en cada frente, y otros tantos sobre cada bao ó barrotín. A veces se sustituyen los clavos con tornillos de punta perdida en los tablones, pero únicamente en los puntos correspondientes á los barrotines, introduciéndose entonces de abajo arriba.

La traca de tablones adyacentes á los tracaniles, llamada tapa ó contratrancanil, era antiguamente más gruesa que el resto del entablado, á pesar de lo cual su cara alta se dejaba á paño con la de los demás tablones: con este objeto llevaba muescas en la cara baja, que servían para alojar á los baos. Dos eran en muchos barcos las tracas que se instalaban del modo dicho, recibiendo ambas el nombre de tapas. Además de estas tracas de tablones, se colocaban otras llamadas cuer-

das en la porción central de las cubiertas con las mismas muescas que las tapas. La costosa labra de estos tablones y la adopción de las esloras, son causa de que ya no se empleen las tapas y cuerdas con muescas, pero todavía se veían hace poco en algunos barcos antiguos. En la actualidad, las tapas son tracas de tablones como los demás de cubiertas, con la diferencia de que su canto más próximo al costado recibe una inclinación bastante pronunciada, fig. 40, conservándose plano, ó es sustituido por dos caras inclinadas que forman una arista que se aloja en un alefriz abierto lateralmente en el trancañil para recibirlo, como ya se ha dicho, y representa la fig. 41. Estas disposiciones tienen por objeto facilitar el calafateo, pero de las dos es preferible la primera, que además de permitir un calafateo más profundo, y por lo tanto más eficaz, ofrece mayor economía en la mano de obra.

Las tapas siguen el contorno de las cubiertas; y en cuanto á las demás tracas, en proa y popa terminan en aquellas del modo indicado en la fig. 62, con el objeto de evitar las aristas agudas que presentarían los topes de los tablones si no se los modificara por medio de cortes.

Observaciones sobre el forro exterior.—Las crecidas escuadrias de muchas piezas del forro interior, y el servicio que, por tanto, prestan estas para asegurar la rigidez de los barcos combatiendo las flexiones longitudinales directamente, y de una manera indirecta las deformaciones transversales, que tienden á producir en ellos la acción de las olas y la de los pesos embarcados, asignan á dicho forro un papel bastante más importante que el del exterior, cuya función principal es asegurar la impermeabilidad del casco, sin dejar, no obstante, de ser útil á su consolidación.

El forro exterior se aplica á la superficie fuera de miembros, y se distribuye en tracas dirigidas en sentido de la esloras, que reciben nombres variables con la porción de casco que recubren.

Los tablones de cada traca (y esta es observación aplicable á todo el forro), se unen entre sí á tope, y los de las diversas tracas se sitúan adyacentes sin ensambles de ningún género, dejando, por el contrario, entre cada dos cantos intervalos estrechos que posteriormente á la colocación del forro se ciegan por medio del calafateo, y forman las costuras. Es claro que si se unieran con ensambles los tablones de cada traca, y las diferentes tracas entre sí, su utilidad para combatir las flexiones sería mayor que la que prestan; pero á la adopción de este sistema, se opone la necesidad del calafateo (sin el cual es imposible conseguir la impermeabilidad del casco), operación que no podría eje-

cutarse con eficacia y facilidad, empleando dados y escarpes de un modo parecido, por ejemplo, al explicado para la unión de durmientes y sotadurmientes.

Mas ya que no sea posible dar al forro la rigidez apetecible con esos medios, conviene por lo menos que la combinación de tablones y tracas aplicada permita aprovechar toda la resistencia que son susceptibles de prestar sin enlaces directos. Así se verifica efectivamente, disponiendo el forro de suerte que se evite en lo posible líneas débiles continuas, ó líneas de rotura determinadas por la correspondencia en sentido vertical de las juntas de los topes: con tal objeto se alternan, como ya se ha dicho en otros casos, procurando que no se correspondan dos de ellos sin que haya por lo menos tres ó cuatro tracas intermedias; y aun entonces se cuida de que cada junta caiga sobre distinto cuerpo de la misma cuaderna. Además se hace que los topes de los tablones no coincidan con las caras de encoramento, ni se correspondan con una clara; y si por acaso fuera esto último inevitable, ó no se quisiera cortar el tablón, para orillar la dificultad, se maciza aquella con tacos bastante grandes para servir de asiento á los topes. Se procura también que la mínima distancia horizontal entre los frentes de los tablones de las diferentes tracas adyacentes no baje de 1^m,5 próximamente, á no ser que haya un tablón corrido entre dos de ellas, caso en el cual esa distancia puede disminuir hasta 1^m,2. Por último, conviene que encima y debajo de las portas caiga el menor número posible de topes.

No son estas las únicas condiciones generales á que se sujeta el forro exterior. Lo mismo que en el interno se da mayor grueso á las tracas que por su situación pueden ayudar más á la consolidación de los barcos. Ahora bien; es indudable que en este caso se encuentran las más próximas á la quilla y las de los costados situadas cerca del fuerte y en el mismo fuerte, que es una línea determinada por los puntos en que las cuadernas tienen mayor manga. Estas últimas tracas, por su posición, trabajan perfectamente cuando tienden á producirse flexiones longitudinales, como que se oponen casi de canto á dichas deformaciones. Las tracas restantes desempeñan desde este punto de vista funciones secundarias respecto á las mencionadas.

En lugar de dar á los tablones un ancho próximamente constante, se labran á veces, como se ve en la fig. 61, es decir, de un ancho decreciente como el mismo diámetro del árbol á que pertenecieron, sistema económico: por esta razón se emplean principalmente en los fondos para el forro exterior y también para el interior en los extremos de

proa y popa. En los casos ordinarios, las juntas longitudinales determinadas por dos tracas adyacentes, ó lo que es igual, las costuras del forro, ofrecen á la vista curvas continuas después de aplicados al casco los tablones; mas, cuando se emplea el medio de que se acaba de hablar, esto tan sólo sucede de dos en dos costuras, pues las restantes presentan el aspecto de líneas quebradas.

Aparaduras.—Entre todas las tracas del forro exterior, merecen citarse, en primer lugar, por su importancia y sus dimensiones, las llamadas de aparaduras, ó aparaduras simplemente, que además de este nombre reciben con él á veces el calificativo de reforzadas, por ser su grueso bastante crecido respecto al de las demás. Su número variable con el porte de los barcos, llega á ser de cuatro y cinco en los mayores, dispuestas á cada banda, de modo que el canto inferior de la más baja se aloje en el alefriz de la quilla, fig. 45. Cuando las varengas y los genoles no poseen naturalmente la curvatura deseada, un incremento en el grueso de las aparaduras proporciona el medio de que la superficie exterior del casco, una vez forrado, ó sea lo que se llama la superficie fuera de tablones, presente en las proximidades de la quilla la inclinación proyectada sobre las caras laterales de esta pieza. En cualquier caso, lo general es que el grueso de las aparaduras disminuya gradualmente desde la inferior, sin dejar de ofrecer exteriormente una superficie continua.

En Inglaterra se disponen con frecuencia las aparaduras de una manera que aún hace más enérgica su acción, pues además de unir las dos adyacentes á las caras laterales de la quilla por medio de pernos horizontales que atraviesan á esta última, á la que también se fijan así como á las cuadernas con pernos oblicuos, enlazan entre sí los cantos de las tracas siguientes con escarpes rectos, como se ve en la fig. 53. Esto último, sin embargo, no es recomendable, porque no tan sólo aumenta considerablemente la mano de obra sin compensación proporcional, sino que impide verificar convenientemente el calafateo. También se ligan á veces los tablones de cada traca de aparaduras con el auxilio de otros más cortos y menos gruesos que se alojan en muescas abiertas por la parte que se ha de aplicar al costado en los extremos de cada dos adyacentes de una misma traca, disposición que está representada por medio de una perspectiva en la fig. 53.

Forro de disminución.—A continuación de las aparaduras se encuentran las tracas de pantoques que se extienden hasta donde em-

pieza la máxima redondez de la cuaderna maestra. Después de estas tracas siguen las de punto, de grueso constante, y que con las de pantoques constituyen el forro de disminución.

Cosederos.—Cuando el barco se encuentra á flote, sus calados aumentan y disminuyen según el cargamento. Tanto en los barcos de guerra, como en los mercantes, ocurre esto frecuentemente: la inmersión al emprender un viaje es mayor que al terminar la travesía y después de consumidos el carbón, los víveres, la aguada y desembarcada la carga. Resulta, pues, que hay en los buques una zona del forro exterior alternativamente sometida á las influencias de la atmósfera y del agua del mar, así como á los choques ocasionados por las atracadas de las embarcaciones menores. Las cuatro ó más tracas de tablones que se hallan en esas condiciones perjudiciales reciben el nombre de cosederos; y se les da bastante grueso á causa de lo dicho y de que su situación es favorable á la consolidación longitudinal de los buques. En algunas partes, para aumentar su acción, se interponen dados entre ellos y las cuadernas.

Cintas.—Sobre los cosederos se encuentran otras varias tracas, en número variable, llamadas cintas, las cuales llegan hasta una hilada de tablones situada inmediatamente debajo de los cantos bajos de la primera andanada de portas; esa traca se conoce con el nombre de sobrecinta, que es genérico para las demás que ocupan una posición análoga, en los barcos que lleven más de una serie de portas, y se llama cinta principal ó primera, por excelencia, á la más inmediata á la línea del fuerte.

Reciben el nombre de cintas segundas, ó de borda, las tracas colocadas entre la primera y la segunda andanada de portas; y así sucesivamente se denominarían terceras las situadas entre la segunda y la tercera batería, si las hubiera. Cintas maestras llaman algunos á las primeras y segundas.

A las tracas fraccionadas de tablones que corren de porta á porta se las llama de entrechazas, como á las correspondientes del forro interior.

La traca de tablones que, cruzando los barraganetes, limita el forro exterior en la parte alta, se conoce con el nombre de tope, y suele ser de un grueso mayor que el ordinario.

Nada, por lo demás, ofrecen de particular los elementos del forro, cuya nomenclatura se acaba de exponer.

Tapa de regala.—Sentada de plano sobre las cabezas de los barraganetes se encuentra la tapa de regala, traca de tablones que reúne los forros interior y exterior. Las diferentes piezas que la componen se ensamblan á escarpe largo, dispuestas con las caras de junta verticales, y se fijan á los barraganetes á caja y espigo como se ve en la fig. 45.

A la escasa sujeción que proporcionan los espigos, debe añadirse la que facilitan los macarrones ó pernos verticales de punta perdida en los miembros.

Quillas de seguridad.—Para terminar la nomenclatura del forro exterior, tan sólo falta mencionar los carenotes de balance ó quillas de seguridad, que, como indican ambos nombres, sirven para moderar los balances, aumentando la resistencia al giro, y también para oponerse al abatimiento. Son dos, una á cada banda, y se instalan comunmente en el forro de disminución, cuyo sentido siguen, y se extienden á lo largo de toda la porción central del casco. Consisten en un grueso tablón empernado de canto á los fondos, fig. 45, y pueden ser útiles á los barcos en una varada, ofreciéndoles una base de asiento en unión con la quilla.

Distribución del forro exterior.—Aplicados los tablones á la superficie fuera de miembros, corren, como ya se ha dicho, en sentido de la eslora; pero debe observarse que en popa y proa no pueden conservar la misma anchura que en la cuaderna maestra sin variar el número de tracas, por ser diferentes en longitud los desarrollos que la roda, el perfil de la popa y la maestra suelen tener. Para que el número de tracas en la proa fuese el mismo que en la parte media de los barcos, sería preciso, por regla general, que el ancho disminuyera excesivamente en proa, exigencia que comprometería la resistencia y la impermeabilidad del casco á un mismo tiempo; la primera por debilitar la consolidación proporcionada por los tablones, y la segunda á causa de lo próximas que deberían hallarse las costuras.

Estas razones han inducido á instalar el forro del modo siguiente: las cintas se colocan siempre de manera que sus cantos sean paralelos á las líneas de batiportes, yendo á morir en los puntos correspondientes de la roda exigidos por la curvatura ó arrufo adoptado en esas líneas. En cuanto á las aparaduras, á su vez se sitúan de suerte que sus anchos sean los necesarios para el servicio que de tales tracas se espera. Pero para la terminación en la roda de las hiladas intermedias se di-

vide la distancia que queda desde la cinta inferior al canto alto de la última aparadura en un número de partes igual al en que previamente haya sido dividida la porción de cuaderna maestra comprendida entre la misma cinta y la aparadura más alta, dando en la maestra á las divisiones el ancho correspondiente á las tracas que han de ocuparlas. Si de esta suerte resultasen en la proa más estrechas de lo que la prudencia aconseja emplear, se reducen cada dos á una, ó cada tres á dos, como indica la fig. 55, recibiendo el nombre de atunes los tablones sometidos á esta operación.

Acerca del forro de popa caben observaciones análogas á las anteriores. La dirección de las tracas debe acercarse en lo posible á cruzar normalmente á las cuadernas: con arreglo á esta condición, se distribuyen, como en proa, á partir del canto superior de la aparadura más alta. De este modo, unas tracas terminan en el alefriz del codaste, y las restantes, si el buque es de popa cuadrada, en el que al efecto lleva el yugo principal; pero si es de popa redonda, en la cinta inferior. Como los tablones encuentran á ésta formando con ella ángulos muy pequeños, resultan sus topes muy oblicuos respecto á la dirección de las fibras, presentando una arista en extremo aguda, y, por lo tanto, débil. Con objeto de evitarlo, ó se redondean los cantos del modo representado en la fig. 56, á estribor, ó se corta la última cinta, según se ve en el costado de babor; pero esta última disposición es desventajosa, porque obliga á estropear la cinta.

En popa, como en proa, si el ancho de las tracas disminuye excesivamente, también se emplean atunes. Hay casos en que el ancho aumenta en vez de disminuir, y entonces, cuando ya es demasiado, cada traca se sustituye por dos, ó cada dos por tres en los puntos donde sea indispensable; pero en cualquier caso se procura evitar el empleo de atunes, estudiando cuidadosamente la distribución del forro. Los tablones de popa, que terminan en las cintas ó en el yugo, según el caso, reciben el nombre de galimas ó cucharros, y algunos llaman de la misma manera á los de proa, cuando la curvatura de los costados en esa parte exige que sea bastante pronunciada la de los tablones que han de fijarse á ella.

Sujeción de los forros al casco.—Para concluir con lo referente á los forros interior y exterior, falta indicar cómo se aseguran al casco. Los medios empleados deben tender á no debilitar los tablones y cuadernas con numerosos barrenos, y á conseguir al mismo tiempo que la unión de los forros y el costado sea bastante fuerte para que aquellos

cumplan las funciones que se les confían, defendiendo el casco y contribuyendo á su rigidez. Con tal objeto se usan pernos, clavos y cabillas, que son unos pedazos de madera fuerte, de forma cónica ó piramidal, como los clavos, pero sin cabeza, aunque se utilizan como estos. Las combinaciones que con tales medios de sujeción pueden hacerse, varían según los astilleros y la importancia del barco que se construye. Generalmente, en los barcos grandes cada tablón se asegura con pernos situados á 2 ó 3 metros de distancia entre sí, y de modo que corresponda uno cerca de cada frente. Además, sobre cada cuerpo de cuaderna de armar se fijan dos clavos dispuestos en zig-zag para no debilitar los tablones, lo cual se llama clavar doble: otras veces, tan sólo se colocan tres, dos en un cuerpo, y el tercero en el segundo, disposición llamada á pie de gallo ó pie de pollo; otras, finalmente, en barcos de poco porte se fija un solo clavo en cada cuerpo de cuaderna, y entonces se dice que se clava sencillo. La elección de una ú otra de las combinaciones indicadas depende del ancho de las tracas, que á su vez se subordina á las dimensiones del barco en construcción; pero en todos casos se cuida de distribuir los clavos en zig-zag y de emplear dos, además de los pernos correspondientes, en la sujeción de las cabezas de los tablones.

Al hablar de los trancaniles y durmientes se dijo que los pernos usados para asegurarlos al costado atravesaban las ligazones: estos mismos se aprovechan para fijar el forro exterior y evitan el empleo de otros.

La pernería y la clavazón deben ser de cobre en los fondos, y de hierro ordinario ó de hierro galvanizado en las obras muertas. Los pernos se introducen por el exterior, de modo que sus cabezas queden embutidas en la madera, y dentro del casco se remachan sus puntas sobre arandelas ó anillos situados por dentro del forro interior, para cuya consolidación sirven también, con lo que, además de asegurar mejor su acción, se evita abrir un número de orificios tan grande como si se emplearan pernos distintos para los dos forros.

Los clavos son de punta perdida en la madera de las cuadernas. Las cabillas se emplean para sustituir á la clavazón, y en algunos casos á los mismos pernos; ofrecen la ventaja de aligerar el peso de los cascos. Hay países en que son muy usados, ya solos, ya en combinación con los clavos y los pernos; pero su resistencia no es tan considerable como la de estos, aunque se hagan de maderas fuertes.

Cuando se emplean cabillas en la sujeción de los forros, se astillan, después de introducidos sus dos extremos, por medio de dos, tres ó

cuatro cortes dirigidos en el sentido de la misma cabilla, formando respectivamente una cruz, un triángulo ó un cuadrado; y en seguida se calafatean las ranuras, á fin de aumentar los diámetros de la cabeza y el pie de cada cabilla, con lo que se sustituye en cierto modo el remachado que se usa en los pernos.

CAPÍTULO III.

Objeto de las consolidaciones.—Bulárcamas.—Buzardas.—Curvas ó llaves de madera.—Curvas de hierro.—Curvas mixtas.—Puntales de madera.—Puntales de hierro.—Consolidaciones diagonales.—Consolidaciones de cubiertas.

Objeto de las consolidaciones.—Ni una sola de las piezas componentes de los cascos descritas hasta ahora, que en su conjunto forman, además del esqueleto, los forros exterior, interior y las cubiertas, desempeña, como se ha visto, funciones independientes de la consolidación de los buques. Todas, en mayor ó menor grado, concurren á robustecer la armazón total, oponiéndose directa ó indirectamente á los variados esfuerzos que debe soportar con la menor fatiga posible. En realidad, constituyen un sistema fuerte y bien entendido en general, tanto para evitar el desperdicio de madera, como para aprovechar toda la resistencia que es susceptible de prestar cada pieza, por su inteligente combinación con las demás empleadas.

Mas los elementos de los barcos, de que se ha tratado en los capítulos anteriores, desempeñan al mismo tiempo otros destinos, que tienen por fin producir vasos impermeables, flotantes, capaces de cruzar los mares con un gasto mínimo de fuerza, y dotados de las condiciones necesarias para recibir tripulantes y cargamentos en su interior. La resistencia que poseen es, pues, una de las condiciones múltiples á que se sujetan, pero no la única.

En cambio, ahora se va á tratar de piezas cuyo objeto exclusivo es la consolidación de los cascos formados con las descritas, porque los buques, y en especial los de gran porte, destinados á navegar en toda clase de mares, distarían mucho de alcanzar el grado indispensable de

rigidez si no poseyeran más medios que los ya conocidos para luchar con un enemigo tan poderoso.

En la imposibilidad de hacer rigurosamente rígidas todas las uniones á cuya imperfección forzosa, así como también á la elasticidad de los materiales empleados, se deben principalmente las deformaciones de los barcos, se combaten las más peligrosas, es decir, aquellas que afectan á sus partes vitales, y cuyo aumento originaría el de las dislocaciones secundarias.

Las observaciones apuntadas en la introducción de esta obra prueban que las consolidaciones deben tener por objeto: primero, conservar su forma á las cuadernas; segundo, aumentar la trabazón de las cubiertas con el costado; y tercero, mantener constante el arrufo de las mismas cubiertas, ó lo que es igual, impedir lo que se llama el quebranto.

Bulárcamas.—Para aumentar la rigidez de las cuadernas se emplean las piezas llamadas bulárcamas ó sobreplanes. Las bulárcamas eran en un principio verdaderas cuadernas de dos cuerpos, cuyas caras exteriores se aplicaban al forro interior de los costados y coincidían en posición con varias cuadernas de armar. En el plano diametral pasaban por encima de la sobrequilla, que se alojaba en muescas abiertas en sus caras bajas con este objeto. En cuanto á sus ramas, se prolongaban hasta la cubierta principal, siguiendo los contornos de trancañiles, durmientes, etc. Su despiezo se efectuaba en ligazones, como el de cualquier cuaderna ordinaria, y se sujetaban con pernos introducidos por el exterior.

Rara vez se emplean en el día como se acaban de describir: lo general es disminuir su número y prolongarlas menos; porque la disposición explicada embaraza para aprovechar toda la capacidad de la bodega, á causa de los resaltos que la presencia de las bulárcamas origina en los fondos. Mas como los servicios que se esperaban de estas consolidaciones son importantes, según se ha visto anteriormente, se adoptó otra disposición que, aumentando la resistencia de cada bulárcama, permite disminuir su número, y á la par el área de costado que cada uno ocupa.

Para conseguir este resultado, fig. 58, se superponen los dos cuerpos de las bulárcamas, en vez de adosarlos lateralmente, y en esta situación se empernan al casco. Según se ve, de este modo disminuye la mano de obra, y la sección resistente, aunque de área igual á la que presentaba en la disposición antigua, está mejor combi-

nada y puede sufrir mayores esfuerzos sin fatiga. Ocupa, además, cada bulárcama menor espacio en sentido de la eslora, y como se procura establecerlas coincidiendo con algunos mamparos, de los cuales rebasan poco lateralmente, resulta que apenas embarazan para efectuar una buena estiva. De los dos cuerpos superpuestos de toda bulárcama de este género, el superior lleva una varenga cruzada encima de la sobrequilla, pero sin ensamblarse á ella; y en el inferior se instalan dos genoles que se apoyan en las caras laterales de la sobrequilla, ó se reúnen encima de ella, fig. 58. En todos casos, las grúas de los dos cuerpos disminuyen gradualmente á medida que se alejan del plano diametral, hasta reducirse cada bulárcama á un solo cuerpo de dimensiones ordinarias. Esta clase de consolidaciones se fija sólidamente á los costados con largos pernos de cobre introducidos desde afuera y remachados dentro del casco; en tal estado, combaten enérgicamente la tendencia de los fondos á achatarse y afinarse. En el día es común prescindir del empleo de bulárcamas, confiando en tal caso la conservación de la rigidez transversal en los fondos á las mismas cuadernas, cuyo número y escuadrias se aumentan lo necesario, y también á las consolidaciones diagonales de que se hablará muy pronto.

Buzardas.—En los extremos de proa y popa también se emplean las bulárcamas, con el nombre de buzardas, sólo que en tales sitios suelen ser más sencillas que las descritas, reduciéndose, por lo común, á unas fuertes curvas ó varengas de madera, que se combinan con otras consolidaciones de hierro, ó son reemplazadas por buzardas de este mismo metal. Lo último se efectúa con especialidad en proas ó en popas muy finas, circunstancia que hace más difícil la adquisición de buzardas de madera. En cualquier caso, fig. 57, se colocan en direcciones normales á la curvatura de la sobrequilla, cuando pertenecen á la bodega, y se empernan en cobre siempre que se encuentran debajo de la flotación.

Además de las buzardas, B, de la bodega, se sitúan otras, C, C, en las cubiertas, inmediatamente debajo del entablado que se apoya y clava sobre ellas. Por consiguiente, estas buzardas, que también se llaman baos de dos vueltas, no siguen direcciones normales á la roda. Siempre se procura que sus ramas lleguen hasta el primer bao ordinario, al que se unen á veces, tanto en proa como en popa, por medio de una curva, y como por lo general no son bastante largas para alcanzar dicho bao, se arman con piezas ensambladas á escarpe.

En popa, á la consolidación proporcionada por las buzardas de cu-

bierta, se agrega comunmente la de largos pernos horizontales que atraviesan á esas piezas y á los cuatro ó seis baos más cercanos. Como todos los del casco, se introducen estos pernos desde el exterior, y además se afirman interiormente con tuercas establecidas sobre virolas en las caras de proa de los diferentes baos que comprenden.

Estas consolidaciones, útiles siempre, lo son, mucho más que en los antiguos buques de vela, en los modernos de hélice y en los destinados á combatir como arietes: en los primeros porque sus popas están sujetas á trepidaciones constantes y en los últimos para robustecer sus proas.

Curvas ó llaves de madera.—Pasando ahora á las consolidaciones empleadas para completar la trabazón de costados y cubiertas, bueno es hacer constar, que aun cuando sea esta su misión principal, al cumplirla, aumentan en unión con las bulárcamas la rigidez de las cuadernas, oponiéndose directamente á la aproximación ó á la separación de sus ramas. Estas piezas son de madera, de hierro ó mixtas, y reciben el nombre de curvas á causa de sus formas.

Las de madera y más antiguas, son piezas de vuelta natural, á fin de no tener que veticortar las fibras para darles la figura conveniente. De las dos pernadas de cada curva, una se aplica al costado, en la misma dirección que las cuadernas, y la otra, á cualquiera de las caras laterales del bao á que pertenezca, de modo que por la parte alta quede en contacto con el entablado de la cubierta. En esta disposición, se sujetan ambos brazos por medio de pernos que atraviesan el costado y el bao. Las curvas de madera son resistentes; sólo tienen el defecto de ocupar mucho espacio; así es que en el día son muy poco usadas, y sobre todo, en las baterías.

Curvas de hierro.—La escasez de madera de figura, y las ventajas que el hierro ofrece como material de construcción, han sido causa de que cayeran en desuso, casi completo, las curvas anteriores. Por otra parte, en las portas era imposible su instalación de suerte que la rama vertical tuviera la longitud necesaria.

Las curvas de hierro reciben disposiciones y formas distintas. La fig. 40 representa una de ellas. Se compone de una escuadra de forma semejante á la de las curvas de madera. La rama vertical, provista de orejas cerca de su arranque, se fija al costado, la horizontal se aplica á la cara baja del bao correspondiente, y ambas se empernan del modo indicado en la figura. Esta clase de curvas, sencillas y de fácil fabrica-

ción, ofrecen, sin embargo, el inconveniente de no permitir aprovechar toda la resistencia de que las ramas son susceptibles. Preferible bajo este concepto es la disposición representada por la fig. 59, en la que la rama horizontal se adosa á una de las caras laterales del bao á que pertenece, remachándose los pernos de unión sobre otra plancha (situada en la cara opuesta), que lleva una oreja para fijarla al costado, lo mismo que la rama vertical.

La ventaja que este sistema ofrece sobre el anterior, estriba en la disposición de la sección resistente de la rama horizontal, puesto que en estas curvas trabaja dicha rama de canto, al paso que en las anteriores lo hacía de plano. Del mismo defecto participa todavía la rama vertical de estas curvas, y para corregirlo, se idearon en Francia las representadas por la fig. 63, en las cuales ambas ramas trabajan de canto; así es que una curva de esta especie resiste esfuerzos superiores á los que soportaría otra cualquiera de las anteriormente descritas que tuviera el mismo peso. Si bien desde este punto de vista presentan ventajas incontestables sobre las demás, su fabricación exige mucha mano de obra, y que ésta sea esmerada. En la fig. 41 se ve otro sistema de curvas usadas en Inglaterra. Constan de una rama vertical, dispuesta en la forma desfavorable que se dijo para las primeras descritas, con sus orejas correspondientes, y de otras tres más, de las cuales una se aplica á la cara baja de los baos y las otras dos los amordazan lateralmente. Estas curvas, menos resistentes y no tan bien entendidas como las anteriores, son bastante sólidas; pero al mismo tiempo excesivamente pesadas, y requieren el empleo de numerosos pernos.

En las portas no ofrecen las curvas de hierro los inconvenientes que las de madera, porque todo se reduce á inclinar las ramas que se aplican al costado, de modo que aquellas queden desembarazadas, y cuando esto es impracticable por la posición especial de algún bao, se suprime la rama en cuestión, sustituyéndola con un ensanche ú oreja que permita empernar la rama horizontal á la amurada.

Curvas mixtas.—Además de las curvas de madera y de las de hierro, se emplean también las llamadas mixtas, ó de tojinos, que marcan la transición de las primeras á las segundas. La escasez de maderas de figura dió origen á esta clase de curvas de empleo ventajoso respecto al de las naturales de madera primitivamente usadas. Una de las disposiciones que se les dan se encuentra indicada en la fig. 64. Se compone de un tojino colocado inmediatamente debajo de cada bao, y en contacto con su cara inferior, á la que se ensambla con un escarpe poco

profundo: otra de sus caras se aplica al costado, con el que le ligan sólidamente varios pernos que se remachan dentro del casco. Las dos caras planas laterales de cada tojino quedan á paño con las correspondientes del bao, de suerte que ofrecen un buen asiento á dos armaduras triangulares de hierro, incrustadas ellas, que unen el tojino al bao, y al mismo costado; al primero, por medio de los pernos que atraviesan las dos ramas superiores, y al segundo, con el auxilio de unas orejas que cada armadura lleva, con sus pernos correspondientes.

La fig. 65 representa otra disposición de curvas mixtas: difiere de la anterior en que las armaduras sólo tienen dos brazos, cada uno de los cuales se fija directamente al costado, por medio de orejas. Estas curvas son más sencillas que las anteriores, y muy resistentes, siempre que se refuerce suficientemente el ángulo de la armadura, que es la parte más expuesta á una avería. El principal inconveniente que ofrecen las curvas mixtas es el mismo que indujo á desechar las de madera; es decir, que su instalación exige mucho espacio, y en especial, es inadmisibile en las portas, porque debajo de los baos no queda sitio bastante para colocarlas.

Puntales de madera.—Las flexiones de las cubiertas se combaten con los puntales, que son pies derechos, situados en el plano diametral, y distribuídos á lo largo de la eslora. Cada puntal debe apoyarse en la parte de tablazón que cae encima de un bao, y servir de sostén á otro, para lo cual es indispensable que los baos de las diferentes cubiertas se correspondan verticalmente. Esto, sin embargo, no siempre sucede.

Los puntales de bodega son generalmente prismáticos, de escuadría bastante considerable, y descansan en la sobrequilla: en cuanto á los de las cubiertas, cuyas secciones son menores, á causa de su corta altura, suelen tornearse, fig. 66. En algunas escotillas se instalan puntales prismáticos, fig. 67, cualquiera que sea el entrepuente á que pertenezcan; llevan entonces en sus aristas unas muescas, *a, a*, (cuyas formas y dimensiones deben ser las convenientes para apoyar los pies), distribuídas poco más ó menos á la misma distancia que los peldaños de una escalera. Se aprovechan para el servicio de la marinería, reemplazando á las escalas de bajada sin empachar las escotillas, y reciben el nombre de pies de carnero. Siempre se colocan de modo que una de sus caras esté en prolongación de la interior de la contrabrazola, al paso que en los demás casos el eje de cada puntal debe pasar por el punto medio del ancho á la línea de cada bao. Por lo demás, tanto los pies

como las cabezas de todos los puntales de madera, cualquiera que sea su clase, se ensamblan á caja y espigo á los baos y á la tablazón ó á la sobrequilla.

Puntales de hierro.—Además de los puntales de madera se usan otros de hierro forjado ó fundido. En los barcos de vapor su empleo es necesario en ciertos puntos para alejar el peligro de un incendio, caso en que se encuentran los de la bodega correspondientes á la cámara de calderas y los de las cubiertas cercanos á las chimeneas. Lo mismo puede decirse de los que estén próximos á los fogones, cualquiera que sea el barco.

También se fabrican de hierro y además móviles aquellos que por su proximidad al cabrestante estorbarían para su manejo: en tal caso se llaman levadizos y tienen una forma análoga á la representada en la fig. 68. Cuando funciona el cabestrante se rebaten contra la cara baja de los baos, y en esta posición se mantienen todo el tiempo necesario. En cuanto á los demás puntales de hierro, se hacen firmes en las cubiertas. La puntalería de fundición no es recomendable para los barcos de guerra, especialmente en las baterías, á causa del destrozo que pudieran ocasionar sus fragmentos si la alcanzara algún proyectil; razón por la que suele limitarse su uso. Se emplea con ventaja en los barcos mercantes, donde no existen los mismos inconvenientes.

Consolidaciones diagonales.—Para terminar el estudio de las consolidaciones de los barcos, falta hablar todavía de algunas otras que, como los puntales, tienen por objeto especial é inmediato evitar el quebranto, contribuyendo al mismo tiempo á conservar sus formas á las cuadernas. En el fondo se reducen la mayor parte á la aplicación de un solo medio, que consiste en procurar establecer un sistema de triangulación con los miembros y las consolidaciones. La dificultad de obtener este resultado depende de los contornos redondeados de los buques.

Uno de los recursos empleados para conseguirlo, es la sustitución del forro interior desde los palmejares exclusive, hasta los sotadurmientes de la cubierta principal, por otro inclinado á 45° y dirigido de tal manera, que á partir de la medianía del barco los tablones correspondientes á los cuerpos de proa, y de popa, tomen direcciones divergentes hacia la parte superior, mirando, por consiguiente, hacia la roda las cabezas de los del primero, y las de los del segundo hacia el codaste. En la parte del centro se conserva un forro horizontal para evitar

la línea de rotura que determinaría el encuentro de los frentes inferiores de los tablones, cuyas longitudes llegarían á ser excesivamente pequeñas. La disposición del forro diagonal es propia para que los tablones, sufran principalmente esfuerzos de compresión, pues al encorvarse por efecto del quebranto las piezas horizontales superiores del casco, como durmientes y trancaniles, encuentran un obstáculo á verificarlo en el forro oblicuo que actúa como tornapunta, por compresión. A esto se agregaba frecuentemente largas hiladas de planchuelas de hierro que se extendían desde la sobrequilla á la parte alta de la amurada, y se aplicaban de trecho en trecho á la superficie dentro de miembros, fig. 69, en tales direcciones, que en proa y en popa cruzaban en ángulo recto á las tracas de tablones. De esta manera instaladas, se oponían por extensión á la producción del quebranto.

El forro diagonal y las planchuelas, en unión con los puntales, constituyen la base de los procedimientos á que en el día se acude para contrarrestar directamente la tendencia que los barcos de madera tienen á arquearse ó quebrantarse. Como esta tendencia aumenta con la eslora y con la relación entre ella y el puntal, que ha llegado á ser muy considerable, con especialidad en algunos buques mercantes, se emplean los dos procedimientos á un tiempo, aislados ó en combinación con otras precauciones, según lo requiera el valor de la citada relación.

Las diagonales de hierro son de un efecto enérgico, de fácil ejecución y poco coste. En el día se aplican siempre á la superficie fuera de miembros, incrustándolas en ella para que no ofrezcan resaltos, á no ser en los puntos de cruzamiento de dos ramas, caso que ocurre en la medianía del casco, y entonces se embute una en las cuadernas y la otra en el mismo forro; lo cual obliga á practicar en los miembros mortajas en forma de cruz, como indica el detalle *a*, de la fig. 69, destinada á dar idea de cómo se disponen las diagonales en la parte central de los cascos.

El procedimiento descrito, que mantiene las planchuelas encerradas entre el forro exterior y las cuadernas, es preferible al anterior, en el que las diagonales tienden á desprenderse de los costados cuando el barco sufre una flexión; y tan sólo después de verificado ese desprendimiento que transforma sus contornos redondeados en poligonales (siendo los vértices los puntos donde están atornilladas), es cuando se pone en juego su resistencia á la extensión, que es la fuerza que en ellas se aprovecha para combatir el quebranto; al paso que si las diagonales se instalan del modo últimamente explicado, esto es,

entre la superficie fuera de miembros y el forro exterior, aquellos se oponen á la rectificación de las planchuelas, y como inmediata consecuencia, entra en juego la resistencia del hierro. Además, las planchuelas en esta situación, impiden directamente las deformaciones transversales de los mismos miembros.

Consolidaciones de cubiertas.—Las diagonales de hierro establecidas fuera de miembros, se emplean siempre en los buques de mucha eslora y en los de guerra blindados. En tales casos, no se cree que las diagonales de los costados ofrecen suficiente garantía contra el quebranto; y por esta razón se acude también á la instalación de hiladas de planchas de hierro clavadas encima de los baos y debajo del entablado, en el sentido de la eslora, ó á la de planchuelas que recorren las cubiertas en zig-zag cruzándose unas á otras y de manera que las escotillas queden entre ellas. Aun á estos medios se agrega la colocación de sobrequillas laterales, adosadas á la central, empernadas á los miembros y al forro exterior; y si se cree preciso, se refuerza más de lo ordinario la escuadría de los palmejares y la de las tracas comprendidas entre estos y las sobrequillas.

Finalmente; en los barcos de vapor los polines de las máquinas y calderas, que son á manera de sobrequillas laterales, prestan algún servicio para oponerse al quebranto.

PARTE SEGUNDA.

CASCOS DE HIERRO Y DE ACERO.—CASCOS MIXTOS.

CAPÍTULO I.

Ventajas é inconvenientes de los barcos de hierro y de acero.—Quillas.—Rodas.—Codastes.—Cuadernas.—Sobrequillas ordinarias.—Sobrequillas intercostales.—Sobrequillas intercostales continuas.—Sobrequillas intercostales fraccionadas.—Sobrequillas mixtas.—Sobrequillas laterales.—Forro.

Ventajas é inconvenientes de los barcos de hierro y de acero.— Los barcos de hierro, á cambio de algunos graves defectos, ofrecen ventajas incontestables sobre los de madera. Aceptados en un principio con la desconfianza que inspiran siempre los proyectos atrevidos, llegaron por fin á ser de un uso general en la marina mercante, y hasta en la de guerra, con especialidad en la blindada de los países donde no lo impedían el atraso de las industrias siderúrgicas y la necesidad de agotar los acopios de maderas existentes en los arsenales militares.

La superioridad de los barcos de hierro sobre los de madera es principalmente debida á su menor peso, á su mayor rigidez y á su más larga vida. En un barco de madera, por muy bien distribuidos que hayan sido los materiales, el peso de su casco rara vez es inferior á la mitad de todo el desplazamiento; al paso que en los de hierro se llega á obtener cascos cuyo peso no excede de la tercera, y hasta en casos dados, de la cuarta parte del mismo desplazamiento.

Esta propiedad es de gran valor, tanto en los barcos mercantes como en los de guerra; en los primeros, porque gracias á ella, los beneficios de sus viajes han de ser mayores, como proporcionales á sus carga-

mentos; y en los últimos, supuesto que todo lo que disminuya el peso de sus cascos puede emplearse en aumentar el calibre de la artillería, la fuerza de la máquina, el repuesto de carbón ó el grueso de los blindajes.

Agrégase en los barcos de hierro, á la propiedad de pesar menos la de ser mucho más rígidos. Así se concibe que casi sea desconocido en ellos el quebranto ó arco de quilla, mientras que en los de madera, si no se presenta desde el principio, no deja de aparecer, una vez sufrida la fatiga de algunas navegaciones. Y esto debía suceder forzosamente, porque, aparte de la menor resistencia natural de las maderas comparadas con el hierro en volumen igual, los medios disponibles para ligar entre sí los elementos de las construcciones, son mucho más poderosos con el segundo material que con el primero. En los buques de madera, por ejemplo, las diferentes tracas de los forros obran con independencia casi completa unas de otras: el calafateo necesario para obtener la impermeabilidad del casco se opone en parte á los buenos efectos del empernado; al paso que las planchas del forro de hierro que llevan los barcos de este material, sólidamente remachadas entre sí, obran como un todo rígido de una misma pieza, cuya acción es sumamente enérgica para oponerse á las deformaciones longitudinales y transversales; ventaja que se pronuncia aún más, cuando, como es hoy día frecuente, existe también alguna cubierta forrada con hierro ó con acero.

A esta superior rigidez es debido además el que se haya podido aumentar notablemente en los buques las relaciones entre eslora y manga para alcanzar grandes velocidades. Y no es esto sólo, puesto que la mayor resistencia obtenida con el hierro permite al mismo tiempo disponer de capacidades interiores más considerables, como que el volumen ocupado por ese material es mucho menor que el de la madera, á igual resistencia, y por consiguiente, menor debe ser también el grueso de los costados que con él se hayan construído.

El desahogo que esta circunstancia proporciona es otra ventaja de mucho valor en los barcos, donde los espacios aprovechables para carga ó alojamiento se miden y economizan con todo cuidado.

Finalmente, mientras que la vida en buen estado de conservación, se valúa para un buque de madera, en doce ó diez y seis años, según la calidad de los materiales que hayan entrado en su construcción, para otro de hierro esa cifra se eleva á treinta y cuarenta, al cabo de los cuales puede encontrarse todavía en situación de continuar prestando largo tiempo buenos servicios, si se le ha cuidado con arreglo á lo que exige su naturaleza especial.

Al lado de las ventajas enumeradas, presentan los barcos de hierro algunos defectos, como ya se ha dicho, que son: la facilidad con que en un choque contra un cuerpo duro, como roca ó proyectil, se desgarran sus forros dejando ancho paso al mar; la rapidez con que la oxidación determinada por el contacto del agua ó la inmersión en una atmósfera húmeda corroe la superficie exterior de la obra viva principalmente; y por último, la rapidez y la abundancia con que se desarrollan en los fondos plantas marinas, moluscos y zoófitos, que determinan una pérdida de velocidad.

La construcción ofrece medios de atenuar el primer defecto, cuyas consecuencias parecen á primera vista irremediabiles, por medio de mamparos impermeables ó estancos establecidos transversalmente de trecho en trecho á lo largo del casco y en número suficiente para que, anegada una de las cámaras, ó compartimientos así formados, no corra el barco riesgo alguno de irse á pique, lo cual le permite alcanzar un puerto en que remediar su avería.

En cuanto al segundo y al tercero, origina su corrección la necesidad imperiosa de renovar con frecuencia la pintura con que se recubren los barcos interior y exteriormente para preservarlos de la oxidación; porque á pesar de los numerosos ensayos hechos hasta el día, el único medio eficaz de impedir el desarrollo de las vegetaciones marinas y de los moluscos, es la frecuente entrada en dique de los barcos para limpiarlos, ó su permanencia periódica por algún tiempo en aguas dulces, cuya composición es incompatible con la organización de los seres mencionados. Este último recurso salta á la vista que tan sólo es aplicable en casos muy contados.

Bastante después de generalizado el empleo del hierro en los buques se empezó á aplicar al mismo objeto el acero, porque las cualidades de este material prometían obtener, con relación al primero, ventajas análogas á las proporcionadas por el mismo hierro respecto de la madera. Y así, desde que los adelantos de la industria permitieron fabricar aceros poco carburados de gran homogeneidad, se abrió un nuevo horizonte á la construcción naval.

El acero dulce se presentaba con las mismas propiedades de ductilidad y maleabilidad que tan adaptable hacen el hierro á las necesidades de las construcciones, en las cuales afecta, como se ha de ver muy pronto, las formas más variadas, y con dotes muy superiores de resistencia que abrían ancho camino, ya para acrecentar la rigidez sin aumento de peso, allí donde era preciso, ya para aligerar la estructura de los cascos en beneficio del exponente de carga, ya para satisfacer á

las exigencias crecientes en ambos sentidos y en otros distintos de los buques modernos. Sabido es, en efecto, que la resistencia del acero dulce es superior á la del hierro en un 25 á un 30 por 100.

Pocas veces se ha aprovechado íntegramente esta diferencia de resistencia en disminuir el peso de los cascos, entre otras razones, porque es forzoso dejar igual margen en el hierro y el acero á la corrosión ó desgaste originado por el tiempo; pero de todos modos, aun en los buques de consolidación excepcional se podía contar siempre con una economía de peso no inferior, por término medio, al 18 por 100.

Es natural que por estas razones fuera favorablemente acogido en los astilleros el nuevo material. Hubo, sin embargo, de manifestarse muy pronto una reacción producida por el temor y la desconfianza después que se observó en los aceros empleados, fenómenos extraños, cuya explicación era entonces desconocida. Las planchas puestas en obra, esto es, canteadas, volteadas y punzonadas para recibir los remaches, se abrían ó rajaban, ya por efecto de un ligero choque, ya de una manera espontánea é inesperada. El material dulce se había transformado en agrio é impropio para el fin propuesto.

Dirigida sobre estos fenómenos la atención de los hombres competentes, hubo de estudiarse atentamente la composición, propiedades y alteraciones del acero, viniéndose en conocimiento de los medios que era conveniente emplear para conservarles sus primitivas y características cualidades de dulzura, perdidas ó alteradas durante las manipulaciones á que era indispensable someterlos al ponerlos en obra. Y entonces, sustituyendo las barrenas á los punzones y recociendo las planchas después de trabajadas, mejorando también los procedimientos de fabricación se ha conseguido por fin que el acero se aplique actualmente con la misma confianza, destreza y seguridad que el hierro.

Pero antes de llegar á este punto (1875 á 1880), transcurrieron varios años en ensayos, tanteos y discusiones, durante los cuales, no obstante los obstáculos y dificultades que se ofrecían para el trabajo del acero, este se abría camino lentamente, tanto porque sus propiedades iban siendo más conocidas, como porque, mejorándose y abaratándose los procedimientos de fabricación, se presentaba este material con promesas más tentadoras.

La marina mercante, constantemente empujada por la necesidad, inherente á su naturaleza, de competir en baratura de transportes y velocidades, fué la primera en aprovechar las ventajas del nuevo material, que permitían aumentar los desplazamientos, disminuir los pesos

del casco y aprovechar esta economía de peso en el acrecentamiento de la fuerza motriz ó sea del andar.

Las marinas de guerra se mostraron más cautas y no sin vacilaciones y ensayos, se decidieron á adoptar el acero.

En Francia principalmente se temía que este metal se oxidara más fácilmente que el hierro en contacto con el agua salobre, así que en un principio se construyeron algunos buques, que con toda su estructura interior de acero, llevaban, sin embargo, forro de hierro.

En España, donde desde hace muchos años se marcha á la zaga en cuanto se refiere á construcciones navales, se llevó la prudencia hasta la exageración: ni siquiera se entró en la nueva senda abierta por la introducción del acero, recibéndolo con los temperamentos adoptados en Francia; y sólo después que su empleo estaba universalmente aceptado con aplauso en todas las naciones marítimas, fué cuando á este material se concedió carta de naturaleza en nuestra Armada.

Es, pues, hoy día general la aplicación del acero dulce á los buques; y bien que no haya quedado hasta el presente relegado el hierro á un completo olvido, como tampoco la madera, no parece lejano el porvenir en que estos dos últimos materiales desempeñen papeles muy secundarios y limitadísimos, caso por algunos considerado tan próximo que pretenden debe ser el actual.

De cualquier manera, tanto los buques de hierro como los de acero, se construyen con sujeción á los mismos principios, utilizando elementos de igual forma y combinándolos por idéntico modo. En la descripción que se haga para los unos encajan perfectamente los otros. Por esta razón habrán de estudiarse aquí como formando una clase única de barcos.

El hierro ó el acero dulce en plancha de distintos gruesos y en barras de formas variadas, ya prismáticas, ya de las llamadas angulares ya de perfiles ó secciones que pueden ser más ó menos sencillos, con los pernos y remaches, constituyen los elementos principales de la construcción de ambas clases de buques. La descripción, que en lo sucesivo ha de hacerse, de las dos disposiciones empleadas para la aplicación de estos elementos á la formación de las diversas partes de los buques, permitirá familiarizarse con ellos y con los medios usados para combinarlos. Con este objeto se seguirá en esta parte de la obra un orden análogo al adoptado en la primera, empezando, por tanto, con la quilla.

Quillas.—La quilla recibe disposiciones muy diferentes, todas ellas

usadas, por más que algunas sean bastante defectuosas. Se conocen barcos sin quilla y con ella. En el segundo caso, unas veces es hueca y otras sólida.

En absoluto, no puede decirse que haya barcos sin quilla, pues aun cuando en algunos esta pieza aparece suprimida en la porción media del casco, se instala en los extremos de proa y popa, en donde la seguridad de los codastes y la de la hélice, si esta existe, y la solidez de los mismos finos de proa exigen su presencia en el mayor número de casos. En estas partes se forma entonces, según uno de los sistemas que más tarde se describirán, y en la porción media del casco se presenta continua la superficie del forro de una á otra banda, sólo que en ocasiones se refuerza en el sitio correspondiente á la quilla por medio de una traca de planchas sentada sobre la del forro. A los barcos en que se suprime la quilla, es frecuente proveerles de una zapata de madera para resguardar sus fondos, que se instala en las condiciones ya conocidas para esta clase de piezas; es decir, de manera que pueda desprenderse sin causar deterioro en el casco, siempre que sufra algún choque violento. Con este fin se sujeta la zapata al barco por medio de dos angulares, cada uno remachado por una de sus caras al fondo del casco y clavado tan sólo por la otra á las laterales de la zapata.

Las quillas huecas, en el día muy poco usadas, se forman de distintas maneras, según la importancia del barco en que se instalen. La fig. 70 representa una de las más sencillas. Las tracas inferiores del forro se detienen á la distancia del plano diametral que se juzgue oportuno, y sobre ellas se aplican por el exterior las diversas planchas que han de formar la quilla, volteadas con una curvatura más ó menos pronunciada, parecida á la de una canal: en tal caso, á veces se utiliza para conducir las aguas de la sentina hasta los chupadores de las bombas, con lo que se evita el empleo de imbornales de varengas; y en otras ocasiones se maciza con cemento ó con cal hidráulica. Cada dos planchas de quilla se unen á tope; y para impedir la entrada del agua en el casco, se cierran las juntas, colocando por dentro unas planchuelas ó suplementos que las recubran lo suficiente para establecer una ó dos filas de remaches. Otras veces el forro exterior se hace continuo de banda á banda, y la quilla se instala por fuera sin comunicación con la bodega, lo cual ofrece el inconveniente de no poder registrarla interiormente para precaver el deterioro debido á la oxidación.

Para evitar el volteo difícil de las planchas, requerido por la disposición anterior, se han adoptado otros procedimientos. Según uno de ellos, representado en la fig. 71, se forma la quilla con dos angulares

que se remachan á las aparaduras, y además se unen por el intermedio de suplementos interiores á otra planchuela encorvada que constituye la base de la quilla.

Como disposición resistente, entre las adoptadas alguna vez para las quillas huecas, puede citarse la representada en la fig. 72, compuesta de planchas verticales y horizontales, que forman á manera de una viga prismática tubular. Las planchas se aseguran unas á otras con angulares. Esta quilla ofrece el inconveniente ya citado de que su constitución impide inspeccionar el estado de las caras interiores de las planchas, y renovar con la oportunidad debida la pintura empleada para preservarlas de la oxidación.

Las quillas macizas admiten á su vez distintas disposiciones, entre las cuales se citan algunas á continuación. La fig. 73 representa la más sencilla y más aceptable. Se compone de una serie de barras prismáticas de longitudes limitadas tan sólo por la comodidad de su manejo, unidas entre sí á escarpe largo de caras verticales: esas barras se remachan, por consiguiente, en sentido horizontal. Las aparaduras no se detienen en donde encuentran á la quilla, sino que sufren un volteo más ó menos pronunciado, según el sitio del barco, y se aplican á las caras laterales de la quilla, uniéndose entre sí las de uno y otro costado por medio de fuertes remaches. Hay casos en que no se fracciona la quilla en el sentido de la eslora, lo cual exige que se suelden previamente las barras destinadas á formarlas; pero si bien se obtiene así una pieza total más sólida, su forjado es mucho más embarazoso.

La fig. 74 representa otra disposición dada á la quilla. Tan sólo difiere de la anterior, en que las piezas que la componen llevan dos alefrices para recibir los cantos inferiores de las aparaduras: de esta manera, cuando el barco entra en dique ó sufre una varada, los esfuerzos ejercidos sobre esas planchas no actúan contra los remaches solamente, puesto que, en su mayor parte, se refieren á las caras horizontales de los alefrices; pero la ejecución de estos es costosa, exige herramientas mecánicas, y aun así, el precio de la mano de obra resulta muy elevado, razón por la que se prefieren las quillas de la clase anterior.

Para el forjado de unas y otras es indispensable disponer de talleres de cierta importancia; y como esto no siempre es posible, se han ideado otros medios de obtener quillas sólidas que, á la resistencia de las últimamente citadas, unieran la facilidad de fabricación sin necesidad de recursos tan poderosos. En la fig. 75 se encuentra representado el procedimiento más sencillo adoptado para conseguirlo: consiste en

varias planchuelas adosadas, á las que se remachan, uniéndolas al mismo tiempo entre sí, las últimas aparaduras de los costados. El número de planchuelas varía entre tres, que es el más común, y cinco, que sólo se usa en barcos muy grandes.

Ordinariamente la planchuela central es de mayor anchura que las restantes y penetra en el interior del casco, con el objeto que más adelante se dirá. De todos modos, cuando se adopta para la quilla la constitución laminar descrita, se procura que los topes de las planchas no coincidan con los de las adyacentes, distribuyéndolas cuidadosamente con tal objeto.

No siempre es idéntica la estructura de la quilla en toda su longitud. En los buques de hélice, por ejemplo, las vibraciones que el propulsor origina en la popa, obligan á aumentar la rigidez de ésta, consolidando la quilla en dicha parte más que en el resto del casco.

Rodas.—La roda, en los buques de hierro y de acero, acepta casi las mismas disposiciones explicadas para las quillas huecas y macizas, aunque generalmente se adoptan de la última clase, á causa de lo expuesta que se encuentra á choques la proa de los barcos, razón por la cual debieran desecharse por completo las rodas huecas. A pesar de los peligros á que exponen y de su difícil construcción, se han instalado, sin embargo, alguna vez en más de un buque.

La manera mejor y más generalizada para constituir la roda, se reduce á ensamblar ó soldar entre sí, como en la quilla, una serie de barras macizas, de sección constante y ligeramente variable, encorvadas, de suerte que perfilen el contorno de la proa. Lo mismo que la quilla, las rodas macizas llevan unas veces alefrices laterales para recibir los forros, y otras no, siendo esto lo más general, á causa de la economía que proporciona; pero, en todos casos, se prolonga el pie de roda hacia popa, de modo que ocupe, por lo menos, de un metro á dos metros de la quilla.

Si el buque no tiene quilla externa, el pie de roda se une á las aparaduras y consolidaciones interiores que sustituyen á aquella pieza, ó al trozo de quilla que, como se dijo, se instala á proa.

En los barcos de quillas laminares, la unión entre la roda y la quilla se obtiene de varias maneras sencillas, algunas representadas en las figuras 76, 77 y 78.

En el primer ejemplo, el pie de roda se bifurca, para recibir entre sus ramas á la planchuela central, uniéndose á tope con las laterales. En el segundo, la planchuela central, con una de las adyacentes, corren

juntas á ocupar un rebajo practicado lateralmente en el pie de roda, formando así un escarpe recto de caras verticales; y en el tercero, se termina el pie de roda en un escarpe escalonado, también de caras verticales, cuyos diferentes descansos sirven para alojar las planchuelas elementales de la quilla.

Siempre que la plancha central tenga mayor peralto que las demás, y se prolongue, como ya se dijo, para formar parte de la estructura interior del casco, antes de llegar á la roda, va disminuyendo aquella dimensión, hasta igualar á la correspondiente de las demás planchuelas; y otras veces conserva todo su peralto y se une á la misma roda que, con este objeto, tiene un alefriz lateral, en el que se aloja el borde de la plancha central.

En barcos poderosos, como los blindados, que de ordinario se destinan además á servir de arietes, se da á la roda proporciones excepcionales; y como en estas máquinas de guerra la economía se subordina á exigencias de mayor interés, nada se escatima, á fin de darles toda la resistencia posible y necesaria para las percusiones. Así es que, en tales casos, la roda está formada por una enorme pieza de forja, que lleva lateralmente dos ó más alefrices escalonados, que se destinan á recibir, además del forro del casco, que á veces es doble, como se dirá más adelante, los frentes de las planchas de la coraza y el macizado sobre que descansa ésta. Dispuestas del modo indicado la partes adyacentes á la roda, en un choque con un contrario, el efecto de las fuerzas vivas de que se hallan animadas, se transmite con el mínimo quebranto de los enlaces del casco por el intermedio de la roda, contra la que van todas ellas en cierto modo apuntaladas. Aparte de esto y de la excepcional solidez que se da á la trabazón general de la roda, el pie de esta se une á la quilla de una manera análoga á la representada en la fig. 76.

Los progresos hechos en la fabricación del acero han conducido á la adopción en muchos casos del acero fundido ó moldeado para formar las rodas, procedimiento que por su sencillez va generalizándose bastante; mas en tales casos es preciso por medio de pruebas especiales de choque, asegurarse de la solidez y resistencia de piezas tan importantes.

Codastes.—Así como la exposición á choques es causa de que pocas veces se hagan huecas las rodas, así también las fuertes vibraciones á que se encuentran sometidos los codastes por efecto de su proximidad á la hélice y al mismo timón, ha dado origen á que se juzgue tan sólo

aceptables los codastes de barra de hierro en los buques que llevan aquel propulsor. Sin embargo, en los vapores de ruedas y en los barcos de vela se han empleado codastes huecos, dispuestos como las quillas y rodas de la misma clase, con la diferencia de ser más reforzados, por tener que sufrir directamente las vibraciones á que se halla sometido el timón.

Los codastes de hierro y de acero en barras pueden ser en los barcos de hélice de una ó de varias piezas. Parte del proel generalmente se forja con la última de la quilla, que se prolonga hacia proa lo suficiente para asegurarse sólidamente al resto del barco. Las diferentes barras que entran á componer los codastes, se traban por medio de largos escarpes de caras dirigidas en sentido de la eslora. También se forja á veces, unido á la última pieza, todo el codaste popel, ó solamente un trozo; y son muchos los barcos en que, á pesar de su enorme peso, se forja en una pieza todo el marco que forma el vano de la hélice. En los demás casos, el codaste popel se ensambla á la quilla, ya por medio de una fuerte cola de pato, cuya caja se abre en la ancha peana que lleva, fig. 79, ya acudiendo á otros procedimientos parecidos.

De todos modos, el ancho de la quilla en el vano se hace bastante mayor que en el resto, lo cual permite disminuir su peralto y aumentar el diámetro de la hélice, fig. 80.

La manera de ensamblar la última pieza de quilla con las demás, varía, según la estructura adoptada para la misma quilla. Si ésta ha sido formada con barras, se emplea un escarpe sencillo de caras verticales. Si está compuesta de planchuelas, se aplica un procedimiento análogo á cualquiera de los explicados para el pie de roda, como se ve en la fig. 80, que representa la manera de enlazar una quilla, compuesta de tres planchas, con la última pieza de popa. En dicha figura, el brazo de proa del vano se bifurca, formando una horquilla de dos ramas, B, B: las planchas laterales D, D, de la quilla llegan hasta los topes de estas ramas; la central, C, se detiene en el fondo de la horquilla á cierta distancia del codaste proel; y para establecer mayor trabazón entre estas distintas partes y el vano, se acude á la aplicación de una plancha vertical, *a b*, cuyos bordes se alojan en los alefrices que para ese objeto tienen el codaste y la quilla, y además, se adosa uno de ellos á la plancha central.

Este procedimiento es en el fondo el mismo que se indicó para la unión de la roda y la quilla; y como á todos los demás usados les sucede otro tanto, es inútil insistir más acerca de esto.

Si el barco no tuviera quilla ó fuera ésta hueca, el brazo proel del

vano se prolongaría hasta recibir las planchas que reemplazan á aquella pieza, las cuales se remacharían á las caras laterales del brazo.

Es de advertir, que hoy día lo mismo que con las rodas, es común para formar los codastes acudir al empleo del acero moldeado.

Y como en los buques de madera ocurre en los de hierro ó de acero la conveniencia de suprimir el codaste popel cuando se emplean timones compensados.

De esta modificación ofrecen muchos ejemplos los buques acorazados. La manera como se constituye entonces el único codaste que se conserva es muy variada. La fig. 81, presenta una disposición de esta clase.

El codaste se prolonga hasta formar la gambota del centro: en la parte correspondiente al dintel aparece el orificio que ha de dar paso al eje ó mecha del timón; y el pie de quilla presenta la gorroneira para asegurar el pie de la misma mecha.

Cuadernas.—Las barras de hierro ó de acero, conocidas con el nombre de angulares, constituyen los elementos principales que entran en la construcción de las cuadernas. Las más sencillas, á las que se dará de ahora en adelante el calificativo de simples, se reducen, fig. 82, á piezas de esa clase, volteadas según la curvatura de las secciones transversales de los barcos, en general, y de suerte que una de sus caras represente una faja de la superficie fuera de miembros, y la otra quede en dirección normal á la quilla, y mirando al interior de los barcos. En los muy pequeños, á esto tan sólo se reducen las cuadernas; pero en las bragadas se suele remachar á las caras interiores de los hierros otros *a*, de corta longitud, colocados en posición inversa á los de las cuadernas, para ofrecer asiento á la sobrequilla. El plano diametral corta entonces á los dos, según la figura de una Z. Lo ordinario, en buques de algún porte, es que las cuadernas estén formadas por dos angulares; el primero, ó principal, dispuesto como se ha dicho; y el segundo, al que se llamará invertido, remachado al lado ó franja, perpendicular á la quilla, del primero, y de modo que la sección normal á la curvatura de la cuaderna ofrezca la figura de una Z. En los buques mercantes de tres cubiertas, el hierro invertido suele no prolongarse más que hasta la segunda, contando de abajo arriba; y en las de dos, hasta la primera. A esta clase de cuadernas se les dará en lo sucesivo el calificativo de dobles, ó de dos cuerpos, por oposición á las simples.

Cualquiera que sea la estructura de las cuadernas, según que la

quilla ó una porción de ella penetre ó no penetre dentro del casco, reciben disposiciones distintas.

Cuando la quilla no penetra en el interior del buque, caso que se presenta siempre con las quillas huecas y con las macizas de barra, las cuadernas cruzan de banda á banda sin entorpecimiento alguno, y se prolongan hasta la regala, pudiendo ser de una ó de varias piezas. En el último caso, ó se sueldan estas entre sí, ó se reúnen por medio de escarpes, dispuestos de tal manera que se crucen los de las distintas cuadernas y los de la misma también, siempre que la cuaderna sea doble; y en cualquier circunstancia se procura que los escarpes no caigan en el plano diametral, y que las cuadernas se apoyen en la cara alta de la quilla, á menos que ésta tenga la forma de una canal.

Aun en los barcos construídos con cuadernas simples, se juzga oportuno reforzarlas en la parte correspondiente á los fondos, fig. 83, con una plancha varenga, A, que, como su nombre indica, se coloca cruzada sobre la quilla, y se adosa y remacha á la franja del angular normal á la quilla. La plancha se prolonga á una y otra banda hasta donde es más pronunciada la curvatura de los fondos. En su canto superior se robustece la plancha varenga por medio de un segundo angular invertido, que se prolonga un corto trecho más allá de ella, siguiendo el contorno interior del principal, y que sirve, ya para sentar una sobrequilla, ya para el cómodo establecimiento de los polines.

Cuando la cuaderna es doble, el angular que guarnece el canto superior de la varenga es el hierro invertido de la cuaderna, que varía de dirección al llegar á aquella plancha, fig. 83. En algunos barcos grandes se dispone entonces otro angular en la misma posición que el principal, respecto al costado, y entre ambos queda comprendida y asegurada la varenga con los remaches usados para unirlos, fig. 84. El nuevo angular se prolonga más ó menos, según el grado de consolidación transversal que se quiera obtener, pero nunca llega hasta las cubiertas. Finalmente, en ocasiones, como último grado de resistencia en las cuadernas de que se va tratando, se emplea otro angular con los tres mencionados, de la manera representada en corte por la fig. 85, sólo que en este caso, el nuevo hierro invertido, ó se detiene en los puntos de encuentro de los cantos altos de las varengas con el principal, ó se prolonga un poco más. Esta disposición es tan sólo empleada donde quiera que se necesite una consolidación excepcional como, por ejemplo, en el plan de la bodega de algunos barcos, en todo el espacio ocupado por las calderas y la máquina, ó por el remachado de las sobre-

quillas, y en este caso, el hierro invertido en cuestión tiene una longitud poco mayor que el ancho de aquellas.

Existen buques como los acorazados de que se ha de hablar más adelante, en los cuales la totalidad ó parte de las cuadernas requieren una resistencia extraordinaria y entonces es común que las cuadernas presenten la sección de doble T, como la de la fig. 85, sólo que desde que se ha generalizado el empleo del acero, se hacen las cuadernas de esta clase sin necesidad de combinar planchas y angulares. La industria se encarga de suministrar las barras de acero de la sección exigida, con lo que se simplifica el trabajo mediante la supresión del remachado y se hacen los miembros más ligeros, con una facilidad que no es posible obtener con el hierro.

Cualquiera que sea la clase de cuadernas usadas en un barco, siempre media entre ellas un intervalo variable con la importancia de la construcción; son, además, casi siempre rectas, es decir, tales que la franja del angular no aplicada al costado es perpendicular al plano diametral. Esto obliga en los extremos de proa y popa á variar el ángulo de las franjas del hierro principal; y como para la resistencia de éste conviene más abrirlo que cerrarlo, de ahí que se dispongan las cuadernas piques de proa, de suerte que dicho ángulo mire á popa, y en popa, de un modo inverso. Aun cuando las operaciones de forja necesarias para alterar del modo dicho la forma del angular lo debilitan en la bragada, se prefiere esto al empleo de las reviradas, cuya adopción con las combinaciones descritas para las cuadernas perjudica á la resistencia transversal. Lo mismo que en los barcos de madera, aumenta notablemente la altura de bragadas, en los piques de proa y popa. En estas partes de los barcos es común suprimir las últimas cuadernas, sustituyéndolas con buzardas compuestas de los mismos elementos; á proa se montan sobre la roda, en dirección normal á su curvatura, fig. 86, lo cual es causa de que la trabazón de ambos costados sea excelente.

También en algunos buques, ocurre la necesidad á popa de instalar varias cuadernas reviradas, ya por no violentar demasiado la bragada de los angulares, como sería preciso para conservar las cuadernas rectas, ya también por exigirlo así la distribución de las portas, que no se podrían establecer cómodamente entre dos cuadernas que cortaran como las rectas con gran oblicuidad á los costados.

En las varengas se abren siempre imbornales (figuras 83, 87, 90, etc.), para que corra el agua de la sentina; pero para no debilitar los hierros principales de las cuadernas, se practican por encima de ellos; y como

en tal estado quedaría entre cada dos cuadernas una capa de agua que no sería posible achicar, se macizan los fondos hasta el borde inferior de los imbornales con cemento, con ladrillos y cal hidráulica ó con asfalto y arena, y también con una mezcla de cenizas y cemento. Si la quilla fuese hueca, no es preciso, en general, abrir imbornales, y entonces el agua de los fondos corre por la canal que aquella forma debajo de las cuadernas.

Esta disposición es ventajosa en el sentido de que no obliga á recargar el casco con el peso de un macizado, ni á debilitar las varengas con los imbornales; pero las quillas huecas son en el día rarísimas veces usadas, así que en ocasiones se ha evitado el macizado como indica la fig. 88, es decir, recortando el canto inferior de las varengas en arco cerca del plano diametral y volteando el hierro principal de la cuaderna de modo que siga este borde, con lo cual quedan en comunicación las claras de cuadernas, y descubierto el fondo.

En los barcos con quillas laminares, se suele prolongar la plancha central de la quilla hacia el interior del barco, recibiendo en tales casos un peralto tal, que, ó queda su canto alto á la misma altura que los de las varengas, ó se eleva por encima de ellas un corto trecho. Cuando esto sucede, las cuadernas se arman en dos mitades: una correspondiente al costado de babor, y la otra al de estribor, cada cual con su media varenga, que más propiamente pudiera llamarse genol. Al hablar de las sobrequillas intercostales habrá ocasión de especificar los medios empleados para trabar todos estos elementos.

Sobrequillas ordinarias.—Las sobrequillas de los barcos de hierro ó de acero, pueden dividirse en dos clases. La primera comprende las sobrequillas ordinarias ó dispuestas como las de los buques de madera, esto es, sentadas sobre el lecho de bragadas de las cuadernas; y la segunda, las sobrequillas intercostales, que se interponen entre las costillas ó cuadernas de los barcos.

Las sobrequillas ordinarias varían en su estructura con la mayor ó menor solidez que se les quiera dar: así, unas veces se reducen á dos angulares, adosados de suerte que su sección recta sea una T invertida; otras, se forman con una plancha vertical sencilla, ó armada de un nervio en su canto alto, y dos angulares en el inferior. Cuando se desea más resistencia se arma la plancha vertical con cuatro angulares, dos en cada canto, de modo, que la sección de la pieza resultante es una doble T que puede no ser armada sino de una sola pieza; y finalmente, como consolidación excepcional, se acude á las sobrequillas

tubulares, formadas ordinariamente con tres planchas, unidas entre sí por medio de angulares combinados, como se ve en la fig. 87, ó de modo que los dos superiores se apliquen á los ángulos externos determinados por el encuentro de la plancha horizontal con las verticales. Algunos constructores han dado á veces á las sobrequillas tubulares la disposición indicada en la fig. 89.

Es evidente que si las sobrequillas han de ser útiles á los buques, deben unirse á ellos con un grado de energía proporcional á la resistencia de que aisladamente gozan, según su estructura; y por esta razón, con las últimas disposiciones indicadas, se agrega á los hierros invertidos de las varengas unos suplementos del mismo género, aplicados de suerte que, sobre ellos y los primeros, pueda establecerse, según los casos, ó una traca continua de planchas, ó tan sólo fracciones de traca, cuyas longitudes sean iguales á las de las claras de cuadernas, y estén distribuídas de manera que medie la misma distancia entre cada dos de ellas. Encima de estas tracas enteras ó fraccionadas se remachan las verdaderas sobrequillas, que, si son tubulares y descansan en tracas fraccionadas, pueden registrarse interiormente cuando convenga, para su perfecta conservación.

Sobrequillas intercostales.—Las sobrequillas intercostales admiten bastante variedad en su instalación. Pueden ser, en primer lugar, continuas ó fraccionadas; y en cada uno de estos casos alcanzar un peralto igual ó mayor que el de las varengas. Cuando ocurre lo último, se combinan con sobrequillas ordinarias, resultando entonces sobrequillas, que se llamarán en lo sucesivo sobrequillas mixtas. Cualquiera que sea la clase adoptada, generalmente se abre en sus planchas cierto número de orificios á la misma altura que los imbornales de varenga, para que pueda correr el agua de una á otra banda, y tenga libre acceso hasta los chupadores de las bombas.

Pero cuando estas lo permiten es preferible dejar intacta la sobrequilla, con lo cual se conserva íntegra su resistencia y se evita que el agua de los fondos corra de una á otra banda en los balances.

Las sobrequillas intercostales continuas y las fraccionadas, son de grande importancia como consolidaciones longitudinales. Ofrecen, además, la ventaja de no empachar la bodega con resaltos de consideración, siempre embarazosos para la estiva. En cambio, el trabajo que requiere su construcción es penoso, á pesar de lo cual son cada día más usadas en toda clase de barcos, tanto mercantes como de guerra, por los excelentes servicios que prestan.

Las sobrequillas intercostales convienen principalmente con la disposición de quillas laminares, es decir, construídas con planchas adosadas. En tal caso, la central prolongada constituye la sobrequilla. También en buques con quillas de barras se montan de una de las maneras indicadas en la fig. 90. En el primer ejemplo, *a*, las planchas de la sobrequilla penetran de canto en una ranura abierta en la cara alta de la quilla, y se remachan á ésta; procedimiento costoso, y por tanto, poco aceptado; en el segundo, *b*, se disminuye el trabajo, practicando el alefriz lateralmente; pero aun así, es dispendioso; y en el tercero, *c*, la unión de la sobrequilla con la quilla se efectúa por medio de un simple remachado, que si bien no proporciona la resistencia que se obtiene con los dos primeros procedimientos, ofrece en cambio facilidades de ejecución muy apreciables. No es común, sin embargo, hoy día, ninguno de estos procedimientos.

En cualquier caso, las sobrequillas intercostales se unen entre sí á tope, y se aseguran en tal posición por medio de suplementos de plancha, que deben ir colocados en las claras de cuadernas.

Sobrequillas intercostales continuas.—Estas pueden igualar ó exceder en altura á las varengas. Las últimas se combinan con sobrequillas ordinarias, y forman parte, por tanto, de sobrequillas mixtas, de que se hablará más adelante. Con las primeras, comunmente se combina una traca de planchas sentada de plano sobre las varengas, que se extiende de proa á popa, y consolida el casco en sentido longitudinal y transversal. A esta traca se asegura la sobrequilla por medio de dos angulares, dispuestos de una de dos maneras: ó los dos angulares siguen el canto superior de la sobrequilla, al través de la que se remachan, presentando ambos una cara horizontal, sobre la que descansa la plancha colocada encima de las bragadas de las varengas, fig. 91, ó se fraccionan en trozos, cuya longitud sea igual al intervalo comprendido entre cada dos cuadernas, fig. 92, y que se disponen en la misma situación que se acaba de indicar.

Lo primero exige que los hierros invertidos, *a*, de las varengas queden interrumpidos donde encuentran á los de la sobrequilla; y en cuanto á los principales de las cuadernas, ó se cortan también en sus puntos de encuentro con ella, fig. 92, ó se redoblan de un solo lado en la forma indicada por la fig. 91, sirviendo para unir cada media varenga con la sobrequilla, por medio de los remaches correspondientes. El fraccionamiento de los angulares invertidos de la sobrequilla intercostal permite hacer continuo el análogo de las cuadernas. Entonces éste pasa

de banda á banda del casco, atravesando la muesca abierta en la parte alta de la sobrequilla, fig. 92. Por lo demás, el angular principal se asegura del mismo modo que se acaba de explicar, sustituyendo generalmente el horizontal, T, de la fig. 91, con dos trozos, s s, verticales; y las medias varengas se prolongan en ambos casos hasta tocar á la sobrequilla.

En barcos sin quilla externa, se instala siempre una sobrequilla intercostal. La fig. 93 representa una de las combinaciones aceptadas en tal caso. Como se ve, la sobrequilla va armada con cuatro angulares, dos en el canto superior, y los restantes en el inferior, que siguen sin interrupción á lo largo del casco, y ofrecen con la plancha una sección transversal de doble T, forma de gran resistencia. Los hierros inferiores se aseguran á la plancha subyacente del forro, y los superiores reciben la traca de planchas sentada sobre sus varengas, como de costumbre. En cuanto á las cuadernas, quedan, lo mismo que en el caso anterior, divididas en el plano diametral, y se unen á la sobrequilla con suplementos verticales de angulares que se doblan convenientemente, para que sigan el contorno sinuoso de la doble T.

Sobrequillas intercostales fraccionadas.—Las sobrequillas intercostales continuas dan una gran consolidación longitudinal á los buques, y son, por tanto, muy útiles á los de gran eslora. En cambio, obligando á fraccionar las cuadernas, son causa de que padezca algún tanto la resistencia transversal. Por tal razón, en ocasiones, se prefiere dejar intactas las cuadernas y fraccionar la sobrequilla; pero esto ya no debe hacerse con quillas laminares, sino con quillas macizas ó en barcos sin quilla; pues de otro modo, no debiendo interrumpirse la plancha central en toda la extensión abarcada por la misma quilla, obligaría á cortarla de trecho en trecho la necesidad de abrir ranuras para el paso de las cuadernas.

Por consiguiente, en el caso de una sobrequilla intercostal fraccionada cuya altura no exceda á la de las varengas, que es el caso que aquí conviene considerar por lo dicho anteriormente, la sobrequilla es independiente forzosamente de la quilla y se reduce á una serie de planchas verticales interpuestas en el plano diametral entre cada dos varengas y sujetas á ellas por medio de barretas ó hierros de ángulo que se prolongan hasta las caras horizontales de los hierros principales é invertidos de las cuadernas. Si al mismo tiempo, como de costumbre, se emplea la traca de planchas sentada sobre las varengas, esta y la

sobrequilla se aseguran mutuamente con trozos de angular dirigidos en el sentido de la eslora.

A esta disposición de sobrequillas fraccionadas se prefiere casi siempre la anteriormente explicada, porque la resistencia transversal en los buques es comunmente superior á la longitudinal, que conviene, por tanto, reforzar.

En cualquier caso; es decir, ya se empleen sobrequillas continuas, ya fraccionadas, la traca de planchas sentada sobre las varengas no se asegura tan sólo á la sobrequilla, sino que además se remacha á los angulares invertidos de las varengas y á otros del mismo género, dispuestos para recibirla del lado opuesto al que ocupan los invertidos, y que unas veces atraviesan intactos la sobrequilla y otros no, según la combinación adoptada para las demás piezas á que acompaña.

Sobrequillas mixtas.—Pasando ahora al examen de las disposiciones dadas á las sobrequillas mixtas, hay que considerar primero los dos casos á que dan lugar, según que sean resultado de la combinación de las sobrequillas ordinarias con las intercostales continuas ó con las fraccionadas. En ambos casos puede ocurrir que las sobrequillas intercostales se eleven por encima de las varengas ó que se detengan á la misma altura que ellas.

Cuando la sobrequilla intercostal es continua y rebasa á las varengas, se monta sobre los lechos de bragadas de estas, y á cada lado de la parte saliente de la sobrequilla, una traca de planchas asegurada á las cuadernas, como es costumbre en tales casos y se ha dicho antes, y además á la sobrequilla intercostal con dos angulares que corren de proa á popa sin interrupción, de la manera representada por la fig. 94, que es un ejemplo del sistema que se considera.

Otra combinación más resistente del mismo género es la que se compone de una planchuela guarnecida de un nervio en su canto alto, que se adosa al trozo excedente de la sobrequilla intercostal y se mantiene y robustece á la par en tal situación con dos angulares sentados sobre las tracas de planchas mencionadas en el caso anterior, fig. 95.

En algunos barcos las sobrequillas mixtas se obtienen armando la parte saliente de las intercostales con cuatro angulares, como representa la fig. 96, y suprimiendo al mismo tiempo las tracas de planchas que tanto contribuyen á reforzar el casco longitudinal y transversalmente. Conviene, sin embargo, conservarlas, para que la resistencia de que disfrutan aisladamente las sobrequillas de esta clase sea proporcionada á la de su enlace con las cuadernas.

La fig. 97 ofrece un ejemplo de sobrequilla mixta, en la que la intercostal sólo se eleva hasta el canto alto de las varengas. A una de las caras laterales de la sobrequilla intercostal se remacha en su parte alta una planchuela que se une á los hierros invertidos de las varengas por el intermedio de dos angulares adosados á ella de una y otra banda. Con esta disposición se puede aprovechar planchas sobrequillas más estrechas que en los casos anteriores.

La manera de combinar las sobrequillas intercostales fraccionadas con las ordinarias es semejante á la descrita para las continuas intercostales; y como con estas, hay lugar á distinguir dos casos, según que los diversos elementos fraccionados de las sobrequillas intercostales se detengan en el canto alto de las varengas ó los rebasen. Si sucede lo primero, fig. 98, una planchuela guarnecida de un nervio en su canto alto y con los recortes necesarios en el inferior para que en ellos se alojen los hierros invertidos de las varengas, permite obtener la altura que se desee para la sobrequilla mixta. La planchuela se asegura á las cuadernas, como en los ejemplos anteriores, con el auxilio de angulares adosados á ella lateralmente, y el de planchas sentadas sobre las varengas.

Cuando los diferentes elementos de las sobrequillas intercostales tienen mayor altura que las varengas, fig. 99, se prefiere otra disposición que permite prescindir del enojoso trabajo de recortar la planchuela. Esta se conserva, sin embargo, para ligar entre sí á los trozos de la sobrequilla intercostal, al mismo tiempo que para aumentar la rigidez longitudinal del casco, pero su canto inferior recto se apoya en las caras horizontales de los hierros invertidos de las varengas á las que se une, como de ordinario, con dos angulares.

Además de los dos sistemas de sobrequillas mixtas indicadas en los párrafos anteriores, se usa á veces otra clase del mismo género, obtenida mediante la combinación de una sobrequilla intercostal continua con otra fraccionada; por tal medio se trata de reunir en un mismo buque las ventajas inherentes á cada una de ellas. Se forma entonces la sobrequilla por medio de dos tracas de planchas superpuestas situadas en el diametral y convenientemente solapadas para recibir los remaches que deben unir las: la traca superior es continua y atraviesa muescas abiertas en las varengas; la inferior es fraccionada. Ambas tracas se afirman á las cuadernas por los medios anteriormente explicados.

Sobrequillas laterales.—El empleo de las sobrequillas de todos

géneros que se acababan de enumerar, no se limita á lo dicho. Es muy frecuente que además de las instaladas en el plano diametral se agregue otras laterales colocadas simétricamente á entrambas bandas. Más adelante habrá ocasión de mencionar algunas de las combinaciones usadas en las sobrequillas intercostales. Respecto á las ordinarias, bastará decir que en la bodega, aparte de las diametrales, se emplean casi siempre algunas laterales de estructura análoga á la de las primeras, distribuídas por lo común de tal suerte, que á la cuarta parte de las varengas se encuentra una, otra en cada extremo de ellas, y otra entre las cabezas de las varengas y la primera cubierta.

Todas estas sobrequillas se detienen en proa y popa al llegar á la roda y al codaste respectivamente.

Forro.—Los buques ordinarios de hierro ó de acero no llevan más que un forro aplicado á la superficie fuera de miembros. Lo constituye una serie de tracas dirigidas á lo largo de la eslora como las de los forros de los buques de madera; pero mientras en estos cada traca y hasta cada tablón obra casi aisladamente, en los de hierro, por el contrario, todas las planchas del forro son solidarias unas de otras, merced al empleo de remaches que, ligándolas entre sí, determinan en el casco una rigidez considerable, que es acaso una de las principales ventajas de que disfrutaban los barcos de que se trata sobre los de madera. El forro, en efecto, constituye por sí solo un conjunto asimilable á una sola pieza capaz de sufrir grandes esfuerzos independientemente de los demás elementos del casco á que va unido, circunstancia que por sí sola basta para calificar su importancia.

Varios son los procedimientos usados para combinar las planchas del forro; pero en todos ellos cada traca se forma uniendo á tope los frentes de las planchas que se aseguran en esa situación con barretas remachadas á ellas y aplicadas por dentro del casco sobre las juntas que determinan los encuentros de cada dos frentes.

Respecto á los principales medios de ligar las diferentes tracas, se encuentran representados en las figuras 100, 101 y 102. Según el primero, fig. 100, el canto bajo de cada traca descansa en el alto de la inmediatamente inferior. Barretas aplicadas interiormente sobre cada costura longitudinal del forro y remachadas á las dos tracas que la forman, determinan la sujeción necesaria entre ellas. El forro dispuesto de este modo presenta al exterior superficies lisas y continuas que, como se sabe, son ventajosas para disminuir la resistencia á la marcha. Sus tracas no descansan directamente encima de las cuadernas: sólo se en-

cuentran en este caso las barretas de las costuras longitudinales, y, como en tal estado no se podría asegurar sólidamente el forro á los miembros por medio del remachado, se interponen entre las tracas y las cuadernas planchuelas del mismo ancho que los angulares principales de las últimas y de una longitud igual á la distancia que media entre las barretas horizontales.

Se orilla este inconveniente de una de dos maneras: ya estableciendo las barretas de unión de cada dos tracas no más que entre las cuadernas, procedimiento defectuosísimo, porque expone á filtraciones del agua exterior en los topes de las barretas; ya fijando estas que entonces pueden ser continuas, sobre la superficie exterior del forro, sistema conocido con el nombre de Lamb; pero ninguno de estos procedimientos es recomendable, no obstante la economía de peso que proporcionan, y se mencionan aquí por estar en uso, aun que poco frecuente, con especialidad el último.

La disposición del forro representada en la fig. 101, llamada de tingladio, permite emplear un número de remaches mitad menor que con el sistema precedente. El canto bajo de cada traca (visto por la parte exterior del casco) monta al alto de la inmediatamente inferior lo suficiente para establecer una ó dos filas de remaches. Con este sistema no hay, por consiguiente, necesidad de barretas en las costuras del forro; pero las necesarias para recibir los remaches de las cuadernas tienen en cambio que afectar las formas de cuñas, á causa de la configuración especial de los espacios huecos que quedan entre cada traca y las cuadernas, y además la superficie fuera de forros presenta una serie de resaltos nada favorables al buen andar de los barcos.

Con el tercer procedimiento, fig. 102, se evita el inconveniente de las cuñas. Los dos cantos de cada traca alternativamente recubren á los adyacentes de las hiladas superior é inferior, ó son recubiertos por ellos, de manera que la mitad de las tracas se aplica directamente á las cuadernas, y sólo se necesitan planchuelas entre el forro y los miembros para la otra mitad.

Cualquiera que fuere el sistema de forro adoptado, con frecuencia se emplea tan sólo el primero en una corta extensión de los extremos de los buques á fin de que las planchas no presenten resaltos al exterior en las rodas y codastes. En estas regiones se unen entonces las diversas tracas entre sí con el auxilio de tapajuntas interiores continuas que penetran en los alefrices de las piezas mencionadas.

Cuando con los dos últimos sistemas se prefiere conservar inalterables las tracas en toda su longitud, ó sea hasta las cabezas de los cas-

cos, es forzoso adelgazar los frentes y cantos de las planchas en las proximidades de rodas y codastes para evitar los resaltos y la consiguiente instalación de cuñas.

Nada tiene de recomendable este procedimiento; así que en ciertos buques, que, como los acorazados y algunos otros, deben ofrecer gran robustez en sus proas los unos, para actuar como arietes, y en sus popas casi todos para soportar sin fatiga las vibraciones producidas por los propulsores, siempre que se utiliza, como es general en ellos, el tercer sistema, se instala un forro doble á lo largo de una extensión bastante considerable de los extremos de los cascos; con lo cual, no tan sólo se obtiene un aumento de resistencia, sino que además desaparecen los inconvenientes á que da origen la falta de continuidad determinada por los resaltos en la superficie exterior de los costados.

Las tres disposiciones del forro descritas son bastante empleadas, ya solas, ya combinadas. La primera es conveniente en la parte vertical de los costados, porque descansando cada traca en la subyacente, se fatigan poco los remaches de las costuras. Las dos últimas convienen por su mayor sencillez á los fondos en donde la posición inclinada de las tracas priva á la primera de la ventaja citada. La tercera es la de más común empleo. Con todas ellas es necesario, después de ejecutadas las costuras, repicarlas; es decir, rebatir por el exterior los cantos de cada plancha sobre la adyacente para prevenir la entrada del agua dentro del casco. El simple remachado no ofrece seguridad suficiente para conseguirlo. Más adelante se describirá la operación de repicar las costuras.

El repicado se limita ordinariamente á la parte exterior del forro. Por dentro se procura instalar las barretas en las condiciones más convenientes para que no quede descubierto ningún punto de las costuras, y por tal razón, cuando se encuentran dos barretas se acostumbra á voltear una de ellas de modo que monte á la otra, ó si no se hace esto se acude á otros medios parecidos.

Lo mismo que en los barcos de madera, se cuida también de evitar que se correspondan verticalmente las juntas del forro; pero no es preciso como en aquellos, si bien es conveniente, que existan cuatro ó cinco tracas intermedias entre dos juntas de esta clase: según las dimensiones de las planchas, así se dejan tres, dos y á veces tan sólo una traca intermedia.

Por último, lo mismo que en los buques de madera se presenta casi siempre la necesidad de establecer atunes (por bien que se estudie la

distribución del forro), á fin de evitar el empleo de planchas demasiado estrechas en las extremidades del casco.

Antes de concluir lo relativo al forro, importa advertir que, análogamente á lo dicho para los buques de madera, se establecen en el forro exterior de los de hierro y de acero carenotes ó quillas de seguridad, cuyos servicios, tanto en las varadas como para amortiguar los balances son de gran eficacia.

La estructura de los carenotes, variable con la importancia de los buques, es de presumir en cada caso. La fig. 145 ofrece un ejemplo de las disposiciones más comunes en los carenotes. En los buques más poderosos, como los blindados, suelen presentar la sección de una V, que resulta de la instalación de dos tracas concurrentes que arrancando, en cada banda, del costado, al cual se afirman con angulares, se reúnen formando una arista que da el vertice de la V; y es común interponer entre ambas planchas, en esa parte, una tercera planchuela de nervio que hace más rígido el sistema.

CAPÍTULO II.

Estructura de los baos.—Unión de los baos con los costados.—Trancaniles.—Trancaniles y amurada de la cubierta alta.—Escotillas.—Forro de cubiertas.—Puntalería.

Estructura de los baos.—Los baos, cuya importancia es conocida, son acaso las piezas de los buques que admiten mayor variedad en su estructura, no tan sólo según las dimensiones de los cascos en que se monten, sino también en los de proporciones iguales. Aquí se citarán únicamente algunas de las disposiciones más usadas.

En barcos de poco desplazamiento ó en las toldillas y castillos de los grandes, se emplea para cada bao un angular sencillo, dispuesto de manera que una de sus caras sea vertical y quede la otra en situación de recibir la cubierta. Para baos más fuertes se acude á una combinación de dos angulares adosados, de suerte que en sección den una Z. En ocasiones se adosan las dos piezas formando en sección una T; pero esta disposición es menos ventajosa que la anterior para la resistencia; aunque lo es más para el establecimiento y la sujeción de las cubiertas á las que ofrece una base mayor.

Como disposición muy resistente y apropiada para las cubiertas ó porciones de ellas sometidas á grandes esfuerzos, se emplea con frecuencia una plancha de caras verticales guarnecidas con cuatro angulares, dos instalados en el canto superior, y los demás en el bajo que forman en sección con la plancha una doble T. En los buques de gran desplazamiento se monta esta clase de baos en los sollados y falsos sollados, para compensar la falta de resistencia que en los costados

determina la interrupción de esas cubiertas. Pero la combinación más aceptada en las cubiertas superiores de los barcos de gran porte, es la que representa la fig. 103, compuesta de una plancha guarnecida con un nervio en su canto bajo y armada en el superior con dos angulares adosados á sus caras laterales. Una disposición semejante ha sido adoptada en algunos casos, dando entonces lugar á un bao compuesto, fig. 104, como el anterior, con la diferencia de que á cada lado del canto bajo de la plancha se remachan dos medias cañas ó dos planchuelas estrechas para obtener un refuerzo equivalente al del nervio. El bao así obtenido es menos resistente que su análogo á igualdad de peso. Simplificando este bao, se obtiene el de la fig. 105; y con los mismos elementos, en posición diversa el de la fig. 106, algunas veces empleado.

En determinados barcos de coraza y en los mercantes de gran porte, se ha creído oportuno recurrir en ciertos casos al empleo de baos tubulares; en los primeros, allí donde una artillería poderosa ó la necesidad de sostener pesos enormes, como en los buques de torres, exigía una consolidación excepcional, y en los últimos como baos de canaleta que son los destinados á soportar el peso principal de los tambores de los vapores de ruedas. La fig. 107 representa la sección recta de un bao de este género.

Por último; la industria se ha esforzado en fabricar barras que dieran en una sola pieza, ó exigiendo combinaciones más sencillas, las mismas formas empleadas de preferencia en construcción naval. Los resultados obtenidos en un principio no fueron muy satisfactorios. Pero la introducción del acero en las construcciones navales ha salvado las dificultades que antes se presentaban para la formación de los baos con las secciones convenientes; y aun cuando las descripciones anteriores sean útiles, porque los ejemplos que ofrecen se encuentran todavía, debe advertirse que en la actualidad en los buques modernos, de acero especialmente, es rarísimo encontrar baos armados, esto es, compuestos como los anteriormente descritos, sino que de ordinario los baos se hallan formados por barras de una pieza, y de la sección conveniente ya angular, ya de T con nervio, ya de Z y de doble T y hasta en U, según el grado de resistencia que hayan de ofrecer las piezas de que se trata.

Cualquiera que sea la disposición de los baos, su número, aun en los buques blindados, es mitad del de las cuadernas en las cubiertas superiores; en la bodega suele ser menor variando con el puntal de la misma y el grado de consolidación que requiera su destino. Cada bao

se corresponde siempre con una cuaderna, á la que se asegura de distintas maneras por medio de remaches. En esta unión se procura conservar la invariabilidad del ángulo formado por los baos y los costados, lo mismo que en los barcos de madera, lo cual se consigue con mucha mayor facilidad que en estos.

Los baos, ó tienen un peralto constante en toda su longitud, ó sólo lo conservan hasta cerca de los costados, en donde aumenta gradualmente, de modo, que siguiendo la cara alta la ligera curvatura propia de la cubierta que sostiene, la inferior ó el canto, ó el nervio que la sustituya, reciba una curvatura mucho más pronunciada en los extremos, que determina en ellos unos refuerzos *a, a*, fig. 108, de que se hace uso para unir eficazmente los baos á las cuadernas, y que reemplazan las curvas ó llaves de distintos géneros, usadas en los buques de madera.

Todos los baos descritos se hacían antes á veces de piezas que se soldaban entre sí ó se remachaban; y como esto no sólo se verificaba con las planchas de los baos, sino también con los angulares, se alternaban las juntas para evitar secciones de rotura.

La industria proporciona en el día planchas y angulares de longitud y formas apropiadas para los baos de todas dimensiones.

En muchos casos se hace mayor la resistencia de las cabezas de los baos, á igualdad de peso con los ordinarios, dando á los ensanches ó talones de las planchas la forma de una escuadra, como indica la fig. 109.

Unión de los baos y costados.—Los procedimientos que se emplean para sujetar los baos á las cuadernas difieren no sólo según que aquellos tengan ó no tengan un peralto constante en toda su longitud, sino también en los de la misma clase. A continuación se indican las principales disposiciones usadas en ambos casos, que se enumeran empezando por las aplicadas á los baos de peralto constante; pero es de advertir que en un mismo barco se ven baos de todas clases, aunque en distintas cubiertas.

La fig. 110 representa la unión de un bao de peralto constante, reducido á un solo angular, con una cuaderna simple. Una escuadra aplicada exteriormente á la franja libre de esta y á la vertical del bao, y, por consiguiente, comprendida entre los elementos que une y á los que se remacha, constituye el único medio de sujeción empleado en tales casos.

En la fig. 111 se ha representado la unión de un bao en Z, formado

por dos angulares, con una cuaderna simple. El examen de la figura permite hacerse cargo del procedimiento usado para asegurar entre sí todos estos elementos.

La fig. 112 presenta una de las disposiciones usadas en las cubiertas bajas de algunos barcos antiguos: en ella se puede observar una plancha, cuya posición y funciones le asignan cierta analogía con los durmientes de los barcos de madera: con este nombre se designará en adelante. La cuaderna es doble, y el bao está formado por una plancha armada con cuatro angulares en sus cantos superior é inferior. La plancha del bao se prolonga por el lado opuesto al que ocupa el angular invertido de la cuaderna hasta la franja del principal que se adosa al costado: hasta allí le siguen los dos angulares, alto y bajo, situados del mismo lado de la cuaderna, y á esta se remachan al través de la plancha del bao. En cuanto á los otros dos angulares se detienen en sus puntos de encuentro con el invertido de la cuaderna.

Con el objeto de reforzar la unión de cada bao con el costado, y de aumentar la resistencia longitudinal, corre la plancha durmiente de proa ó popa por debajo de los angulares inferiores de los baos: lleva las escotaduras necesarias para alojar las cuadernas, penetrando en las claras hasta el costado, con el que la liga una serie de trozos de angular instalados entre cada dos cuadernas; como último refuerzo se ve en la figura una escuadra alojada entre las dos franjas del hierro principal de la cuaderna, á la que se remacha directamente, y por el intermedio de dos angulares se efectúa su unión con el durmiente.

Los baos de peralto constante son poco usados, prefiriéndose emplear baos de cabezas reforzadas del modo descrito, con lo cual se sobreentiende que desaparecen las planchas durmientes, á causa de las dificultades que ofrecería su combinación con baos de la segunda clase. Por otra parte, como en los barcos de hierro sólo sirven en realidad de consolidaciones longitudinales, no siendo indispensables como en los de madera para sostener las cabezas de los baos, se confía á los trancañiles, que luego se describirán, el servicio que podría esperarse de los durmientes para aumentar la rigidez longitudinal del casco y para completar la trabazón de los baos con los costados ó las cuadernas.

Los baos de cabezas reforzadas se fijan á las cuadernas con bastante sencillez. En la fig. 113 está representado el procedimiento seguido comunmente para unir un bao, compuesto de una plancha guarnecida de un nervio en su canto bajo, y de dos angulares adosados á sus caras laterales en el alto, con una cuaderna de uno á dos cuerpos. La cabeza del bao con una de las barras superiores se aplica á la cara interna de

la franja plana de la cuaderna. En la cara externa de la misma franja, cuando la cuaderna es simple, y en una extensión mayor que la comprendida por el bao, se remacha un trozo de angular invertido, á fin de aumentar la rigidez de la unión, compensando la pérdida de resistencia debida á la necesidad de abrir orificios en la cuaderna para remachar la cabeza del bao. El segundo angular de éste se detiene en su punto de encuentro con el invertido. Otras veces, principalmente en las cubiertas altas que no hayan de soportar pesos ni esfuerzos considerables se suprime el trozo de angular invertido, y la cabeza del bao se aplica á la cara externa de la franja libre de la cuaderna, caso en que el hierro que antes se alojaba dentro del ángulo de ésta, ahora se detiene donde la encuentra, mientras que el otro se prolonga hasta el forro.

Cuando el bao es una plancha armada con cuatro angulares, fig. 114, y la cuaderna es doble, el refuerzo del bao se sitúa respecto al cuerpo principal con sus dos angulares superiores en la disposición primeramente explicada en el ejemplo anterior; y en cuanto á los angulares inferiores del bao, que siguen su canto bajo, se detienen al llegar á las cuadernas.

Comunmente son homogéneas la estructura de los baos de una misma cubierta y su unión con el costado. Sin embargo, en los buques de guerra se falta con frecuencia á esta armonía por exigirlo así los anómalos esfuerzos á que están sometidos algunos baos, los cuales necesitan ofrecer una resistencia y un enlace con el costado mucho más poderosos que sus compañeros. En tales casos es frecuente que los talones ó refuerzos de los baos sean sustituidos en la forma representada por la fig. 115, con una fuerte plancha á trechos vaciada, que se asegura á la cuaderna para aligerar su peso, al canto bajo del bao reforzado y al correspondiente de la cubierta inferior.

Ya se dijo que á veces en los extremos de proa y popa las cuadernas rectas eran sustituidas por las reviradas, á fin de conservar á los hierros de ángulo toda su resistencia en la bragada. En tales casos, los baos se disponen de dos maneras: ó conservan su posición, según lo cual se encuentran comprendidos en secciones transversales del barco, ó se fraccionan en dos partes, cada una de las cuales sigue la dirección de la franja de la cuaderna normal al costado.

En el primer caso es necesario doblar las cabezas de los baos y los angulares que las acompañen, para poder adaptarlas á las cuadernas, como representa la fig. 116. Este procedimiento es defectuoso, porque reduce la resistencia que pueden prestar los baos como conso-



lidaciones transversales. Así es, que generalmente se da la preferencia á la segunda disposición, fig. 117, que ofrece ventajas, en particular para los buques de coraza. En tal caso, los dos medios baos en que se divide cada uno de ellos, se aseguran á su correspondiente cuaderna del modo descrito anteriormente, sin inconveniente alguno, y las cabezas libres de los medios baos se fijan por su parte á una eslora ó plancha de caras verticales armada como los mismos baos, que sigue la dirección del plano diametral, y arranca desde el último bao ordinario.

Otras veces, en lugar de una eslora, se instalan dos, fig. 118, cuya separación se hace invariable por medio de trozos de bao, que corren transversalmente de una á otra, fijándose á ellas en los puntos donde terminan los trozos de bao que arrancan de las cuadernas.

Trancaniles. — Los baos, no sólo van unidos directamente á los costados del modo que con diferentes ejemplos se ha explicado, sino que además contribuyen al mismo resultado los trancaniles, piezas que á la par y principalmente tienen por objeto la consolidación longitudinal de los costados y cubiertas. En cuanto á los durmientes que en los buques de madera acompañan siempre á los trancaniles trabajando en el mismo sentido, ya se dijo en qué casos excepcionales se hace uso de ellos y cómo se los instala.

Los trancaniles, en su forma más sencilla, se reducen á unas tracas de plancha sentada y remachada encima de las caras altas de los baos. Unas veces los trancaniles corren tangenteando las cuadernas, y otras se prolongan hasta tocar el forro, lo cual exige que se le recorte de suerte que en las muescas abiertas puedan quedar aquellas alojadas.

En el primer caso, fig. 119, un angular sentado sobre la plancha trancanil, de modo que la cara externa de una de sus franjas se aplique á los angulares invertidos de las cuadernas y remachado á estas y á la plancha, completa la instalación.

La de la fig. 120 es de un uso menos frecuente, aunque preferible por la mayor trabazón entre el trancanil y los costados que con ella se obtiene. La plancha trancanil se prolonga hasta el forro, para lo cual va provista de recortes en que se alojan las cuadernas: á estas se asegura con el auxilio de un angular continuo, establecido como en el caso anterior, y al costado con suplementos del mismo género situados en las claras encima ó debajo del trancanil.

La fig. 121, representa una disposición de trancanil que ofrece gran resistencia y es muy apropiada para oponerse á las flexiones longitudinales. Se reduce á la de la fig. 119, con la diferencia de que el angu-

lar del trancanil se une á una plancha que pudiera llamarse sobretrancanil, apoyada de canto en los baos y adosada y remachada á los angulares invertidos de las cuadernas, y á veces además á otros de la misma clase, dispuestos en trozos para asegurarla más á los miembros.

La misma plancha de canto, fig. 122, se emplea en la segunda disposición explicada, dando entonces lugar á una consolidación longitudinal, todavía más enérgica que la anterior.

Por último, los trancaniles huecos ó tubulares marcan el límite de resistencia que de esta clase de piezas puede esperarse. Se forman de varias maneras: ya son tres planchas reunidas en ángulo recto con corta diferencia, y merced á varios hierros de ángulo con los que se aseguran además á las cuadernas y cubiertas; ya como indica la fig. 123, en la que se ve que la plancha inferior rebasa los límites el trancanil y se extiende hacia el plano diametral, consolidando mucho la cubierta; ya se adopta la combinación todavía más resistente, representada en la fig. 124. En esta, el trancanil, formado como en el caso precedente, se une además á las cuadernas con el auxilio de una plancha adosada á sus hierros invertidos, y á los costados remachando á la plancha alta del trancanil suplementos de la misma clase, situados enfrente de cada clara, que al llegar al forro se doblan, y por la parte doblada se fijan al mismo.

Se evita, siempre que es posible, la adopción de trancaniles tubulares á causa de su excesivo volumen y lo complicado de su estructura, sustituyendo la gran consolidación que proporcionan con la que resulta del aumento de anchura de la plancha trancanil, y también hasta forrando la cubierta correspondiente con tracas del mismo material.

Trancaniles y amurada de la cubierta alta.—Aun cuando los trancaniles de la cubierta alta son en el fondo como los de las otras, conviene fijar la atención en ellos por la manera como se combinan con los demás elementos adyacentes del casco, según que las cuadernas, como sucede en algunos barcos, se detengan debajo de los trancaniles, ó se prolonguen por encima para formar los barraganetes, como se ve en otros casos.

Cuando ocurre lo último, es necesario que el trancanil ofrezca los recortes necesarios para dar paso á las cuadernas, á las que acompaña el forro exterior hasta la misma regala.

La fig. 125 representa el caso que se está considerando, en el que se suprime á veces el sobretrancanil. Por lo dicho se comprende que el

agua de lluvia pudiera abrirse paso fácilmente al través de los orificios practicados en las planchas del trancanil, si con el objeto de evitarlo no se macizará con cemento ó con madera los espacios que quedan entre cuadernas hasta la altura del sobretrancanil.

En el ejemplo que se acaba de citar, el trancanil se prolonga hasta el forro. Otras veces se detiene, como ya se ha dicho al hablar en general de estas piezas, en la cara interior de las cuadernas, disposición indicada en la fig. 126, cuyo examen permite reconocer que aquellas se prolongan algún trecho por encima de la cubierta. Sobre sus cabezas corre una traca de planchas que las rebasa exterior é interiormente, y se afirma al forro por medio de dos angulares y á los invertidos de las cuadernas con el auxilio de otro. Esta traca sirve de asiento á los barraganetes, que en el caso presente se reducen á unos candeleros de hierro provistos de patillas, para asegurar en ellos la amurada y recibir la tapa de regala.

La pérdida de resistencia sufrida por los trancaniles, á causa de la necesidad de recortarlos si se prolongan hasta el forro, y lo difícil que es hacer estancas las cubiertas con tal sistema, son las principales razones que en muchos casos inducen á detener las cuadernas debajo de la cubierta alta. Cuando se ejecuta esto, los barraganetes se hacen de hierro ó de acero unas veces y otras, aunque con menos frecuencia, de madera, prolongándose en cualquier caso el trancanil hasta el forro.

Si los barraganetes son de hierro ó de acero, el forro de plancha sigue hasta la regala, y aquellos reciben formas apropiadas al destino del barco. Los más sencillos se reducen á candeleros de hierro iguales ó parecidos á los de la fig. 126, armados de patillas en sus extremos para recibir la tapa de regala en el uno y para fijarlos á la cubierta en el otro. Disposición resistente y ligera, aunque algo complicada, es la representada en la fig. 127. Los barraganetes son de plancha redoblada, de suerte que sus secciones horizontales tengan la figura de una V. Se fijan al forro remachando á este los rebordes que con este objeto se dejan en la plancha, y á la cubierta por medio de un angular que sigue el contorno de la base de cada barraganete.

Preferibles por su sencillez, son los barraganetes formados con angulares de una manera parecida á las cuadernas. La fig. 128 ofrece un ejemplo de esta combinación. La barra en cuestión (que es de sección de T), á partir de la tapa de regala, desciende hasta la cubierta en donde se dobla para asegurarse á ella.

Con los barraganetes de madera se usa á la par un forro del mismo material en la amurada de cubierta que sustituye al metálico, lo cual

ofrece la ventaja de que así el costado se deteriora menos en esa parte por efecto de los repetidos choques á que suele estar expuesto, principalmente en los buques mercantes, y además facilita la instalación de algunos accesorios necesarios para la jarcia de labor. Con este último objeto se revisten á veces con un forro interior de madera las amuradas altas metálicas de los barcos en que el velamen es considerable.

Siempre que se hacen de madera los barraganetes, las cuadernas se detienen debajo del trancanil que, como ya se dijo, llega en tal caso hasta el forro exterior de hierro ó de acero, el cual se prolonga siempre algún tanto por encima de la cubierta. Las figuras 129, 130 y 131 son otros tantos ejemplos de las disposiciones adoptadas para la combinación de los trancaniles con los barraganetes de madera.

En la fig. 129 se ve la plancha trancanil asegurada al forro con un angular continuo de popa á proa. Un trancanil de madera, establecido sobre el hierro y empernado en él, permite instalar cómodamente los barraganetes: con tal objeto estos llevan espigos que se alojan en las cajas correspondientes abiertas en el trancanil: las cajas se pintan de antemano lo mismo que los espigos, y posteriormente se calafatean las juntas. Este ensamble se consolida con pernos y clavos.

La fig. 130 representa otra combinación usada para reunir los trancaniles y barraganetes. Los primeros llegan como siempre hasta encontrar la última cinta metálica, asegurándose á ella del modo ya dicho. Un sobretrancanil de plancha dispuesto paralelamente al forro, y á una distancia de éste igual al grueso de los barraganetes, forma con la última traca del costado, que se eleva á la misma altura que el sobretrancanil, una caja que se aprovecha para alojar los pies de los barraganetes, macizándose con tacos de madera los espacios comprendidos entre cada dos de ellos.

Por último, en la fig. 131 se puede examinar un ejemplo de la manera como se combina un trancanil tubular con barraganetes de madera. El trancanil se instala adosado al forro, cuya traca superior se utiliza para formar una de las caras de la misma pieza, que en ocasiones se consolida con otra plancha superpuesta á la última cinta. Encima del trancanil así dispuesto se montan los barraganetes sobre una serie de carlingas de hierro remachadas á la cara alta de aquel.

En los casos mencionados de barraganetes de madera, la amurada de cubierta es enteramente análoga á la de un barco de la misma sustancia.

Escotillas.—Las escotillas se forman como en los buques de ma-

dera, estableciendo esloras que con los baos dibujan el marco de la abertura. Las esloras se arman como los mismos baos de la cubierta á que pertenezcan, corren de unos á otros, y se aseguran á ellos por medio de trozos verticales de angular remachados á las dos piezas, para cuya unión se emplean.

Sobre el marco, así constituido, se montan las brazolas y contrabrazolas que son comunmente de madera; y á fin de que tanto ellas como las tracas del entablado puedan encontrar una buena base, á la par que para consolidar la porción de cubierta debilitada por el establecimiento de la escotilla, se fija á las esloras y los baos en el contorno del marco una chapa de hierro ó de acero, como se ve en la fig. 132. A ella, así como á las caras altas de los baos y esloras se empernan las brazolas. A estas se agrega un angular establecido en su base, de modo que consolida la escotilla, impidiendo las desviaciones laterales de las brazolas.

En algunas escotillas, principalmente en las de máquinas y calderas, se varía la disposición descrita, desechando las brazolas de madera. Las esloras son entonces planchas que elevándose cierto trecho por encima de los baos, forman las brazolas propiamente dichas. Estas planchas se aseguran con trozos verticales de angular en sus puntos de encuentro con los baos, y en sus aristas inferiores se refuerzan con otras piezas horizontales de la misma clase. En cuanto á las contrabrazolas, son semejantes á las piezas anteriores; se reducen á dos planchas sentadas de canto encima de los baos, las cuales se unen á las brazolas por el intermedio de angulares verticales, aplicados á las unas y los otros en sus aristas de encuentro. Un angular apoyado en los baos y esloras, y adosado á las caras exteriores de las brazolas y contrabrazolas, sigue el contorno de la escotilla, á cuya consolidación contribuye.

Las dimensiones de las escotillas obligan casi siempre á fraccionar algunos baos: cuando esto ocurre, sus frentes se unen á las esloras por medio de trozos de angular, colocados en las aristas de intersección; y como queda algo debilitada la resistencia transversal del casco en los sitios donde se establecen grandes escotillas, se suele aumentar la rigidez de las cuadernas y de los baos correspondientes á las contrabrazolas para compensar ese inconveniente. Los baos no presentan entonces los ensanches ó refuerzos ordinarios cerca del costado, siguen hasta éste sin variar de dirección, y se remachan á las caras laterales de los hierros principales de las cuadernas. Una plancha trapezoidal, ó de otro contorno adecuado, que desciende desde cada bao hasta la

cubierta inmediata, y que se asegura á uno y otra, así como á la cuaderna, es el medio sencillo, pero enérgico empleado en tales casos para compensar la pérdida de rigidez transversal, fig. 115. Su borde interior se suele guarnecer con los mismos hierros que el bao á que corresponda, los cuales se utilizan para asegurar á la cubierta la plancha de consolidación.

Forro de cubiertas.—Sirviendo el forro de cubiertas como una poderosa consolidación longitudinal, parecía lógico que se le hiciera completamente de plancha. Así efectivamente se practica en la construcción de muchos barcos acorazados, en la cubierta alta y en la batería, así como en los buques de gran eslora y también en los torpederos, pero no por eso se prescinde del empleo de un entablado de madera ó de otro revestimiento equivalente, sin el que sería peligroso el servicio de los tripulantes por lo resbaladizo que llegaría á ponerse con el uso un piso metálico. Son pocos, sin embargo de lo dicho, los casos en que se ha considerado oportuno establecer toda la cubierta alta y la de la batería con forro de hierro ó de acero, pues en los barcos de guerra mencionados, cuyas circunstancias especiales exigen una rigidez notable, se ha optado en muchas ocasiones por forrar tan sólo el extremo de proa de la cubierta, dos fajas longitudinales adyacentes á los costados, que constituyen los trancañiles ó parte de ellos, y á veces el emplazamiento correspondiente á una batería ó reducto central, si lo lleva el barco. También se forran con planchas los puntos sometidos á esfuerzos anormales, como son aquellos por donde atraviesan los palos. Lo general, en todos estos casos, es unir á tope las planchas, consolidándolas en las juntas con suplementos superpuestos, que posteriormente quedan empotrados en la tablazón de madera.

Aparte de estos casos particulares, las consolidaciones longitudinales determinadas por el forro de cubierta se reducen á los trancañiles, á una ó dos tracas de planchas, que pudieran llamarse de contratrancañiles, por estar adyacentes á las primeras, y además á otro par de tracas que sigue la dirección de las brazolas, á las que prestan asiento. Como la eficacia de estas consolidaciones es mayor en las cubiertas altas que en las demás, por hacerse sentir más en aquellas los efectos de las flexiones del casco, se aumenta en ellas la resistencia, estableciendo algunas veces á cada banda otra traca de planchas á una distancia media entre las de trancañiles y las adyacentes á las escotillas.

Por último, análogamente á lo que se practica en los barcos de madera, se cruzan las cubiertas con diagonales de plancha sentadas de

manera que corran sin interrupción de banda á banda, dejando entre ellas todas las aberturas practicadas en las cubiertas.

Todas las tracas de que se acaba de hablar, se remachan á las caras altas de los baos.

El entablado con que se revisten las cubiertas, se coloca sobre el forro total ó parcial de hierro en la misma disposición explicada para los baos de madera: los tablones se sujetan á los baos con pernos de rosca para madera ó con pernos de tuerca.

Las figuras 133 y 134 representan la tablazón empernada á los baos, de las diferentes maneras indicadas. En la fig. 133 se ve cada tablón sujeto con pernos de rosca para madera, los cuales se introducen de abajo arriba. En la fig. 134 está indicado el uso de pernos con tuerca, introducidos unas veces por la cara alta de la cubierta con la tuerca debajo, y otras á la inversa. Cuando se emplean estos pernos, que obligan á perforar los tablones de parte á parte, se dejan embutidas las cabezas ó las tuercas como un tercio del grueso de los tablones, y las cavidades restantes se cubren con tapines.

Puntalería.—Para terminar con lo referente á las cubiertas, falta tan sólo hablar de los puntales que en la clase de barcos de que se está tratando se hacen siempre de hierro forjado ó fundido, por más que las razones expuestas en otro lugar, hagan preferible el empleo de los primeros. Los fundidos conviene que sean huecos, con lo que á igualdad de peso aumenta su resistencia. Las cabezas de los puntales huecos son á veces macizas; pero cualesquiera que sean la forma y el material adoptados para la fabricación de la puntalería, se hacen fijos y levadizos los puntales en los mismos casos que anteriormente se enumeraron.

Según el punto de vista, bajo el que se considere su servicio, así se opta por afirmar á los barcos nada más que las cabezas de los puntales fijos á sus dos extremos. Este último sistema es el preferible, ya que los puntales pueden trabajar eficazmente en favor de la rigidez de los barcos, no sólo por compresión sino también por tracción. En los buques de guerra, las vibraciones producidas por los disparos de la artillería son á veces causa de que los pies de los puntales salten de las zapatas en que ordinariamente se alojan y por esta razón se acostumbra á fijarlos en las cubiertas.

Los baos de todas las que hay en los buques deben corresponderse verticalmente para la más fácil y segura instalación de los puntales, y atendido el gran servicio que estos prestan, conviene multiplicarlos

bastante; así es que, según las buenas prácticas de construcción, debe haber uno por cada bao en el tercio medio del casco, al paso que en proa y popa, donde se hacen sentir menos los efectos de la flexión, se colocan alternativamente; es decir, dejando sin puntal un bao entre cada dos.

Claro está que estas reglas no son absolutas, sobre todo cuando la existencia de mamparos verticales hace innecesaria la multiplicación de puntales.

Las cabezas de los puntales se aseguran de distintos modos, variables con la constitución de los baos. Los dos, representados en las figuras 135 y 136, compendian los procedimientos más usados. En el primero, la cabeza del puntal, sobre la que descansa directamente el canto inferior ó el nervio del bao, lleva una patilla que se emperna á una de las caras laterales de ésta; en el segundo caso el puntal termina en un ensamble horizontal, sobre el que se sienta y emperna el bao.

En cuanto á los pies de los puntales, ó se les arma con orejas, como indica la fig. 135, caso en que se empernan á los angulares del bao inferior al través del entablado, ó se fijan en la cubierta unas carlingas de hierro para recibirlos. Dos cuñas introducidas en sentido contrario la una de la otra, permiten hacer que el puntal trabaje más ó menos. Esta disposición está representada en la fig. 136.

En la fig. 137 se puede examinar el procedimiento seguido para unir los pies de los puntales de bodega á una sobrequilla. Si ésta tuviera distinta composición, lo dicho anteriormente basta para dar una idea de la manera cómo podría obtenerse su unión con los puntales.

CAPÍTULO III.

Cámaras estancas.—Estructura de los mamparos estancos.—Puertas y válvulas de los mamparos estancos.—Cámaras estancas para lastre de agua.—Pruebas de las cámaras estancas.

Cámaras estancas.—La escasa resistencia que opone el forro de los barcos de hierro á los choques contra cuerpos duros, expondría á grandes desastres, si de algún modo no se hubiera procurado poner remedio á tan grave defecto. Esto se consigue subdividiendo los cascos en cámaras ó compartimientos estancos bastante numerosos para que, invadido uno de ellos por el agua exterior, á consecuencia de un choque y de la subsiguiente rotura del forro, puedan conservarse todavía los buques á flote, y ganar un puerto con el fin de remediar la avería. La experiencia ha demostrado con repetidos ejemplos la eficacia de este recurso, siempre que los mamparos divisorios de los compartimientos han sido instalados con sujeción á las condiciones mencionadas, relativas á su número y á la impermeabilidad que forzosamente deben asegurar en cada cámara.

Pero no se limita tan sólo á este importante servicio la utilidad de los mamparos estancos: sirven además de consolidaciones transversales y longitudinales (según como estén instalados), tanto más enérgicas cuánto más fuerte sea su estructura; y contribuyen á la localización del fuego, si por acaso se declara á bordo un incendio.

Sin perder de vista la condición de que los barcos puedan flotar una vez anegado un compartimiento, se hace la subdivisión en sentido longitudinal por medio de mamparos transversales, dispuestos de manera

que la máquina y los generadores queden encerrados en una sola cámara. En algunos barcos de gran porte las máquinas se sitúan en una y las calderas en otra, que comunican entre sí por un callejón provisto de compuertas, capaces de cerrar herméticamente, aislando los dos compartimientos. En los vapores de ruedas las calderas se sitúan á veces mitad á proa y mitad á popa de la máquina y quedan separadas de ella por dos mamparos.

Además de los que se acaban de enumerar, se sitúan otros dos, muy próximos, el uno á la roda y el segundo al codaste proel, á causa del mayor peligro que en tales puntos existe de que se declare una vía de agua determinada en el primer caso por colisión, y en el segundo por las vibraciones del propulsor, que fatigan y aflojan los remaches del forro de popa. En los buques de vela y en los de ruedas se suprime comunmente el mamparo cercano al codaste; y en los primeros es muy común que sólo se establezca el mamparo de proa ó de colisión.

Los espacios comprendidos entre los mamparos extremos, cuya utilidad está universalmente reconocida, y los que aislan las máquinas y calderas se subdividen á su vez en un número variable de cámaras dependiente de las dimensiones del casco, del grado de seguridad á que en él se aspire, y también de la energía que á las consolidaciones transversales se juzgue conveniente dar. Desde este punto de vista, los mamparos transversales son verdaderas bulárcamas que sustituyen ventajosamente á las usadas en los buques de madera.

Los mamparos longitudinales son menos empleados que los transversales, y sólo se encuentran en barcos de gran eslora, ó en aquellos cuya naturaleza exige condiciones especiales de rigidez, como, por ejemplo, los barcos acorazados. Sin embargo, aun en los casos ordinarios suelen hacerse estancos los mamparos que limitan á las carboneras. El túnel de la hélice conviene (y así se ejecuta) construirlo con mamparos del mismo género para poder visitar los ejes en todas circunstancias; y en los buques modernos, de hélices gemelas, es general instalar un mamparo diametral estanco de gran altura, que divide en dos porciones iguales al casco y forma como una prolongación vertical de la sobrequilla. La presencia de este mamparo suministra una rigidez excepcional y notables ventajas para la flotabilidad.

También se emplean mamparos horizontales dispuestos como las cubiertas, y aun se ha propuesto que sustituyan parcialmente á los demás para facilitar la estiva y el servicio interior de los barcos; pero hasta ahora no son usados más que en los extremos de proa y popa.

De tan vital importancia se considera una gran subdivisión en cá-

maras estancas de la obra viva de los buques de guerra, que en muchos casos pasan aquellas de ciento. Esta subdivisión reclama siempre detenido estudio, si las cámaras han de prestar efectiva utilidad sin introducir perturbación notable en los servicios de á bordo, y debe aprovecharse para disminuir en los entrepuentes y bodega el número de puntales, á los que pueden reemplazar y reemplazan convenientemente los mamparos verticales.

Pero á cambio de las incontestables ventajas que un gran número de cámaras estancas reporta á todo buque, ofrecen, entre otros varios inconvenientes de menor cuantía, el de aumentar el peso del casco, el de embarazar más ó menos algunos servicios interiores y el de entorpecer la ventilación natural, cuya deficiencia es forzoso suplir con procedimientos artificiales, y el de hacer difícil en los buques mercantes una buena estiva ó el aprovechamiento de todas las capacidades utilizables de la bodega.

En cuanto á la altura de los mamparos verticales, para que sean útiles en todos sentidos, debe alcanzar por lo menos hasta la cubierta inmediatamente superior á la línea de flotación. A veces se elevan más, disposición conveniente; pero esto tan sólo se efectúa cuando se juzga necesario para asegurar la rigidez del casco, por más que si llega á anegarse una cámara, y aumenta, por tanto, el calado del barco, no baste á veces la altura ordinaria de los mamparos para preservarlo de irse á pique.

En cualquier caso para que los mamparos llenen cumplidamente su objeto, es indispensable que sean en realidad estancos ó impermeables.

Estructura de los mamparos estancos.—La estructura de los mamparos, tanto transversales, como longitudinales, es la misma. Se forman con hiladas de planchas dirigidas horizontal ó verticalmente, que se unen á las inmediatas de una de las maneras explicadas al hablar del forro; pero lo más común es, que estas juntas sean de tingladio. Fijando ahora la atención en los mamparos transversales, cuya instalación, por ser los más usados, ofrece mayor interés, conviene advertir que siempre se hace coincidir cada uno de ellos con una cuaderna, á cuya cara plana se asegura.

Si la cuaderna es de un solo cuerpo, la cara que se remacha al costado debe ser bastante ancha, para que en ella se puedan abrir dos filas de remaches en zig-zag y en número suficiente para que sea estanca su unión con el costado. Una sola fila de remaches obligaría á establecerlos muy próximos para conseguir este resultado, lo cual daría

lugar en el forro á una sección transversal excesivamente debilitada. No se considera bastante enérgica la unión así obtenida en los costados, sobre todo en este caso; así es que generalmente se acostumbra á instalar escuadras de hierro E, E, á diferentes alturas en cada mamparo, que alternativamente se fijan á sus caras de proa y popa, como puede verse en la fig. 138.

Estas escuadras, no sólo sirven para apuntalar los mamparos, contribuyendo á conservarlos planos y á ligarlos á los forros, sino que además reparten sobre una faja de costado la presión que pudiera actuar contra ellos.

Preferible al empleo de una cuaderna formada por un solo cuerpo principal es el procedimiento que consiste en hacer que los bordes de los mamparos queden encerrados entre las caras planas de dos hierros de ángulo remachados al costado, los cuales constituyen de este modo una cuaderna doble. Como se reconoce por el examen de la fig. 139, á esta disposición acompañan escuadras semejantes á las descritas, que se establecen á distintas alturas, ya sea correspondiéndose las de las caras opuestas, ya alternativamente, que es lo mejor y más usado, como se ha visto en la fig. 138.

De cualquier manera, el costado no ofrece confianza en toda la faja ocupada por la cuaderna simple ó doble á que corresponde cada mamparo, á causa de los numerosos remaches exigidos por la necesidad de hacer estancos los compartimientos. Por esta razón para evitar en lo posible resultado tan perjudicial, se da á las cuñas usadas para facilitar el remachado del forro una longitud igual, en cada mamparo, á la de las dos caras adyacentes de proa y popa, de suerte que cada cuña de esta especie se utiliza para tres cuadernas, según puede verse en la fig. 139.

Considerados los mamparos como bulárcamas, conviene darles una gran rigidez, también necesaria para que puedan resistir sin deformarse el empuje del agua, si por acaso llegara á ser invadido por el mar una de las cámaras que limitan. Con tal objeto, se les arma con angulares verticales y horizontales, situados á distancias variables; pero es de advertir, que para simplificar su instalación se colocan, por ejemplo, los verticales adosados á la cara de proa del mamparo, y los horizontales á la de popa, ó inversamente.

La manera más sencilla, y una de las mejores para disponer los elementos de un mamparo, consiste en formarlo con tracas verticales de planchas, de manera que los frentes de los de una misma hilada se unan entre sí á junta cubierta; es decir, á tope con las correspondien-

tes barretas colocadas todas ellas del mismo lado, lo cual permite remachar fácilmente sobre el opuesto los angulares verticales. Las hileras se unen á su vez á junta de tingladillo: esto obliga á usar cuñas de hierro para llenar los huecos que quedan entre los hierros horizontales de consolidación y las planchas, ó á voltear aquellos convenientemente para que se amolden á los zig-zags que presenta el tingladillo. Por lo demás, es fácil montar las consolidaciones horizontales de modo que no encuentren á las barretas, aun en el caso de que no se sujeten las juntas que estas recubren á la condición de no corresponderse de una traca á otra en la misma horizontal.

Son de bastante uso también los mamparos formados con tracas dirigidas de babor á estribor. Este procedimiento exige, sin embargo, más trabajo para hacer perfectamente estancas las juntas determinadas por la unión de las diferentes tracas de cada mamparo con las caras planas de las cuadernas.

En todos casos, los angulares horizontales se distribuyen de suerte que corresponda uno á cada cubierta atravesada por un mamparo y se aprovechan para fijar el entablado, como si pertenecieran á un bao.

Cualquiera que sea la estructura de los mamparos, se abren en ellos las muescas y orificios necesarios para dar paso á todas las piezas de consolidación longitudinal, como truncaniles, sobrequillas, cuerdas, etc., cuya eficacia disminuiría mucho si fuera preciso fraccionarlas: esto en el caso de que se trate de mamparos transversales, y lo mismo puede decirse de los longitudinales, al través de los que corren los diferentes baos de las cubiertas sin fraccionamiento alguno. Pero al conservar á estas piezas su resistencia, no se pierde de vista la imprescindible condición de hacer estancas las juntas que así se originan, acudiendo para ello al empleo de angulares volteados según todas las sinuosidades que presenten.

Las figuras 140, 141 y 142 ofrecen varios ejemplos del encuentro con un mamparo de sobrequillas de diversas clases y de la manera usada para hacer estancas las juntas. Es de advertir que cuando es hueca la sobrequilla, como ocurre en el caso de la fig. 142, es indispensable cerrar la comunicación que pudiera establecerse por su interior entre las dos cámaras adyacentes. De una manera parecida se hacen estancas las juntas de las demás piezas que atraviesan á los mamparos, ya sean truncaniles, ya esloras, ya baos.

La impermeabilidad absoluta de los mamparos, no puede obtenerse, sin embargo, si á los medios enumerados para conseguirlo no se agregara el repicado de todas las juntas como en el forro.

Puertas y válvulas de los mamparos estancos.—Por lo dicho se comprende que los compartimientos quedan completamente aislados, y, por lo tanto, que en cada uno de ellos es necesario disponer de medios de achique para extraer el agua de la sentina.

No es esto, sin embargo, lo que siempre se practica, sino que en cada mamparo se establece en la misma varenga de la cuaderna á que pertenece una válvula corrediza que sólo se cierra en el caso de que se anegue el compartimiento adyacente, y permite obtener por tanto, en unión con los imbornales de varengas la comunicación ordinaria á lo largo del casco.

Estas válvulas corredizas se reducen á una plancha de hierro, móvil en sentido vertical delante de una abertura practicada en el mamparo. Las superficies de contacto se ajustan perfectamente para que el cierre sea hermético, y unas guías remachadas á las varengas impiden que las válvulas se desvien de su posición en el sentido horizontal. Un largo vástago, que llega hasta la cubierta principal, permite abrir ó cerrar cada válvula por el intermedio de un sencillo mecanismo, sin necesidad de bajar á la bodega, que ya pudiera estar invadida por el agua.

Con objeto de facilitar la circulación dentro del casco, se abren otros orificios ó puertas en los mamparos estancos. Así, por ejemplo, cuando la cámara de las máquinas está separada de la que ocupan las calderas, se instalan compuertas de comunicación que den un cierre completamente estanco, y que una vez abiertas puedan dar paso á los sirvientes del aparato motor y de los generadores. Estas compuertas reproducen en mayor escala y con ligeras variantes, la disposición explicada para las válvulas de varengas. Una plancha de hierro forjado ó fundido, robustecido con varios nervios, cierra la abertura de comunicación. Ordinariamente se aloja en un marco del mismo material, empernado ó remachado al mamparo, el cual lleva en su contorno un alefriz ó ranura dentro de la que se mueven los bordes de la compuerta, recubiertos de suplementos de bronce ajustados para dar el cierre hermético.

Cada compuerta se abre ó se cierra por medio de un mecanismo sencillo, que en todos casos se maneja desde la cubierta alta. Unas veces consta de un eje vertical, provisto de dos ó más piñones que engranan con otras tantas cremalleras horizontales montadas en la compuerta, cuyo movimiento, por consiguiente, es también horizontal; otras el eje vertical giratorio lleva un husillo que penetra en una tuerca fija á la compuerta, que es entonces arrastrada en sentido ver-

tical; y otras, en fin, se acude á diversos procedimientos entre los cuales merece mención especial el aplicado á puertas dobles ó de dos hojas, cuyo cierre lo determina la acción de unos flotadores cuando el agua llega á alcanzarlos.

Si las puertas de comunicación entre los compartimientos no están en la bodega, sino en las cubiertas superiores, ya no es necesario en general acudir á estos mecanismos, porque antes de que el agua llegue á ellos, hay tiempo de cerrarlas. Suelen ser en tales casos verdaderas puertas giratorias, cuyos bordes bien ajustados se apoyan en alefrices igualmente preparados para recibirlos, y practicados en marcos fijos á los mamparos. Otras veces los alefrices de los marcos se hallan provistos de frisas de caucho que dejan hermético el cierre.

Cámaras estancas para lastre de agua.—Desde que empezó á generalizarse el uso del vapor como medio de propulsión, se procuró utilizar este poderoso elemento en los buques de hierro y en los de acero para simplificar las pesadas faenas, los gastos y la pérdida de tiempo que originaba la necesidad de embarcar y desembarcar el lastre de piedra ó metálico, entonces usado á bordo, por la marina mercante y aun la de guerra cuando cambiaba el estado de carga de los buques ó se quería producir en ellos determinado asiento ó diferencia de calados.

Alcanzóse este objetivo merced á la adopción de cámaras estancas situadas en los fondos, en las que se deja penetrar el agua de mar hasta que las llene total ó parcialmente, según las necesidades del momento, y que por medio de máquinas auxiliares de vapor se vacían cuando, por admitir nueva carga á bordo, ya no es necesario su servicio. Pueden ser estas cámaras una ó varias y su situación respectiva diversa, circunstancias que dependen de los destinos del barco, y, por consiguiente, del emplazamiento ordinario de los objetos, mercancías ó efectos de condición variable en cantidad y peso que aquel haya de recibir y desembarcar. Lo común es, que en los buques mercantes, si el aparato motor se halla montado bastante á popa, haya necesidad de establecer á proa una cámara para lastre; y que el número de estas sea dos, una á proa y otra á popa si el aparato motor se halla situado hacia la medianía del casco.

De cualquier manera, fig. 143, estas cámaras están limitadas en su fondo por el forro del buque, á proa y popa por dos mamparos transversales de conveniente altura, á banda y banda, de ordinario, por dos tracas que á manera de sobrequillas laterales é intercostales estancas,

corren á lo largo de la cámara; y finalmente, por un forro interior también estanco que cierra herméticamente la parte alta del depósito y se sitúa á conveniente altura encima de las varengas.

La instalación de este forro, así como la de los costados longitudinales, es lo que principalmente merece fijar ahora la atención, puesto que de las demás partes que aparecen en la cámara, se ha dado ya noticia en el lugar correspondiente.

Por lo que hace al forro interior, nada de particular ofrece su estructura como no sea su manera de ligarlo á las cuadernas, que se efectúa mediante una serie de consolidaciones longitudinales establecidas de trecho en trecho á manera de sobrequillas laterales ordinarias, á las que se da robustez suficiente para que suministrando una sujeción enérgica al forro, pueda éste resistir no tan sólo la presión del líquido, encerrado en la cámara, sino también los violentos choques del agua en los balances y cabezadas cuando aquella no esté completamente llena.

Por lo demás, estas consolidaciones longitudinales no se limitan á la extensión abarcada por la cámara de lastre, sino que á fin de uniformar la resistencia á lo largo de la eslora, se prolongan más allá á distancias variables para unas y otras, afirmándolas á los angulares invertidos de las varengas, del mismo modo que dentro de la cámara, y procurando que vayan á terminar ligándose con otras consolidaciones de carácter análogo del casco.

Por su parte los costados de la cámara se establecen también sólidamente acudiendo á variados procedimientos. De uno de ellos da idea la figura, en la que, como es fácil reconocer, aparece continua la traca de costado que se fija al forro exterior con un angular también continuo y al interior ó tapa de la cámara doblándose, procedimiento preferible al de establecer una angular como en la unión del canto bajo.

Esta disposición obliga á fraccionar las cuadernas, que resultarían peligrosamente debilitadas, si para compensar la pérdida de resistencia producida al hacerlas de trozos, no se fijaran dos fuertes escuadras *a, b* en cada uno como se observa en la figura.

Ejemplo de otra instalación análoga presenta la fig. 144, no tan recomendable como la anterior, aunque en ella entran menos elementos y por tal razón parece más sencilla; pero el volteo de los angulares que siguen el contorno recortado de la plancha que cierra lateralmente el costado y tiene que dejar paso á las cuadernas, en este caso enterizas, y los bloques de hierro forjado que es necesario establecer debajo del angular invertido de cada cuaderna para cerrar el paso al agua son

piezas de difícil sujeción y con las que no es asequible un calafateo perfecto para evitar filtraciones.

Pruebas de las cámaras estancas.—Cualesquiera que fueren las disposiciones adoptadas para las cámaras, importa asegurarse de su impermeabilidad, y para ello el único procedimiento práctico se reduce á llenarlas de agua. No suele practicarse esta operación con las principales del casco, mas importa efectuarla con aquellas, que como las cámaras de lastre, han de utilizarse con frecuencia.

En tales casos, después de cerrar herméticamente los registros que en ellas para visitarlas se establecen, se llenan completamente de agua, y si se hallan situadas debajo de la flotación por medio de un tubo de suficiente altura dentro del que se vierte agua, se obtiene una carga que es la de prueba y está fijada por la altura de la flotación. Cuando por acaso la cámara se eleva más que el nivel del mar, entonces fija la carga de prueba una columna de agua que rebasa á la cámara una altura de 2,40 metros. Tal es la práctica seguida en Inglaterra.

No conviene de ningún modo prescindir de la prueba de impermeabilidad, efectuada en las cámaras anegándolas, pruebas que en algunos países, como Francia, es reglamentaria; pero cuando menos es indispensable hacer un ensayo de los mamparos que, si no es concluyente, por lo menos puede ser útil para revelar los defectos más considerables del calafateo de juntas y consiste en dirigir contra las costuras violentos chorros de agua despedidos á corta distancia por una bomba de incendios.

La cara opuesta del mamparo presenta lagrimeo en aquellos puntos donde el trabajo ha sido imperfecto.

CAPÍTULO IV.

Sistema longitudinal de construcción.—Combinaciones de los sistemas longitudinal y transversal ó construcción celular.

Sistema longitudinal de construcción.—Tomando como punto de partida el hecho plenamente probado de que el forro de un barco de hierro constituye la base fundamental de su resistencia á toda clase de esfuerzos, resistencia que, como se sabe, es incontestablemente superior á la que ofrecen los barcos de madera, no correspondiendo á los elementos restantes de la construcción otras funciones que conservar á la envolvente su perfecta forma primero, y además reforzar cada porción determinada de ella contra los esfuerzos especiales á que constantemente esté sometida, dedujo Mr. Scott Russell que el sistema de construcción desarrollado en los tres capítulos precedentes adolecía del defecto de no proporcionar la disposición é intensidad de las resistencias á la dirección y energía de las fuerzas destructoras, supuesto que los buques construídos con arreglo á lo dicho presentaban una resistencia transversal excesiva, determinada por sus numerosas cuadernas y una falta de resistencia longitudinal.

Como resultado de estas observaciones, introdujo un sistema de construcción ó de coordinación de los elementos de los cascos de hierro, que denominó sistema longitudinal, que aun cuando no ha llegado á reemplazar completamente al expuesto ó transversal, fué punto de partida para llegar á otras importantes modificaciones en la construcción naval, que serán indicadas en este mismo capítulo.

Según las ideas de Mr. Scott Russell, se obtiene suficiente rigidez en

los barcos contra los esfuerzos del mar, cuando no tienen demasiada manga y eslora, por medio de un forro sencillo de hierro y un número proporcionado, pero reducido, de mamparos transversales. Mas cuando los barcos alcanzan dimensiones considerables, es indispensable introducir otros elementos de consolidación entre los mamparos para impedir las deformaciones del forro; sólo que en vez de adoptar con tal objeto cuadernas como las descritas, juzga el autor del sistema, preferible el empleo de cuadernas longitudinales, que de ahora en adelante se llamarán vagras. Consisten las vagras en tracas de planchas dirigidas de proa á popa en el interior del casco y apoyadas de canto en el forro, de modo que le sean normales. Según la importancia de los barcos, así se guarnecen las vagras con uno ó con dos hierros de ángulo en sus cantos superior é inferior. El hierro inferior sirve para unir cada vagra al forro además de consolidar á una y otro; y el superior, cuando se emplea, sólo tiene este último objeto en unos barcos, y en los restantes recibe el remachado de un forro interior parcial ó completo.

De este modo, en el caso límite de resistencia, cada barco está formado por dos cascos concéntricos, asegurados el uno al otro: 1.º, por el intermedio de mamparos transversales, que llegan hasta el casco exterior, y cuyo número Mr. Scott Russell recomienda que sea igual al de veces que la eslora es mayor que la manga: 2.º, con el auxilio de las vagras descritas, que corriendo á lo largo de los barcos y atravesando los mamparos, dividen la capacidad comprendida entre los dos forros en una serie de celdas; y 3.º, acudiendo en ocasiones determinadas, á lo que Mr. Scott Russell denomina mamparos parciales, y son en definitiva á manera de bulárcamas de planchas armadas comunemente como las vagras é instaladas entre los dos forros. El autor del sistema longitudinal, cree con mucha razón que estas consolidaciones, «son admirables medios de combatir esfuerzos locales, como, por ejemplo, en donde corresponda un palo de la arboladura, en la parte de costado ocupada por un cañón de grueso calibre; allí donde atraviere un eje de ruedas de paletas ó un bao de canaleta; en el emplazamiento de las chumaceras de los ejes de transmisión de un barco de hélice, etc., etc.»

A los elementos enumerados se agregan mamparos longitudinales, situados verticalmente, que atraviesan á los transversales y llegan hasta la misma cubierta alta, construída como el costado. Por consiguiente, se forma con un piso de planchas sostenido por esloras armadas como las vagras, y que análogamente á ellas quedan á veces comprendidas

entre dos capas de planchas, que se oponen con gran energía á las deformaciones longitudinales. Sobre la superior descansa el entablado de la cubierta.

Con sujeción á este sistema, bosquejado á grandes rasgos en los párrafos anteriores, se han construído muchos buques; y entre ellos el de mayor desplazamiento que hasta el día ha cruzado los mares; el *Great Eastern*, de 212 metros de eslora. No de otro modo se hubiera logrado proporcionar á este barco colosal, con el mismo peso de materiales, la rigidez de que disfruta, probada satisfactoriamente en varios temporales.

El sistema longitudinal ofrece ventajas incontestables para consolidar las proas de los buques contra los efectos de las colisiones á que ocasional ó intencionalmente pudieran hallarse sometidas. En tales casos, la convergencia en la roda de las numerosas vigas tubulares, que en definitiva constituyen el casco, es muy apropiada, ya para preservar á los buques de los efectos destructores de un choque, ya para hacerle lo más desastroso posible al que se trate de herir de tal manera.

Análogamente favorecida en rigidez se encuentra la popa de los barcos construídos por el sistema longitudinal, pues aun cuando no siempre sea posible la prolongacion de todas las vagras hasta el extremo de popa, se sustituyen, y no desventajosamente, con mamparos longitudinales, horizontales y verticales, ú otros medios parecidos, todos ellos muy convenientes para anular ó disminuir la fatiga de los remaches, debida á las violentas vibraciones de la hélice cuando ésta existe.

Combinaciones de los sistemas longitudinal y transversal.—La necesidad de obtener en algunos buques una gran resistencia á los esfuerzos determinantes, no sólo de las deformaciones transversales, sino también de las que tienden á producirse en el sentido longitudinal, ha inducido á emplear los dos sistemas descritos de construcción combinados en un mismo barco. En los blindados es en los que más se hacía sentir la imperiosa necesidad de satisfacer á las circunstancias antedichas, á causa de las funciones que como arietes y reductos se les asigna, lo cual requiere en ellos una rigidez excepcional en todos sentidos. Considerados como arietes, debía atenderse con especialidad á su rigidez en sentido longitudinal; y como reductos, su consolidación transversal merecía particular estudio para que pudieran llevar sin fatiga los pesados blindajes usados en la actualidad.

En los buques contruídos con sujeción al sistema combinado, la parte de obra viva situada debajo de la coraza es de una estructura diferente de la del resto del casco, y en ella es en donde principalmente se aplica la combinación de los sistemas longitudinal y transversal.

En dicha parte, fig. 145, se forma el casco con una serie de tracas (en número de seis á cada banda, de ordinario), armadas con hierros de ángulo, distribuídas á partir de la sobrequilla hasta el canto bajo de la coraza, y dirigidas de proa á popa de modo que sus caras sean normales á los costados. Son pues, las vagras del sistema longitudinal, y acaso las piezas principales de la bodega, por la que corren sin interrupción en toda la parte del casco que abarcan. En popa, todas, á excepción de dos, una de cada costado, que llegan hasta el codaste, se detienen en el mamparo que en esta clase de barcos, como en todos los de hélice, se establece en el extremo interior del tubo ó bocina de popa; pero en proa alcanzan la mayor parte á la roda, y tan sólo algunas mueren á distancias variables de esta pieza, y distintas para cada par de vagras, á fin de que la consolidación que prestan, no cese repentinamente.

Las planchas con que se forman las vagras son de la mayor longitud posible y se unen á tope. Los cantos aplicados al costado, fig. 145, se arman con uno ó con dos angulares, y los opuestos con uno solo. Los hierros aplicados al costado siguen sin interposición de cuñas las líneas medias de las tracas del forro, y reciben los volteos necesarios para amoldarse perfectamente á los zig-zags determinados por las tapajuntas ó barretas que se instalan con objeto de cubrir los frentes de las planchas de cada hilada. En definitiva, las vagras son enteramente análogas á algunas de las sobrequillas intercostales descritas en otro lugar, y sólo por sus posiciones difieren de ellas; pues, por lo demás, en el sistema de construcción de que se está tratando, la sobrequilla es de la misma estructura que las vagras y puede contarse entre ellas. Difieren, sin embargo, en el peralto. La sobrequilla y algunas otras vagras lo tienen algo mayor que las restantes; y es de advertir que, á las que se encuentran en este caso, las separan dos ó tres de las menores. A esto se reducen las consolidaciones longitudinales de la bodega, que en unión con las cuadernas, caracterizan al sistema longitudinal transversal.

Las cuadernas difieren de las descritas hasta ahora, y pueden llamarse de ligazones, porque, efectivamente, desde la sobrequilla hasta el canto bajo de la coraza, se forman con planchas L, de longitudes

iguales á los intervalos que median entre las vagras. Cada ligazón se asegura en la clara que ocupa por medio de dos angulares, doblados en forma de herradura, de suerte que, aplicados á los bordes de sus caras, permiten fijarla al costado y á las vagras adyacentes. A las ligazones se les da un ancho superior á la altura de las vagras menores, á fin de unir directamente entre sí las pertenecientes á cada cuaderna. Se hace uso con este objeto de verdaderas cuadernas ordinarias, compuestas de una planchuela, P, que corre sin interrupción de banda á banda hasta la cubierta alta, adosada á las pestañas ó porciones excedentes de las ligazones descritas, y que por uno de sus cantos descansa sobre las vagras. Esta planchuela va armada en los fondos con dos hierros de ángulo invertidos, *tt*, (como representa la sección adjunta á la fig. 145), de los cuales el uno acompaña siempre á la planchuela, y el otro se prolonga tan sólo hasta el extremo de los pantoques, en donde corresponde una de las vagras mayores. Es de advertir, que tanto la planchuela como los hierros atraviesan á esas vagras, pasando por unas escotaduras abiertas en los cantos superiores de todas ellas, de modo que el hierro invertido de que se dijo estaban guarnecidas, queda dividido en trozos de longitud igual á la de las claras entre cuadernas, y su cara alta al ras de las franjas correspondientes de los hierros de las planchuelas. Desde el punto en que estas dejan de llevar los dos angulares invertidos aparecen dos principales, *ss*, sentados sobre los cantos de las vagras en la disposición representada en la fig. 146, los cuales se prolongan hasta la cubierta alta, y sirven, donde corresponde, para recibir directamente el forro exterior, que en unión de la vagra más elevada, forma un entrante ó escalón en el casco para alojar el blindaje. En toda la parte de costado ocupada por éste, las cuadernas tienen la sección relativamente sencilla que se ve en la fig. 147, y que, como se puede reconocer, se reduce á la planchuela, P, armada de dos hierros principales y uno invertido.

Las ligazones de las cuadernas, tales como se las ha descrito, ofrecen un exceso de resistencia: por esta razón se aligera bastante su peso, sin disminuir considerablemente su rigidez, abriendo en ellas cierto número de orificios; pero esta operación no se ejecuta con las correspondientes á los mamparos estancos. La primera vagra, ó sea la más alta, en cada costado, recibe directamente el canto inferior del blindaje, así como el del macizado de madera que debajo de él se coloca siempre. En su estructura, como puede verse en la fig. 148, difiere algo de las restantes.

Además de las cuadernas descritas, en algunos buques construídos

por este sistema, se ha juzgado conveniente establecer otras intermedias, pero que sólo se extienden desde la cubierta alta hasta la primera vagra de mayor peralto que las demás; es decir, hasta cerca de los pantoques. Aparte de esta circunstancia, se componen de los mismos elementos que las otras cuadernas. En prolongación de las así dispuestas, se colocan semi-varengas ó genoles (que se extienden desde la sobrequilla hasta las vagras más próximas á ellas), formados con planchas guarnecidas de dos angulares, uno invertido y continuo, que atraviesa la sobrequilla, y otro fraccionado, que se aplica al forro.

Otras veces se prefiere aproximar más las cuadernas fraccionadas continuas, suprimiéndose entonces las intermedias.

No son estas las únicas variaciones que se introducen á veces en la construcción de un buque por el sistema combinado. En la estructura de cada cuaderna se suprime también, y esto es lo más usado, la planchuela que se emplea para unir sus ligazones. La unión entre estas se obtiene entonces por el intermedio de un angular invertido, I, de suerte que en los fondos la sección de la cuaderna es la representada en la fig. 149; y en la parte de costado ocupada por la coraza, se forma la cuaderna con uno ó dos hierros principales y el invertido de que se acaba de hablar, que es continuo de banda á banda hasta la cubierta alta, fig. 150. También se acostumbra á suprimir uno de los dos angulares que sujetan las ligazones al forro y á las vagras; y en otras ocasiones, uno de estos hierros recibe la forma de cuadro en vez de la de herradura, como se ve en la fig. 149.

Aparte de la consolidación longitudinal y transversal obtenida con las vagras y cuadernas que caracterizan al sistema combinado, se emplean otras consolidaciones comunes á todos; como mamparos transversales y longitudinales, un forro parcial interior sentado sobre los fondos, etc.

Los barcos de coraza contruídos por este sistema llevan en proa un mamparo diametral que se fija á la roda y se prolonga hacia popa una distancia más ó menos considerable. La altura de este mamparo, que en la proximidad de la roda llega hasta la cubierta principal, disminuye gradualmente á medida que se aleja de aquella. Se le robustece con angulares verticales, remachados á sus caras de babor y estribor, y al mismo fin concurren los mamparos transversales que va encontrando; de suerte que en el caso de un choque, eventualidad para la que especialmente se construyen los barcos acorazados, ofrece gran resistencia á ser deformado. Aumenta todavía más su rigidez y la de toda la proa de esta clase de buques el uso de buzardas, fig. 151, que con nume-

rosos mamparos transversales, permiten emplearlos confiadamente como arietes.

En cuanto á la disminución de resistencia de la popa, debida á la interrupción de las vagras, queda compensada con la instalación de un mamparo diametral y con la de forros de hierro en las cubiertas, además de varias buzardas establecidas en la bodega. Todas estas consolidaciones se ligan perfectamente al codaste proel y al mamparo del prensa, en el que se detienen la mayor parte de las vagras.

El sistema de construcción que se acaba de indicar ha sido aplicado á los primeros acorazados de la marina inglesa. En los más modernos se ha seguido el mismo, pero con modificaciones dignas de mención particular, porque el resultado de su adopción ha sido un incremento de resistencia á toda clase de esfuerzos con menor peso de material, mayor seguridad, y ejecución más fácil y económica, gracias á la inteligente combinación de los elementos que Mr. Reed, autor del sistema, hace entrar en la construcción.

Como en el sistema últimamente explicado, sobre la cara interna del forro exterior corren de popa á proa seis vagras á cada banda, distribuidas desde el blindaje hasta la sobrequilla; la más alta recibe directamente el canto bajo de la coraza, C, y el de su almohadillado, D, cuyo grueso, sumado al del blindaje, mide el peralto de la misma vagra, fig. 152. El de las restantes aumenta paulatinamente de una á otra, alcanzando las inferiores una altura mayor que la ordinaria de las varingas y la usada con el sistema anterior, lo cual acrecienta de un modo considerable la rigidez longitudinal. Todas estas vagras son de análoga estructura: se guarnecen, en los cantos aplicados al costado, con un solo angular, al paso que en los interiores llevan dos. Por lo demás, las planchas de cada vagra se unen á tope y llevan dos tapajuntas, uno en cada cara. El angular inferior es continuo y sigue las sinuosidades de la superficie dentro de forros, para evitar el empleo de cuñas, como ya se dijo; pero los dos que guarnecen el canto interior de cada vagra se componen de trozos, cuya longitud es igual á la de las claras de cuadernas.

En la constitución de estas es en lo que principalmente difiere este sistema del anterior. Las cuadernas, desde la sobrequilla hasta el blindaje, son de ligazones, cada una de las cuales se forma con dos planchas, P, P, afirmadas á las vagras por medio de dos angulares *t*, *t*, de longitud igual al peralto de las últimas. Otro angular S las liga entre sí y al costado; pero este se aplica á la cara de las ligazones opuesta á la que recibe los dos primeros, y se compone de trozos, cuya longitud

es la de las claras entre vagras. Las diferentes ligazones así constituidas se remachan además á un angular invertido y continuo I, que uniéndolas entre sí, se extiende por ambas bandas hasta la cubierta principal, aumentando en dimensiones á medida que se aleja de los fondos. Este hierro atraviesa las escotaduras abiertas en la parte superior de las vagras, y en él se detienen los trozos de angular con que se dijo iban guarnecidos los cantos interiores de estas. A partir de la vagra próxima á la más alta, el hierro invertido de que se viene hablando, se arma con otros dos principales en su canto exterior, sobre los que se aplica el doble forro de plancha que lleva el costado, desde que la cuaderna rebasa á la última vagra.

Las terceras vagras, á contar de la más alta, son estancas en ambas bandas, y sobre ellas se elevan mamparos longitudinales M, que atravesando las cubiertas superiores, llegan hasta la batería; y entre las mismas vagras, en una extensión igual próximamente á los dos tercios medios de la eslora, un forro inferior F, remachado á los angulares invertidos de cuadernas y vagras, completa la consolidación longitudinal de los fondos.

Este segundo forro, establecido en una porción considerable de la bodega, no sólo es favorable á la resistencia, sino que además permite proporcionar mayor seguridad al casco en caso de que se rompiera el exterior por efecto de una varada. Con este objeto se divide el espacio comprendido entre los forros, en cámaras ó celdas estancas, variando para conseguirlo la estructura de las cuadernas destinadas á limitarlas longitudinalmente. En tal caso, las ligazones se forman con planchas que se extienden de vagra á vagra, sin soluciones de continuidad, y cuyos contornos se guarnecen con dobles angulares doblados en herradura, como en el sistema precedente, para atajar el paso al agua. Todas las ligazones restantes son discontinuas, como se ve en la figura; de modo, que el agua, si alguna hubiera en el casco, puede pasar sin obstáculo de clara á clara. También se abren orificios en las vagras, para aligerarlas de peso, á no ser en las que deben ser estancas, como, por ejemplo, en las correspondientes á los mamparos longitudinales.

Los compartimientos estancos del fondo proporcionan además el medio de obtener el calado conveniente en un buque, admitiendo en alguno ó algunos de ellos el agua del mar.

Otra de las ventajas que ofrece este sistema, conocido con el nombre inglés de *bracket-frame system* es, que la gran distancia que separa á los dos forros permite mantener fácilmente en perfecto estado de

conservación á todas las cámaras comprendidas entre ellos, existiendo con este objeto registros especiales, que dan acceso á su interior.

Numerosos mamparos transversales dividen la capacidad del casco en cámaras estancas, además de las de los fondos, y á la par completan su consolidación transversal.

A proa y á popa, en los puntos á donde no llega el doble fondo, la combinación de vagras y cuadernas difiere ligeramente de la explicada. La altura de las vagras disminuye en términos, que los angulares invertidos de las cuadernas pasan sobre sus cantos altos, los cuales se guarnecen con angulares continuos, que reemplazan á los fraccionados que llevan en la parte media del casco. Las ligazones se forman con planchas *p, p, p*, considerablemente aligeradas por medio de orificios abiertos en su parte central, fig. 153, y las próximas á la roda sufren un reviro conveniente, siendo de advertir que en las últimas se suprime el hierro invertido. Casi todas las vagras, *V, V*, llegan al canto interior de la roda, formando con el auxilio de planchas á manera de fuertes buzardas *AA, CC, DD*. La sobrequilla *S* termina en otra buzada *EE*. A estos medios de consolidación de la proa se agrega la proporcionada por una cubierta parcial metálica ó mamparo horizontal estanco *BB* (situado en coincidencia con la penúltima vagra á la altura del sollado), que se prolonga hacia popa hasta encontrar á un mamparo transversal que limita el doble fondo, y hacia proa hasta otro mamparo vertical estanco *HH*. Esta cubierta parcial sustituye con ventaja al forro interior, bajo el punto de vista de que su ejecución es más fácil. Por lo demás, aun cuando el ancho de las vagras y cuadernas disminuye con su proximidad á la roda, conserva la proa toda la resistencia necesaria para servir de ariete.

En popa, fig. 154, difiere algo la estructura empleada. La cubierta *BB* del sollado, que es de hierro ó de acero y estanca en esa parte, forma con el mamparo igualmente estanco *AA*, del prensa de la hélice, un compartimiento de seguridad, al mismo tiempo que favorece á la consolidación. Las vagras, á excepción de las dos superiores, que rodean completamente la popa, se detienen en el mamparo citado: la resistencia que prestaban, es sustituida en primer lugar por el mismo tubo de popa *T*, y además por cubiertas ó mamparos horizontales *CC, DD*, de hierro ó de acero, establecidos por encima y debajo de él: uno y otros se aseguran sólidamente al codaste proel, á los costados y al mamparo del prensa. En cuanto á las cuadernas, son de composición análoga á la de las de proa. De esta suerte, las consolidaciones longitudinales y transversales numerosas, dadas por todas estas piezas, bastan

para contrarrestar el efecto de las vibraciones que el propulsor comunica á toda la popa. Tales son las principales disposiciones que caracterizan á los dos sistemas combinados, por más que de un buque á otro varíen en detalles de importancia relativamente escasa. El último descrito se encuentra aplicado en muchos acorazados poderosos de la Marina Real Británica, como el *Bellerophon*, el *Hércules*, etc.

Estos sistemas de construcción han llegado á generalizarse en todas las Marinas con variantes más ó menos profundas, dependientes de las especiales condiciones de los buques á que se aplicaban y las preferencias de los constructores.

De cualquier manera aparecen siempre caracterizados por la subdivisión celular que tan ventajosa es para precaver los efectos de choques y varadas, así como para obtener considerable rigidez en los cascos con el menor peso de material.

Pero creyendo algunos, con especialidad en Francia, que se daba en los sistemas descritos excesiva preponderancia á la resistencia longitudinal sobre la transversal, han optado en muchos casos por hacer continuas no más que las vagras de blindaje y la sobrequilla central, fraccionando las restantes en trozos iguales á las distancias que separan las cuadernas estancas; llegándose, por último, en varios importantes buques de la Marina francesa á hacer enterizas las porciones de cuadernas comprendidas entre las vagras extremas y la central ó sobrequilla, fraccionando, por consiguiente, todas las vagras intermedias en ligazones de longitud igual á las claras de cuadernas. Esta modificación, considerada necesaria cuando el blindaje lateral es muy pesado, puede admitir justificación sólo en casos tan excepcionales.

Por lo que hace á los detalles de enlace en las estructuras que así resultan, no parece indispensable entrar en su análisis descriptivo después de las explicaciones que anteceden, en las que se encuentran ejemplos de trabazón aplicables al caso actual.

No se adopta el sistema celular solamente en los buques de guerra: en los mercantes de gran porte ha recibido también aplicación extensa, aunque no con los mismos caracteres explicados, por no ser iguales los fines de ambas clases de buques. En la Marina del comercio no son tan numerosas las vagras, ni se hacen estas continuas, con excepción de la sobrequilla central. Se conserva sí el doble fondo, y la estructura de la misma bodega, aunque caracterizada por los rasgos distintivos del sistema transversal, se refuerza con las vagras y un forro interior que facilita la adopción de las cámaras de lastre de que en otro lugar se ha hablado con algún detenimiento.

CAPÍTULO V.

Origen, objeto y naturaleza de las construcciones mixtas.—Sistema mixto de Mr. Normand.—Sistema de Mr. Grantham.—Sistema de Mr. Mac Gregor.—Sistema de Mr. Mac Laine.—Sistema de Mr. Feather.—Sistemas modernos.

Origen, objeto y naturaleza de las construcciones mixtas.—Las necesidades de la guerra marítima han obligado en todos tiempos á reclamar el auxilio de barcos veloces, para apresar ó destruir los del comercio enemigo, y para otras comisiones especiales, cuyo desempeño exige en dichos buques, además de un andar notable, cualidades que les consientan mantenerse largo tiempo, cruzando en toda clase de mares con malos y buenos tiempos, sin necesidad de buscar refugio en puerto, con cierta regularidad para atender á la limpieza de sus cascos.

Forzoso era renunciar, en los buques que se deseara dotar con tales cualidades, al empleo de la madera, como material único ó predominante en su estructura, por no ser compatible la naturaleza de esa sustancia con la adopción de las grandes esloras, que, según se ha visto en la introducción de esta obra, convienen á las grandes velocidades, á menos que se aumenten las secciones resistentes de las partes constitutivas de los buques, y, por lo mismo, los pesos de sus cascos más allá de lo permitido, por la precisión de llevar artillería, máquinas, aparejo y cuanto para la utilización de estos elementos y el sostenimiento de las tripulaciones es indispensable.

El hierro, lo mismo que el acero, á su vez, sin embargo, de prestarse por sus grandes resistencias en reducido volumen, y por la rigidez que

proporcionan en la trabazón de los elementos de todo casco, á la adopción de grandes esloras, son en cambio materiales fácilmente oxidables en contacto del agua; embarazosa propiedad que como ya se indicó, obliga á introducir periódicamente con bastante frecuencia en dique los buques con él construídos, á fin de arrancar las vegetaciones y los mariscos que se desarrollan en corto tiempo sobre sus fondos. Aparte de esto, se recordará que aun cuando estén limpios, su rozamiento con el agua es mayor que el del cobre con que se protegen los cascos de madera. Por todas estas razones, no era posible tampoco considerar á los barcos de hierro ó de acero como los más propios para desempeñar en regiones lejanas el activo papel reservado á los cruceros.

En condiciones parecidas á las de estos buques, se encuentran muchos mercantes destinadas á sostener el tráfico entre diversos y apartados países. Conviene dotarlos, á semejanza de los cruceros, con velocidades poco comunes, cualidad utilísima para el más beneficioso despacho de su cargamento, para la multiplicación de sus viajes, y que por lo demás es perfectamente compatible con los notables desplazamientos que interesa preferir para economizar la fuerza motriz. (Véase la introducción.) Conviene, asimismo, en dichos buques mercantes, renunciar á la madera como material dominante en su construcción, porque el excesivo peso de los cascos con él construídos, no permite reservar para carga una parte considerable de sus desplazamientos, inconveniente análogo al que se presentaba en los cruceros; y, por último, como en estos, es de perentoria necesidad en los buques de que se está hablando, evitar las desventajas ofrecidas por el hierro y el acero, tanto porque la imperiosa obligación de limpiar con frecuencia en dique los construídos con ese material es causa de repetidos é indispensables descansos, que significan un capital inactivo, como porque en ciertas regiones á donde puede guiar á los barcos la conveniencia de sus armadores, no es á veces posible encontrar diques ó es necesario para conseguirlo, emprender viajes exprofeso que, separándolos de su línea de operaciones mercantiles, no se llevan á término sin grandes dispendios.

A salvar las dificultades enunciadas, que se derivan del empleo exclusivo de la madera ó del hierro en la estructura de los buques, cual conviene á los cruceros y mercantes en particular, y, en general, á todo barco, cualquiera que sea su clase, tienden los sistemas de construcción mixta, así llamados porque en ellos se adopta el empleo simultáneo de ambos materiales, á fin de alcanzar las ventajas inherentes á uno y otro, y de suerte que se orillen los inconvenientes que á cada

cual son propios y dan origen á las trabas que la aplicación exclusiva de cualquiera de ellos oponía en apariencia á los progresos del arte naval.

Por consiguiente, los sistemas de construcción mixta, aunque no hayan sido siempre ideados con el objeto de obtener en los barcos una superior resistencia longitudinal y transversal, principal fin propuesto en los sistemas explicados en el capítulo precedente, obedecen, sin embargo, en la mayor parte de los casos, al propósito de dotarlos con tales cualidades de rigidez, sencillez y ligereza, que casi los hagan comparables con los ordinarios de hierro ó de acero, preservándolos al mismo tiempo de los perniciosos efectos producidos por la rápida oxidación del forro de aquellos metales, ó sea, poniéndolos en condiciones de alcanzar las ventajas peculiares al uso de un forro de cobre, aplicable tan sólo á superficies externas de madera en las obras vivas.

La primera condición á que, en virtud de lo dicho, deben sujetarse las construcciones mixtas, es el aislamiento perfecto del hierro y el cobre, para evitar el desarrollo de fuerzas eléctricas que determinarían la oxidación del primero, por ser electro-negativo respecto al segundo. Conviene también al combinar el hierro ó el acero con la madera, tener en cuenta la diferencia que existe entre sus coeficientes de dilatación, por lo cual se juzga oportuno en esta clase de construcciones evitar el paralelismo de las piezas de los dos materiales que componen los cascos. Así, por ejemplo, según esto, debieran hacerse de madera todas las piezas dirigidas en el sentido de la eslora, y de hierro las transversales, diagonales y verticales ó viceversa. Esta regla, sin embargo, no siempre se observa, y en ocasiones con ventaja para el resultado final.

No se crea, en virtud de lo dicho, que las construcciones mixtas se hallan muy generalizadas. El establecimiento de diques y varaderos en todas las partes del mundo; las dificultades que en sí entraña la ejecución de las obras de esta clase, la inferior rigidez que respecto á los cascos metálicos ofrecen los mixtos, cuando los desplazamientos son considerables, á no aumentar con exceso su peso, son razones suficientes para que se haya concretado la aplicación de los sistemas mixtos á ciertos buques mercantes y cruceros de poco porte destinados á navegar en mares lejanos.

Los sistemas mixtos ideados son muy numerosos y á continuación se describen varios, algunos de ellos caídos ya en desuso, pero que no es inútil conocer.

Sistema mixto de Mr. Normand.—En uno de ellos, debido á Mr. Normand, el casco se forma con cuadernas de madera de escuadrias reducidas, y que en realidad solo sirven para definir la forma del casco y recibir el forro exterior que también es de madera, y se coloca como de costumbre, es decir, en tracas longitudinales. Una serie de piezas diagonales, formadas por dos angulares, uno principal y otro invertido, aplicadas á la superficie dentro de miembros, dan al casco la rigidez que no era posible esperar de sus débiles cuadernas de madera. Los baos se hacen de hierro, y las cubiertas con ellos obtenidas adquieren una gran rigidez longitudinal, merced al empleo de trancañiles de plancha y de tracas del mismo género, dirigidas en el sentido de la eslora. En cuanto al mismo casco, se completa su consolidación con una sobrequilla de hierro y un forro parcial interior de plancha: el forro se divide en tracas longitudinales, guarnecidas de angulares ó de cabillas medias cañas en sus cantos superior é inferior, mediando grandes claras entre cada dos tracas. Todas ellas se aplican á los hierros invertidos de las diagonales, y se empernan á estas y á los miembros de madera, para lo cual se establecen tablones debajo de las planchas del forro interior, á fin de llenar los huecos que resultan entre ellas y las cuadernas.

Los barcos construídos con arreglo á este sistema son de poco peso y bastante resistentes.

Sistemas mixtos de Mr. Grantham.—A Mr. Grantham se debe otro, según el que se hacen los cascos completos de hierro, con excepción de la quilla, la roda, el codaste y el forro exterior, que son de madera. Para evitar la acción galvánica que se desarrollaría empernando directamente el forro de madera á las cuadernas metálicas, se acude al procedimiento siguiente, que si bien favorece la rigidez longitudinal del casco y su impermeabilidad, es en cambio de ejecución bastante costosa. El forro de madera se establece en tres capas de tablones más delgados que si se empleara una sola; las dos primeras compuestas de tracas oblicuas y de direcciones contrarias, de modo que se crucen, formando ángulos rectos. Ambos forros pueden empernarse entre sí y á las cuadernas con pernos de hierro. La tercera capa de tablones, dirigida longitudinalmente, se fija á las dos primeras con pernos de cobre remachados en el interior, y establecidos de modo que no encuentren á las cuadernas.

Con este mismo sistema, se emplea también una sola capa de tablones fijada á las cuadernas con pernos de hierro galvanizado, cuyas

cabezas avellanadas, situadas hacia el exterior, se embuten en orificios abiertos en el forro, y suficientemente profundos para que después de enmasillados ó alquitranados, los huecos queden aislados del forro de cobre.

Tanto en el caso de que el forro sea triple, como en el de que sea único, suele añadirse á las consolidaciones longitudinales del casco dos tracas de planchas remachadas á las cuadernas debajo del forro ó de los forros, y situadas, la una (que es la más ancha) debajo del tope de madera, es decir, en contacto con la regala, y la otra á la altura de los pantoques. Entre estas dos tracas se extienden planchuelas diagonales remachadas á los miembros en disposición análoga á la que se indicó para los barcos de madera.

Cuando el forro es único, y caen entre dos cuadernas los topes adyacentes de dos tablones de una misma traca, se los liga entre sí por el intermedio de una corta plancha, que situada por dentro de la junta vertical del forro, se extiende entre las dos cuadernas.

Por último, para que no descansen directamente sobre la quilla de madera las cuadernas de hierro, á fin de evitar el deterioro de aquella, se establece un dormido de plancha sobre el que se remachan los miembros, y que se emperna á la quilla en las claras. El ancho del dormido se hace mayor que el de la quilla para afirmar á él la primera aparadura.

Sistema mixto de Mr. Mac Gregor.—Mr. Mac Gregor es el autor de un sistema de construcción caracterizado por la circunstancia de que todas las piezas longitudinales del casco son de madera, y de hierro las transversales. Según esto, son de hierro las cuadernas y los baos; la quilla, la sobrequilla, la roda, los codastes, truncaniles y dos forros que en tales casos se usan, uno interior y exterior el otro, son de madera. Las claras de cuadernas se rellenan con fieltro alquitranado, y en lugar de unir los dos forros á las cuadernas, como se practica comunmente, se efectúa la sujeción, trabándolos entre sí directamente por medio de cabillas, ó con pernos de cobre ó de bronce, de suerte que las cuadernas no se debilitan con ningún taladro y quedan empotradas entre las dos envolventes del casco. Con el fin de asegurar más su situación relativa, así como la de las tracas de los forros, encajan parcialmente en mortajas practicadas en los tablones del interior. Ambos forros se calafatean cuidadosamente y con especialidad el interno, en el que esta operación se efectúa por dentro y fuera del casco. Algo dificulta el calafateo la circunstancia de que los tablones de las

diferentes tracas se ligan con el auxilio de dados interpuestos sobre sus cantos de unión, y además con pernos dirigidos paralelamente á las caras laterales de las tracas.

Sistema mixto de Mr. Mac Laine.—En todos los sistemas precedentes, las consolidaciones longitudinales del casco merecen poca confianza en barcos de mucha eslora, sobre todo cuando están destinados á navegar en mares tempestuosos. Bajo este punto de vista, son y serán siempre inferiores á los barcos de hierro ó de acero, cuyos forros ligeros, poco voluminosos y de extraordinaria rigidez, no tienen equivalente en los buques mixtos hasta ahora descritos. Reconociendo Mr. Mac Laine la conveniencia de conservarles un forro metálico, ideó un sistema de construcción más racional que los anteriores, y que permite á los barcos contruidos con sujeción á él disfrutar de todas las ventajas características de los hechos exclusivamente con uno ú otro de los dos materiales, madera y hierro. Las figuras 155 y 156, que representan dos cortes dados á un trozo de costado por medio de dos planos, uno vertical transversal y otro horizontal, y la fig. 157, que hace ver por medio de un corte transversal la disposición de la quilla, sobrequilla y piezas adyacentes, ayudarán á seguir la descripción siguiente del sistema de Mr. Mac Laine.

El esqueleto del casco se forma con cuadernas de hierro, á las que se fija un forro interior del mismo material, perfectamente estanco y revestido con cemento, alquitrán ó pintura. Las cubiertas no difieren de las de un barco de hierro, de manera que son de este material las sobrequillas, los baos, la puntalería, los trancañiles y demás consolidaciones longitudinales, así como las transversales con inclusión de mamparos, etc. Exteriormente al casco, así constituido, se afirma otro de madera compuesto de los elementos ordinarios, á saber: de cuadernas C, interpuestas alternativamente en las claras que dejan entre sí las de hierro *a, a*, es decir, en número igual á la mitad de las claras. Dichas cuadernas tienen grúas algo mayores que los miembros de hierro, á los que se afirman en dirección de la eslora con pernos galvanizados, y además se apoyan sobre el dormido y la quilla, el primero de los cuales, lo mismo que la roda y el contracodaste interior, se fijan á las cuadernas de hierro con el auxilio de angulares. La roda, la quilla y los codastes son de madera, y se empernan á las piezas inmediatas. Un forro F de tablones que se fija á las cuadernas exteriores con cabillas de rosca saliente ó con pernos de bronce, permite la aplicación del cobre para la conservación de los fondos.

Las celdas H que quedan entre los dos forros y las cuadernas, se aprovechan para la ventilación de la madera, operación que se hace artificialmente, y como es imposible evitar también que el agua se filtre al través de las costuras del forro exterior, es necesario achicarla: con tal objeto van provistos de bombas *ad hoc* los buques construídos con arreglo á este sistema. Los hay, sin embargo, como los acorazados, en que se macizan todas las claras, y entonces es evidente que no sólo hay que renunciar á la ventilación, sino que es innecesario el achique.

Con su sistema de construcción Mr. Mac Laine pretendía obtener además de las ventajas enumeradas, un completo aislamiento entre las cuadernas de hierro y la clavazón de cobre del forro, exigencia que constituye el escollo principal de esta clase de construcciones, porque en la mayor parte de ellas el óxido de cobre producido á la larga, es arrastrado fácilmente por el agua hasta las cuadernas de hierro, en donde lo descompone este metal, cuya afinidad con el oxígeno, superior á la del cobre, da lugar á la producción de óxido de hierro. La instalación descrita para el forro exterior con el empleo de cabillas de madera ó de pernos de cobre ó de bronce completamente aislados del hierro, justifica hasta cierto punto las pretensiones del inventor de este sistema.

Sistema mixto de Mr. Feather.—Con el fin de evitar las dificultades que de ordinario originan en las construcciones mixtas, el empernado y la combinación de piezas de madera y de hierro cerca del cobre en las obras vivas, se han construído buques, en los que la porción sumergida del casco es de madera, y las obras muertas de hierro. En este sistema, ideado por Mr. Feather, son por tanto de madera las sobrequillas, forros, quilla, etc., etc., así como las porciones de cuadernas comprendidas en la obra viva, y todas las piezas situadas por encima de la flotación, de hierro. Las partes altas de las cuadernas, se unen á las bajas por medio de horquillas, cuyas ramas encepnan á las ligazones más elevadas de madera.

Salta á la vista que en los barcos de esta clase, la falta de homogeneidad en la construcción, y la casi completa independencia de los dos materiales que en ella entran, tan distintos en sus propiedades, son causas suficientes para calificar este sistema de defectuoso, bajo el punto de vista de la resistencia.

Sistemas modernos.—Ninguno de los sistemas mixtos de construc-

ción cuyos rasgos principales se han bosquejado en los párrafos anteriores ha llegado á predominar, mereciendo la sanción de aplicación extensa. Todos ellos adolecen de inconvenientes, que han obligado á buscar en medios más sencillos la solución del difícil problema de combinar racionalmente la madera con el hierro ó con el acero.

En la actualidad, el sistema de construcción mixta más generalizado, consagrado por la aprobación del Lloyd inglés, y aplicado á muchos buques pequeños de guerra ingleses y franceses, consiste: 1.º, en formar el esqueleto del casco del modo explicado en el sistema transversal para los buques de hierro ó de acero con cuadernas, varengas, baos, puntales, sobrequillas intercostales y ordinarias; 2.º, en reunir los miembros por medio de una quilla de plancha, una traca de pantoques y dos series cruzadas de diagonales: todos estos elementos de consolidación son de hierro ó de acero y se aplican directamente á la superficie fuera de miembros; 3.º, en un forro de madera que puede ser simple ó doble, y del cual forman parte, quilla, roda y codaste, de la misma substancia, que se instalan recubriendo á las piezas análogas de hierro ó de acero, y afirmándose á las mismas.

La madera preferida para los forros es la teka; mas también se emplea el roble, aun cuando sus propiedades ácidas la hagan poco á propósito para estar en contacto con el hierro, cuya oxidación apresura. Para precaver esta acción, siempre que se adopta el roble, es costumbre interponer fieltro empapado en pintura entre las cuadernas y el forro.

Por lo que hace á los medios de sujeción de los forros se reducen á pernos y cabillas de bronce, cobre, latón y también de hierro al natural ó galvanizado. La pernería se instala de fuera adentro, de modo que las tuercas queden en el interior del casco, y se toman todas las precauciones posibles para evitar la oxidación directa de tales medios de sujeción cuando son de hierro, y en todos casos, para evitar la filtración del agua hasta los miembros del casco al través de los orificios abiertos en el forro. Así que el arranque de los fustes de los pernos y cabillas se guarnece con cáñamo empapado en cerusa; y las cabezas de los pernos se dejan alojadas en el fondo de las cavidades dispuestas al efecto, las cuales se rellenan con mastics y tapines perfectamente ajustados.

Cuando se emplea un solo forro, éste se afirma directamente á los miembros, á las tracas de hierro y á las diagonales: los tablones de cada traca se ensamblan directamente entre sí por medio de escarpes largos que se consolidan interiormente con suplementos de plancha de hierro ó de acero.

Si son dos los forros, el segundo ó externo se afirma al primero con cabillas pasantes que se remachan interiormente sobre virolas.

Los forros de madera se establecen á veces diagonalmente y cruzados: en este caso se suprimen las consolidaciones diagonales de hierro ó de acero, y en ocasiones también las tracas de pantoques.

Tales variantes dependen de las dimensiones del buque, de los servicios á cuyo desempeño se le destine, así como del grado de rigidez que en él sea necesario ó conveniente realizar.

En Francia se ha aplicado otro sistema, propuesto por el ingeniero M. Cazelles, con objeto de obtener una sujeción más perfecta del forro.

Con este fin se interponen cuadernas de madera entre las de hierro. Las primeras son dobles, pero de cuerpos separados por una pequeña clara: forman las de hierro ó de acero una planchuela guarnecida con un angular principal y otro invertido.

Las grúas de las dos clases de cuadernas son las mismas.

Este sistema, que resulta algo pesado, ha recibido aplicación muy limitada.

En términos generales se puede asegurar, que los barcos mixtos, con ligeras excepciones, distan mucho de ser comparables en rigidez á los de hierro ó de acero bien contruidos, y que cuando satisfacen á esa circunstancia, si alguna vez sucede, es á condición de aumentar los pesos y volúmenes de sus cascos, con gruesos revestimientos de instalación delicada y difícil si se ha de preservar al hierro de la oxidación y de los depósitos de plantas y mariscos, lo cual, como pronto se ha de ver al tratar de los medios de conservación de los buques de hierro, se ha pretendido conseguir de un modo sencillo, reemplazando el forro de cobre con otro de zinc.

PARTE TERCERA.

BLINDAJES.

CAPÍTULO ÚNICO.

Origen de los blindajes.—Caracteres generales de los buques blindados.—Clasificación general de los buques blindados.—Condición principal que se tiene en cuenta al coordinar los blindajes.—Materiales usados en los blindajes.—Tendencia actual á retroceder, dando más campo á la protección de los buques — Barcos completamente acorazados.—Barcos parcialmente acorazados.—Disposición de los blindajes y sus almohadillados.—Cofferdams.

Origen de los blindajes.—Caracteres generales de los buques blindados.—En los capítulos anteriores quedan descritas las principales alteraciones á que dió origen en la estructura de los buques la introducción del hierro y el acero en reemplazo de la madera, único material antes universalmente usado. En el presente se intentará dar conocimiento, aunque sumarisimo, de las innovaciones que en punto á la defensa de los cascos han traído como consecuencia los perfeccionamientos de la artillería.

Los proyectiles sólidos, que contra los costados de los antiguos buques de madera se disparaban, abrían orificios de importancia relativamente escasa, tanto por no ser grande el calibre de los cañones de entonces, como por la elasticidad de las fibras de la madera, resultando que el daño producido en los cascos no llegaba á ser considerable, y era, hasta cierto punto, de fácil remedio provisional, cerrando con ta-

pones ó valiéndose de otros recursos análogos, los boquetes practicados por las balas.

La invención de los proyectiles huecos trastornó tal estado de cosas. El destrozo producido por ellos al estallar en los costados podía ser de funestas consecuencias, sobre todo, si el punto herido se encontraba á la altura ó en las proximidades de la flotación.

Surgía, pues, desde este momento, como urgentísima, la necesidad de proteger los buques contra tales y tan temibles elementos de destrucción. Numerosos y variados son los sistemas de defensa con tal fin puestos en práctica desde el año 1854; pero todos se reducen en suma á la instalación de blindajes, esto es, de fuertes pantallas ó revestimientos metálicos verticales, horizontales ó inclinados, dispuestos con el propósito de oponer un obstáculo insuperable al paso de los proyectiles; y todos se subordinan á la necesidad (que es difícil satisfacer) de armonizar las exigencias, de que no es permitido prescindir en un buque de guerra, con la conveniencia de abrigar la mayor porción posible de los cascos contra el fuego enemigo; á las transformaciones que en la artillería se realizan diariamente para aumentar su poder ofensivo; y á la misma incertidumbre que con frecuencia se observa en el criterio de los marinos sobre los fines á que se debe conceder la preferencia al establecer los blindajes.

Según esto, desde un punto de vista general y prescindiendo por el momento de la naturaleza de los materiales que constituyen los blindajes, así como de la manera de instalarlos, se infiere que tales sistemas sólo han de diferenciarse entre sí por el objetivo de la defensa que se pretenda obtener y fuere posible adoptar.

Por consiguiente, en cualquier caso, los buques en que se implantan con más ó menos amplitud procedimientos ó sistemas de protección metálica caben dentro de la denominación de blindados, distinguiéndose unos de otros por el área de las superficies protegidas y partes del casco de preferencia abrigadas.

En realidad, las divergencias que en estos puntos se notan desde que se generalizaron los blindajes, estriban en que, después de todo, con la adopción de este elemento defensivo, no se logró dominar de un modo completo, ni siquiera satisfactorio, las dificultades á que debió su nacimiento.

Clasificación general de los buques blindados.—Tan solo durante cortísimo período pudo alimentarse la ilusión de que era eficaz la defensa obtenida con el blindaje; pero muy pronto se respondió á la co-

raza con nuevos cañones más potentes que los antes conocidos, obligando á establecer blindajes más fuertes, ó sea más gruesos, y por tanto, más pesados.

Por tal razón, el blindaje, que al inaugurarse su empleo bajo la forma de coraza, se extendía por los costados cubriendo todo lo que de ellos aparecía sobre el mar y podía descubrirse en los balances ordinarios, tuvo á poco que contraerse para aceptar el obligado aumento de grueso, sin recargar al buque con pesos excesivos, limitándose á defender las regiones más interesantes del casco.

De esta suerte se transformó la coraza en cinturón ó faja que á veces se eleva en algunos puntos para formar reductos en que se encierra parte de la artillería; que otras se fracciona para permitir á expensas suyas el establecimiento de torres giratorias ó fijas á barbata; que en ocasiones abandona los costados y se tiende encima de una cubierta que en tal caso recibe el nombre de protectora; y, por último, acepta el blindaje en gran número de buques disposiciones que resultan de combinar varios de estos procedimientos de protección, faja, cubierta protectora, reducto y torres, agotándose todos los recursos de que la industria y el ingenio permiten disponer, para hacer compatible el grueso creciente de los blindajes con la defensa eficaz de las partes vitales de los buques.

Producen tan diversos sistemas de coordinación de los blindajes tipos característicos que se distinguen por las denominaciones que reciben; así se llama acorazados totalmente á los buques que se hallan comprendidos en el primer caso, esto es, cuando el blindaje recubre las obras muertas y parte de las obras vivas; y parcialmente acorazados á los restantes, subdividiéndose estos últimos en buques de reducto, fajados, de torres, protegidos, etc., según cuales fueren los caracteres predominantes de sus medios defensivos, que en último análisis son siempre deficientes, porque la invulnerabilidad es un sueño.

Condición principal que se tiene en cuenta al coordinar los blindajes.—En todos casos se impone como necesidad primera, la de que los blindajes aseguren en lo posible la flotabilidad; y de ahí que una parte de la defensa que hayan de suministrar se obtenga estableciendo en primer término, ya una faja total ó parcial, que á partir de la línea de flotación se extienda más ó menos por encima y debajo de ella, ya una cubierta blindada que separando el casco en dos porciones, proteja su parte inferior ú obra viva, región vitalísima, de que depende la flotabilidad y que contiene las máquinas, calderas, pañoles de muni-

ciones, etc.; ya combinando ambos elementos, caso en el cual la faja arranca comunmente de la cubierta protectora y se extiende hacia los fondos á partir del contorno de la misma.

Satisfecha que sea la condición de flotabilidad se acude después con los demás recursos apuntados que fuere dado aplicar, á proteger la artillería y sus sirvientes, el puesto de combate del comandante, el servicio de municiones para las diversas bocas de fuego que se instalen, las transmisiones de movimiento al aparato de gobierno, etc., etc.

Material usado en los blindajes.—Concurren, con las coordinaciones más ó menos complejas del blindaje, á mantener su peso dentro de límites compatibles con todas las necesidades á que es forzoso atender en cualquier buque de combate, el aumento progresivo de las cualidades resistentes de los materiales empleados.

Aplicóse en un principio á la fabricación de blindajes el hierro dulce, forjado en placas, cuyo grueso fué creciendo á medida que progresaba en potencia y alcance la artillería; pero muy pronto fué imposible á la industria suministrar blindajes que al grueso necesario unieran la homogeneidad indispensable para asegurar una resistencia uniforme. Así que fué forzoso renunciar definitivamente al hierro cuando se construyeron cañones tan poderosos como los de 80 y 100 toneladas.

Reemplazóse entonces aquel material con el blindaje compound, así llamado porque se obtiene soldando una capa de acero endurecido á otra de hierro dulce, en términos que al paso de los proyectiles se opone primero la capa acerada y después la de hierro.

Gracias á los adelantos llevados á cabo en la fabricación del acero, introdujo poco después la casa Schneider, del Creusot, su blindaje homogéneo de acero, el cual desde el año 1876 viene sosteniendo con el material compound reñida competencia de éxito vario, durante la que los industriales que la sostienen han perfeccionado paulatinamente sus procedimientos de producción.

La misma casa Schneider ha propuesto recientemente para material de blindajes su acero-niquel, en el que un 5 por 100 del último metal comunica al primero cualidades ventajosas que, á juzgar por experiencias comparativas efectuadas en Annapolis, se manifiestan en las placas, más por su resistencia á resquebrajarse que por su mayor impenetrabilidad en parangón con las de acero homogéneo. Y ya, antes que el acero-niquel, había aparecido también, pero en reducida escala, el acero cromado, de resistencia excepcional. Hasta el presente no ha podido obtenerse en placas gruesas ni por lo mismo se le emplea más

que como eficaz auxiliar de protección contra los proyectiles de las armas de poco calibre bajo la forma de manteletes ó pantallas de poco grueso y cortas dimensiones.

Tendencia actual á retroceder dando más campo á la protección de los buques.—Como á los esfuerzos de los constructores é industriales, empeñados en buscar medios eficaces de protección para los cascos, vienen oponiéndose los incesantes progresos de la artillería, que de día en día aumenta la velocidad, el peso y la dureza de los proyectiles; que perfecciona la pólvora y ha introducido la artillería de tiro rápido y poderosos agentes explosivos, los buques blindados han tenido precisión de retroceder en sus medios de defensa hacia el principio de su historia, que no es por cierto muy dilatada, aceptando de nuevo para sus corazas una expansión ó desarrollo que se creía casi olvidado.

En particular, la adopción de los cañones de tiro rápido y de agentes explosivos como la melinita, cuyos efectos, aunque por el momento sólo sean conocidos experimentalmente, amenazan ser aterradores, justifican el afán con que en el día se acude á la defensa de aquellas regiones de los cascos que há poco se creía poder abandonar sin grave peligro, y á la protección de los sirvientes de la artillería expuestos á recibir una verdadera lluvia de fuego.

Pero en la imposibilidad de proteger por igual todas las partes de los cascos amenazadas por los proyectiles, hubo de proporcionarse la intensidad de la defensa á la importancia relativa de la región que se pretendiera proteger, adoptando gruesos distintos y hasta materiales diversos para los blindajes, según su emplazamiento y destino: hubo además de estudiarse con mayor atención y detenimiento que antes, si cabe, la distribución de la artillería, naciendo de aquí dos sistemas en lo que á la ofensa atañe y se relaciona con la defensa, el sistema de concentración y el de la dispersión de las bocas de fuego.

Con el primero, se atiende ante todo, á disminuir el peso del blindaje necesario para abrigar la artillería: con el segundo, se antepone á esta circunstancia la conveniencia de que la inutilización de una pieza no vaya acompañada de la paralización de otras, peligro que resulta del empeño de emplazar el mayor número posible de ellas en espacio reducido.

Cuanto va expuesto, recibirá forma más concreta y aclaración complementaria en los párrafos siguientes.

Buques completamente acorazados.—En ellos, como se ha dicho,

la coraza tiene por objeto defender todos los puntos vulnerables del casco contra los proyectiles enemigos; por esta razón se extiende, no sólo á toda la parte del costado comprendido en la obra muerta, sino también á la faja de obra viva que se descubre en los balances ordinarios; de suerte que las corazas alcanzan hasta la línea de los cascos, que saldría á flor de agua con una escora de 10° á 12° , condición que da ordinariamente para ancho de la faja sumergida de coraza en barcos de regulares dimensiones, de $1^m,5$ á $2^m,5$.

Una circunstancia característica de los barcos acorazados en general es, que desde un principio se haya pensado en destinarlos á actuar como arietes: con esta mira se da á sus proas la configuración adecuada para herir con el mayor daño posible á los b̄arcos contrarios. El perfil ó curvatura que para realizar ese resultado conviene dar á la roda, debiera ser, según unos, recto y normal á la quilla, repartiéndose por consiguiente la presión determinada por el choque en la mayor parte de los casos, sobre una extensión considerable del costado del barco acometido, lo cual evidentemente disminuye sus efectos destructores. Según otros, conviniendo herir al enemigo en la línea de flotación ó por encima de ella, para poder desembarazarse pronto del barco atacado después de la colisión, sería preferible dar á la roda una curvatura tal, que su parte más saliente correspondiera á la altura de la flotación ó algo más arriba, al paso que el mayor número cree más oportuno y eficaz para echar á pique un barco, dar á la roda del agresor la forma de un espolón aguzado, cuya inmersión sea la suficiente para alcanzar en un choque á las partes indefensas del contrario, produciendo en él daños de importancia, aun en el caso de que la colisión tenga lugar con escasa velocidad. Esta disposición, universalmente adoptada hoy día, es la más eficaz, no tan sólo para echar á pique los barcos enemigos, sino también para desmontar sus timones y propulsores, mientras que las precedentes requieren un gran andar en el buque agresor para realizar el primer objeto, porque en muchos casos es necesario vencer, además de la resistencia propia del costado enemigo, la opuesta por la coraza de que pudiera hallarse provisto. Por consiguiente, como la experiencia ha probado que durante un combate es difícil disponer en todas ocasiones de buenas velocidades, y no siempre se consigue atacar en la dirección normal al costado del contrario, que es la más conveniente, está claro que la forma más ventajosa para la roda será la que permita causar más daño con menos velocidad; y esto precisamente ocurre con la de espolón sumergido.

Al mismo género de barcos, completamente acorazados, pertenecen

los llamados baterías flotantes y los monitores. En ellos los cascos están defendidos del modo que se acaba de indicar, y además llevan encima de la cubierta alta, que es rasa, y se eleva muy poco sobre el agua, en el primer caso una batería central cubierta y acorazada, y en el segundo una ó más torres, también acorazadas, fijas ó giratorias, en cuyo interior se encierra la artillería. El giro de las torres, que afectan en tal caso la forma cilíndrica, permite dirigir los fuegos en todos sentidos ó hacerlos converger en general sobre un solo punto. Para conseguir este resultado es necesario, comunmente, que los barcos de esta clase no lleven arboladura, porque la corta altura de las obras muertas que conviene adoptar en algunos casos disminuye la estabilidad, á lo cual contribuye la gran elevación sobre el agua, de pesos tan considerables como los de las mismas torres con su armamento; y además, porque la presencia de los palos y la jarcia, impediría á los cañones cubrir el horizonte con sus fuegos. No se concede en el día importancia alguna á la falta de velamen, antes por el contrario; pero en cambio, el mayor peso de los cascos, determinado por las instalaciones de las torres, impide emplear en esta clase de buques armamentos suficientemente poderosos para obtener un fuego simultáneo en todas direcciones, tan eficaz como en otros acorazados. En cambio conservan el uso de su artillería con balances que la inutilizan en barcos de batería lateral ú ordinaria. De todos modos, está probado que las baterías flotantes y los monitores que entran en la categoría de los buques que se trata, son más propios para la defensa de costas que para combates en alta mar, á causa de su escasa estabilidad.

Barcos parcialmente acorazados.—Los numerosos buques de blindaje parcial que figuran en todas las marinas militares, prueban por modo evidente con su diversidad cuántas vacilaciones é incertidumbres ha habido en la materia desde que fué preciso renunciar á la defensa de todas las partes del casco expuestas al fuego de la artillería. Esta situación no se ha despejado todavía, y así se ven divididas las opiniones en cuanto se refiere á la distribución de las defensas proporcionadas por el blindaje.

Partiendo de la conveniencia de conservar á toda costa la flotabilidad, que es la condición capital en todo blindado, y en general en todo buque de combate, siquiera sólo haya de prestar servicios auxiliares, ya se ha expuesto brevemente los medios generales de que se hace uso para obtener la protección más adecuada al destino de cada buque.

Difícil sería dar en breve espacio claro conocimiento de las varia-

dísimas disposiciones que para el blindaje así resultan y han merecido ponerse en práctica; razón por la cual aquí sólo se presentarán ejemplos de tipos bien caracterizados.

Un mamparo blindado muy próximo á la proa con portas para cañones de caza, ó dos mamparos, uno á proa y otro á popa con fuegos de caza y retirada, combinados con una faja en la flotación, corrida de punta á punta, son los sistemas más sencillos de corazas parciales que se han empleado.

El sistema que durante algunos años ha estado más en boga, consiste en blindar las partes vitales del casco, ó sean aquellas cuyo abandono al fuego enemigo podría ocasionar la pérdida del buque, y además las destinadas á la artillería y á las máquinas. Estas condiciones han dado origen á la adopción de dos sistemas de corazas. Consiste el uno en una faja que ciñe y defiende todo el contorno del casco por encima y debajo de la flotación hasta una altura y una profundidad prudentiales: esta faja se eleva en los extremos de proa y popa lo necesario para abrigar las piezas de caza y retirada que en ellos se sitúan, y en la medianía del casco sucede lo propio para proteger la máquina, las calderas y los cañones montados en la cubierta principal, dentro de una batería, formada por las corazas prolongadas de los costados y dos mamparos transversales del mismo género que las unen: en esta batería se alojan ordinariamente ocho cañones de gran calibre. En la misma cubierta alta, se suele montar también una pequeña batería defendida por el blindaje de los costados, prolongado hasta la regala.

En los barcos más modernos de esta clase, como el *Hércules*, se han introducido algunas modificaciones, adecuadas al objeto importante de que algunos de los cañones de la batería principal, pudieran ser utilizados como de caza y retirada. Para esto, fig. 158, los costados en la parte indefensa del casco no se unen á la porción acorazada, siguiendo la dirección natural y ordinaria, sino que sufren una desviación hacia el interior, cerca de los ángulos de la batería, de manera que, modificados estos á su vez, por su reemplazo con unas ochavas *a, a*, resultan en los costados cuatro entrantes de sección horizontal triangular, que permiten dirigir algunos fuegos casi en el sentido de la eslora, y cruzándose en cualquier caso con los de proa y popa.

El segundo sistema citado es de carácter mixto, porque con él se emplean las corazas parciales y las torres. Inglaterra posee, entre otros barcos de este género, el *Inflexible*, algún tiempo único en su clase, tanto por la disposición de los medios de ataque y defensa como por lo formidable de su blindaje y su artillería. El primero alcanza á

0^m,61 de grueso, y el peso de cada uno de sus cañones se eleva á 81 toneladas. En este barco, fig. 159, con objeto de disminuir los inconvenientes que para la estabilidad ofrece una escasa altura de obras muertas, se prolonga el casco en proa y popa por encima de la cubierta alta, aunque sin tener la misma manga que la porción inferior, ofreciendo á la vista á manera de dos largos castillos (de paredes laterales paralelas al plano diametral), abrigados por dos cubiertas que se encuentran á una altura de 6^m,10 sobre el agua. Un puente en zig-zag las reúne, y sirve por consiguiente, para circular cómodamente de un extremo al otro del barco. A esta disposición se debe la facultad de emplear el velamen sin peligro de zozobrar, como en un barco ordinario.

El blindaje de los costados, destinado á proteger las máquinas y calderas, principalmente, comprende el tercio central de los 97^m,5 á que llega la eslora total del buque y forma un reducto, á proa y popa del cual se extienden dos trozos de cubierta blindada. Dos torres, situadas entre los castillos en alineación oblicua respecto al plano diametral, alojan la artillería que funciona, merced á la disposición descrita, en la dirección misma de dicho plano y hacia una ú otra banda, según convenga. Cada cañón, tiene sin embargo, dos ángulos muertos determinados por la presencia de los castillos y de la torre á que no pertenece: el valor de cada uno de esos ángulos es de 75° próximamente. Los extremos de proa y popa se abandonan al fuego enemigo; pero como los costados en esas partes están revestidos de una capa de corcho de 1^m,22 de grueso, y entre ellos hay un gran número de compartimientos estancos, aún cuando llegaran á ser completamente perforados por los proyectiles, el barco no se iría á pique; solamente calaría unos 0^m,30 más de lo ordinario.

No menos digna de recuerdo es la coordinación de blindaje adoptada en bastantes buques y que marca aun más que los ejemplos presentados, la tendencia á disminuir las superficies del casco protegidos por el blindaje. La fig. 160, representa el *Collingwood*, como tipo de la clase á que se alude. La estrecha faja del costado reducida próximamente al tercio central, se extiende hacia los fondos á partir de una cubierta blindada que, rebasando en altura á la flotación en toda la parte de la faja, corre después hasta los extremos del buque por debajo del agua. Dos torres á barbata de sección oval y cuyos ejes se hallan en el plano de simetría del buque, contienen la artillería de grueso calibre, que funciona al descubierto. De la parte estrecha de las torres descienden los conductos ó pozos de municiones que para seguridad del servicio son también blindados.

Pero en ninguna marina se ha llevado tan lejos como en la italiana, la reducción del blindaje en los buques de combate.

Como ejemplo típico en este género puede citarse el *Italia*, fig. 161. Abandonóse por completo en este buque la faja confiando la conservación de la flotabilidad á una cubierta protectora situada debajo del agua, á la red celular estanca establecida á lo largo de los costados entre aire y agua, y á las carboneras situadas hacia la parte central. Un reducto blindado diagonal establecido en la cubierta, encierra la artillería gruesa que funciona á barbata, y es servida por medio de un pozo también protegido.

Mas los ejemplos de audacia que con este y otros buques ha dado la marina italiana, no han tenido prosélitos, sobre todo desde la introducción de los cañones de tiro rápido, que han impuesto un aumento en el área de las superficies protegidas con relación á los otros acorazados modernos. De ello, puede verse la prueba en el *Royal Sovereign*, uno de los grandes blindados que ahora construye el Gobierno británico.

En este buque fig. 162, que con otros seis se está construyendo por los mismos planos, la principal defensa blindada se obtiene primero con una faja de 45 centímetros de grueso que abarca la región central del casco y forma reducto con mamparos transversales también blindados.

Cubriendo este reducto y continuando después en proa y popa por debajo del agua corre la cubierta protectora cuyo grueso en los trozos extremos es de unos 63 milímetros y de 75 encima del reducto. Superpuesto á este elévase otro aunque de blindaje más ligero, cuyo grueso en los costados es de 10 centímetros y de 7,5 en las paredes transversales. Por último, arrancando del reducto inferior y en sus dos extremos levántanse dos torres á barbata de sección oval para el más cómodo servicio de las municiones. Protegen además á la artillería de segundo orden, fuertes manteletes; los proyectiles para la misma pasan por pozos blindados y hasta existen emplazamientos protegidos para la tripulación.

Disposición de los blindajes y sus almohadillados.—Las corazas se han aplicado, tanto á los barcos de madera como á los metálicos; pero si se recuerda que los cascos de los primeros son más pesados, se comprenderá que no pueden llevar blindajes tan poderosos como los últimos, supuesto que todo lo que se gana con estos en ligereza de casco, nada impide emplearlo en peso adicional de coraza. Aparte de

esta consideración, la superior solidez de los barcos de hierro ó de acero, les garantiza una larga vida, porque apenas sufren por efecto de los movimientos de balance y cabezada que tanto fatigan á los de madera, especialmente si se recarga sus costados con el enorme peso de una fuerte coraza. En cuanto á la mayor seguridad que parecen ofrecer los últimos, es en realidad ilusoria desde la introducción del sistema longitudinal transversal, que permite establecer fondos celulares estancos, sin contar con el servicio que prestan los numerosos compartimientos del mismo género, en tales casos usados. Resulta, pues, de lo dicho, que los barcos metálicos ofrecen ventajas incontestables para recibir las modernas corazas.

Los blindajes están siempre formados por hiladas de planchas que siguen próximamente la dirección de las tracas del forro. Universalmente se ha reconocido la necesidad y la conveniencia de establecerlos sobre un macizo ó almohadillado, hecho con tablones de teca ó de roble, que se empernan á los miembros del casco en los barcos de madera, y al forro del mismo en los de hierro. La naturaleza de sus servicios varía con la disposición que se les dé. Un almohadillado compuesto de una ó dos capas de gruesos tablones empernados al costado, amortigua las vibraciones producidas por el choque de los proyectiles, y anula la fuerza viva que aún anime á estos, si por acaso llegan á perforar las planchas exteriores; pero apenas aumenta la resistencia dinámica del blindaje total, ó sea la resistencia que éste opone á su penetración. Los almohadillados de este género fueron los primeros aplicados, y con el objeto de acrecentar su eficacia se macizaba en los barcos de madera todas las claras de cuadernas. Mayor es el servicio que este almohadillado simple presta en los barcos de hierro, porque aprisionado entre la coraza y el forro, relativamente rígido del casco, no puede obedecer á su elasticidad, y anula una parte no despreciable de la energía ó fuerza viva del proyectil; de manera que aumenta la resistencia dinámica que ha de vencerse, para perforar la coraza. Por esta razón en algunos barcos se hace doble el forro de plancha del casco en toda la extensión ocupada por el blindaje, como se indicó en otro lugar.

Con el objeto de dar al almohadillado una rigidez todavía mayor, se fija sobre las planchas del forro en los cascos metálicos, y también á veces en los de madera, una serie de consolidaciones longitudinales, fig. 163, formadas por angulares, una de cuyas caras se asegura al costado, quedando la otra normal al mismo. Entre estos hierros se empotran los tablones del almohadillado, cuyos movimientos de expan-

sión por efecto de un choque, son contrarrestados en todos sentidos por los forros, el blindaje y los hierros.

Para que las corazas cumplan con su destino, es necesario que si una granada llega á perforarlas, no pueda quedar completamente alojada en el almohadillado. Si esto ocurre y revienta entonces, no sólo abrirá un ancho orificio en el costado, sino que arrancará de quicio las placas próximas, destrozando al mismo tiempo el almohadillado que las sostiene. De acuerdo con esta observación, debe proporcionarse el grueso de las corazas á la artillería que estén destinadas á resistir: el del almohadillado debe hacerse inferior al largo de las granadas capaces de perforar las planchas, adoptando al mismo tiempo los medios oportunos para aumentar su rigidez propia, y, por tanto, la resistencia de la coraza á la penetración. A este principio obedecían algunos almohadillados, cuya composición es mixta. Constan en primer lugar de un almohadillado ordinario, que directamente se aplica al forro ó á los miembros, según el caso, con ó sin las consolidaciones exteriores citadas anteriormente. Encima se coloca un blindaje delgado, y sobre éste otra capa de tablones, constituyendo otro almohadillado, cuya rigidez se hace en lo posible muy enérgica por medio de planchas y angulares, interpuestos entre las caras de junta de los tablones. Sobre el almohadillado mixto, así constituído, descansa por último el blindaje exterior. El almohadillado, que se aplica directamente al casco, tiene por objeto principal, amortiguar las vibraciones producidas por el choque de los proyectiles: el almohadillado exterior el de aumentar la resistencia á la penetración, contribuyendo también á este objeto el blindaje interior.

Las combinaciones descritas de corazas y almohadillados y otras análogas, entre las que merece citarse la aplicada en Rusia á los barcos circulares, fig. 164, son las que se ven en los barcos blindados. Sin embargo, la experiencia prueba que la protección dada por las corazas á los barcos, está destinada á sufrir numerosas y profundas transformaciones.

Instalación de los blindajes y almohadillados.—Después de haber labrado con todo esmero el almohadillado, á fin de que todos los puntos de su cara interna insistan sobre la superficie fuera de miembros en los barcos de madera ó sobre el forro de plancha en los metálicos se fija al casco en cualquier caso por medio de fuertes pernos. En los buques de hierro ó de acero se recubren las caras del almohadillado con una gruesa capa de minio ó de preparaciones especiales: las costuras

de los tablones que lo componen, en todos casos se calafatean cuidadosamente. A fin de contener algún tanto las filtraciones que siempre se abren paso por el canto inferior de la coraza y destruyen los pernos se defiende con fieltro la porción del almohadillado que ha de recibir las hiladas sumergidas del blindaje después de haber extendido una capa de betún compuesto con brea y alquitrán mineral sobre la superficie exterior de los tablones, á los que se fija con clavos galvanizados el fieltro empapado en el mismo betún. En las hiladas superiores se suprime el fieltro, pero no la capa de brea y alquitrán. En los barcos de hierro se suele prolongar la última plancha del forro exterior del casco, de modo que recubra el canto inferior del blindaje. Sobre el costado, así dispuesto, se fija la coraza distribuída en tracas de planchas largas ó cortas. Las primeras ofrecen la ventaja de contribuir á ligar algo el costado.

Los pernos usados para la sujeción del blindaje en los buques de madera, eran siempre de punta perdida, generalmente galvanizados y de rosca para madera, fig. 165. Sus ástiles quedan embutidos en el almohadillado, y las cabezas, que son de forma cónica, se alojan totalmente en los orificios avellanados, que para este fin se abrían en las planchas, los cuales, una vez apretados los pernos por medio de los espigos en que terminan sus cabezas, se rellenaban con cemento hasta ofrecer al exterior una superficie continua con la de la coraza.

En los buques de hierro se han usado mucho tiempo y se ven todavía en ellos pernos pasantes, á no ser en aquellos puntos donde las instalaciones interiores lo impedían, cómo por ejemplo, cuando corresponden á los trancañiles, caso en el que se acudía á los pernos de la primera clase.

Los pernos pasantes, fig. 166, sólo llevan una rosca fina en el extremo correspondiente al interior del casco, á la que se atornillan dos tuercas, *a*, *b*, de las cuales, la exterior *b* sirve para impedir que la otra se afloje: ésta no insiste directamente sobre el forro de plancha, ni sobre una arandela simple como se practica en casos semejantes, porque se ha reconocido que las vibraciones del costado, al recibir un proyectil, son suficientes para determinar la rotura de los pernos, cuyos trozos, lanzados dentro del casco, producen el efecto de otros tantos granos de metralla. Con el objeto de salvar este inconveniente, se emplea una arandela elástica que se reduce á una planchuela de caucho alojada en una caja exagonal de hierro *C*: sobre la planchuela insiste una arandela también de hierro que recibe directamente la presión de la tuerca más próxima al costado. Los rebordes de la caja contienen los movimientos

de expansión del caucho, por cuyo intermedio se transmiten las vibraciones del casco á cada perno, y de estos á las tuercas con la suavidad y del modo uniforme necesarios para evitar la rotura.

En la actualidad, desde que cayó en desuso el hierro y empezó á generalizarse en los blindajes el acero ya solo, ya con el sistema compound, se emplean pernos de otro género que no perforan por completo las planchas, disposición que se considera preferible, tanto porque debilita menos el blindaje, como porque la presencia de orificios pasantes facilita la presentación de grietas y el desprendimiento de trozos, peligros á que el acero se halla expuesto, diferenciándose en esto del hierro dulce.

Por la misma razón, hay casas como la de Schneider que abogan por la adopción de un número considerable de pernos, disminuyendo convenientemente la sección resistente en cambio del corto número antes empleado para sujetar cada placa, con lo cual aún cuando una cualquiera llegara á partirse en trozos por la acción de los proyectiles, habría mayores garantías de que todavía se conservarían adheridos los fragmentos á la superficie que protegen.

Los pernos que emplea Schneider, son de acero muy dulce y penetran muy poco en la cara posterior de la placa, atornillándose á ella. El astil atraviesa holgadamente el costado para que pueda deformarse sin romper, y termina dentro del casco de un modo análogo al ya explicado para la fig. 166.

Cofferdams.—Son los cofferdams verdaderas ataguías (como su nombre inglés lo acusa), que se oponen al paso del agua ya sea al interior del casco cuando se establecen en el costado, ya á ciertos recintos, ya de una cubierta á otra para lo que se disponen entonces alrededor de las escotillas.

Vienen, pues, en cierto modo, á complementar el blindaje á la altura de la flotación, allí donde aquel se teme que sea deficiente, ó donde por su ausencia hay peligro de que penetren los proyectiles enemigos. De este recurso se ha hecho ampliamente uso en buques privados como el *Italia*, de verdaderas defensas blindadas y por algún tiempo se creyó por algunos que llegarían los cofferdams á sustituirlas.

Cualquiera que sea el fin á que se los destine, forman á los cofferdams dos paredes verticales estancas y paralelas de plancha, entre las cuales, si su longitud es grande, se establecen otras también estancas normales á las primeras, resultando en conjunto á manera de una pared hueca celular que se rellena con substancias de poco peso.

Estos cofferdams, ó se tapan desde luego con forro de plancha, ó se dejan al descubierto ó en situación de ser visitado su interior, como ocurre cuando se extienden de una cubierta á otra superior; y entonces no hay necesidad inmediata de rellenarlos de antemano, sino que esta operación puede efectuarse una vez que por haber sido perforados, invada el agua una ó varias celdas, que en tal caso es preciso utilizar como barrera ocupando su interior con las substancias ligeras elegidas á este fin.

Las que por el momento se emplean son el corcho y la celulosa de coco.

Nada hay que decir respecto del primero, cuyas propiedades son perfectamente conocidas. En cuanto á la llamada celulosa es una materia compacta, á manera de fieltro, que se obtiene desmenuzando el perisperma de la cáscara del coco y mezclándolo íntimamente con las fibras leñosas de la misma cáscara. El metro cúbico de la substancia así obtenida, pesa unos 140 kilogramos, y por tanto, la mitad menos que el corcho. Además, posee la celulosa otras propiedades características, muy apropiadas al objeto á que en los buques se le aplica. Es de difícil combustión. Encerrada en un cofferdam y atravesada por proyectiles de bastante calibre disparados á corta distancia, apenas presenta huellas de los orificios, que en virtud de la elasticidad de la substancia se cierran automáticamente. Por último, humedecida la celulosa aumenta de volumen, circunstancia favorable para atajar en los cofferdams la vía de agua que pudiera producir el paso de los proyectiles. Recientemente, sin embargo, como contraposición á estas ventajas se ha dicho que á la larga se halla expuesta la celulosa á una fermentación que la inutiliza.

En estos últimos años, (desde el 87), ha empezado á hablarse en Inglaterra de otro material, á que se da el nombre de woodita, que por sus cualidades se asegura es superior á la celulosa. Según Mr. Barnaby que aboga en favor de su empleo, absorbe el agua tan lentamente que en veinticuatro horas no pasa de un 4 por 100 la que penetraría en un recinto ocupado por la woodita.

Su peso no pasa de 118 kilogramos por metro cúbico; no parece estar sujeta á causa alguna de deterioro; abundan los materiales de que se compone y puede ser por lo mismo moderado su precio, y no se inflama por efecto de la explosión de una granada en su masa, propiedades todas ellas que requieren la comprobación de la experiencia á que hasta el presente no ha sido sometida.

PARTE CUARTA.

ACCESORIOS PRINCIPALES DE LOS CASCOS Y PROCEDIMIENTOS USADOS PARA LA CONSERVACIÓN DE ESTOS.

CAPÍTULO I.

Tajamares.—Tambores.—Portas.—Anclas.—Serviolas.—Pescadores y varaderos.—Disparadores.—Escobenes.—Bitas.

Tajamares.—El tajamar es uno de los accesorios del casco que las innovaciones de la construcción moderna tienden á hacer desaparecer. Gran número de barcos mercantes y casi todos los de guerra, á no ser los antiguos, carecen de tajamar. Su objeto principal es ofrecer un punto de apoyo á las trincas y los barbiquejos del bauprés, que es el palo que con una inclinación variable sale por la proa de los buques al través de un orificio llamado boca de tinaja. Se aprovecha además, en ocasiones, el tajamar cuando existe, en unión de las piezas que lo ligan al casco, para la instalación de los beques de la marinería y de los jardines de guardias marinas y oficiales de mar. Sus formas se prestan también para hacer más elegantes las curvas que perfilan la proa.

Consta el tajamar en los buques de madera de tres piezas principales que dibujan su contorno, y son: la madre, la perdigueta y el tajamar, propiamente dicho. La primera, *a*, fig. 57, se aplica á la roda; la segunda, *b*, sale hacia el exterior casi horizontalmente desde la cabeza de la madre; y el tercero, *c*, cierra el contorno ofreciendo una curvatura é inclinación variables dependientes de la posición del bau-

prés. El intervalo comprendido entre estas tres piezas; se maciza con otras paralelas á la madre ó divergentes, constituyendo entre todas la pala del tajamar.

Para asegurar la perdigueta al casco, se usa la curva capuchina *d*, instalada sobre el arranque de aquella pieza junto á la roda: el otro extremo de la perdigueta sirve de asiento al mascarón que suelen llevar los barcos.

La situación del tajamar lo expondría á ser fácilmente arrancado por los golpes de mar de través, si no llevara para impedirlo y consolidar el maderamen descrito, sujeto al casco con pernos pasantes hasta el interior en dirección de proa y popa, las piezas *a*, figuras 167 y 168, llamadas curvas bandas, cuyo número es variable, y que se empernan á la pala y á los costados. Estas consolidaciones son además útiles para ayudar á resistir las tensiones de las trincas, barbadas y barbi-quejos del bauprés. En muchos casos se hacen de hierro las curvas bandas.

Para facilitar la instalación de los jardines y beques, se construye sobre la perdigueta un armazón que se suele comparar á la del casco de un buque. En efecto; encima de la perdigueta, que desempeña las funciones de quilla, se montan en direcciones perpendiculares al plano diametral unas piezas *b*, llamadas gambotas, que son á manera de pequeñas cuadernas, cuyas cabezas se clavan á unos maderos *c*, que reciben el nombre de brazales, los cuales parten del tajamar propiamente dicho, y van á hacerse firmes á los costados por una y otra banda á bastante distancia de la roda. Los brazales forman la regala del pequeño casco instalado sobre la perdigueta. Dentro de la capacidad limitada por las piezas mencionadas se establece una cubierta horizontal comunmente de enjaretado, que sirve para la colocación de los jardines y los beques.

La primera modificación introducida en los tajamares se inauguró en los barcos americanos, llamados clippers, destinados á navegar en mares gruesas, y, por tanto, expuestos á que un golpe de mar arrastrara consigo la armazón descrita. En ellos se suprime este accesorio exterior al casco: el tajamar lo forma la misma roda, á la que se da un lanzamiento notable en la parte de obras muertas, y las gambotas son entonces unas ligazones que se apoyan en las caras laterales de la contrarroda, y van defendidas por el forro exterior del casco. Esta disposición está bien entendida para no presentar formas angulosas á la acción de las olas, que por tanto resbalan, sin producir grandes choques, sobre la superficie continua que presentan los costados.

En los barcos blindados, una de cuyas funciones suele ser la de servir de arietes, esta circunstancia exigía la supresión del tajamar. El bauprés tiene entonces dimensiones reducidas, y la roda se eleva verticalmente sobre la flotación cuando no recibe un contralanzamiento. Sabido es además que en muchos buques de esta clase, no se emplea velamen, y por tanto, no hay necesidad de un verdadero tajamar.

En los buques de hierro y de acero se dispone también el tajamar como en los de madera; pero lo más común es suprimirlo ó disponerlo como en los clippers, dando entonces, en general, á las gambotas direcciones normales á la roda.

Tambores.—Estos accesorios, que tan sólo se encuentran en los vapores de ruedas, son dos cajas semi-cilíndricas, montadas una á babor y otra á estribor, con objeto de cubrir la parte que en cada propulsor se encuentra al aire libre, é impedir que ínterin trabaja la máquina caiga sobre cubierta el agua de mar. En los buques de madera cada tambor se monta atracado á la banda correspondiente sobre las porciones exteriores al costado de dos robustos baos, llamados de canaleta, que al intento se prolongan fuera del casco y distan uno de otro lo necesario para que entre ellos queden comprendidas las ruedas. Dos esloras, conocidas con el nombre de aletas, se ensamblan y empernan á las cabezas de estos baos; y á fin de impedir las flexiones que en ellos pudiera originar el peso de los tambores, se apoyan los extremos de cada bao en unos tornapuntas de hierro, cuyos pies se fijan á los costados en la parte adyacente á estos, y con el mismo objeto que los tornapuntas, se agregan fuertes curvas de hierro, como las usadas en los entrepuentes. Sobre los baos de canaleta y las aletas, se elevan las armazones de los tambores formadas con cerchas ó arcos circulares de madera ó de hierro concéntricos á las ruedas, y encima se asegura el entablado horizontal ó diagonal con que se acostumbra á cubrir las armazones de los tambores. El frente exterior de cada uno es plano, y ordinariamente lo cierra un enjaretado.

A proa y á popa de los tambores se acostumbra montar unas plataformas triangulares, encima de las que se elevan construcciones ligeras destinadas á usos diversos, como alojamientos, jardines, etc. Se arman estas plataformas con los mismos baos, que á semejanza de los de canaleta, se proyectan exteriormente al casco hasta encontrar á una pieza recta que en cada plataforma corre, limitándola desde la cabeza más próxima de la aleta del tambor á buscar apoyo y sujeción en el costado con el que se emperna. Además se afirma esta pieza á los mis-

mos baos con el auxilio de ensambles y curvas horizontales de hierro montadas en los ángulos de encuentro. También se fijan curvas de igual clase, pero verticales, debajo de la parte saliente de cada bao para impedir su flexión.

En los barcos de hierro y de acero los tambores constan de los mismos elementos componentes que en los de madera. Los baos de canaleta, ó son tubulares, ó de sección de doble T, y sus dimensiones dependen principalmente del sistema adoptado para la instalación de las ruedas. En la mayor parte de los casos, la aleta se arma como los baos de canaleta, y su sección recta suele hacerse decreciente desde el medio hacia los puntos de apoyo. La armazón de cada tambor, propiamente dicho, se forma con barras y planchas, y sobre ella se aplica un forro de tabla. Componen á las plataformas en primer lugar las mismas aletas que variando de dirección convergen hacia el costado, y además los baos prolongados hasta encontrar á estas piezas, á las que se afirman con suplementos de angular.

En muchos buques (y esto también ocurre en los de madera), no se prolongan más baos que los de canaleta, y en lugar de los restantes, se montan en los costados planchas triangulares verticales guarnecidas con angulares en todo su contorno, ó tan sólo armaduras hechas con los angulares.

Por lo demás, cualquiera que sea el material dominante en la construcción del casco, se fija encima de las plataformas un piso de tabla.

Portas.—Las portas, cuya utilidad y funciones son ya conocidas, tienen siempre contornos rectangulares, á no ser en algunos casos excepcionales, como, por ejemplo, en las torres de los monitores y otros blindados. Sus dimensiones dependen del servicio á que se las destine, y por tanto, en los barcos de guerra, que son los que aquí importa más considerar, dependen del calibre de la artillería y de los ángulos de tiro que se quiera obtener. En cualquier caso, se procura darles tan sólo la magnitud indispensable (generalmente incompatible con una buena ventilación), porque debilitan los costados y dejan paso franco á los proyectiles enemigos. Para compensar en los buques de madera la falta de rigidez ocasionada por la presencia de las portas, se aumenta el grueso de las tracas del forro que pasan por encima y debajo de ellas, ó se multiplican las consolidaciones diagonales del casco en los puntos convenientes. En los buques de hierro, con igual objeto, se acostumbra á hacer doble el forro alrededor de las portas; y en los acorazados, ya sean de madera, ya de hierro, se agrega á las precauciones mencio-

nadas, aunque no siempre, un aumento de grueso en el blindaje que circuye á cada porta, ó la instalación de planchas dobles en los mismos puntos.

La elevación sobre el agua de la andanada más baja de portas, debe ser tal, que no alcance el agua con balances de 15° á 20° en los barcos de una sola batería, y de 10° á 12° en los barcos que llevan dos.

Las portas se abren siempre en los cascos de madera entre dos cuadernas de armar que forman los batientes *a*, fig. 169, y en sentido vertical las limitan dos fuertes piezas, *b*, llamadas batiportes, que se distinguen entre sí con los calificativos alto y bajo, según su situación relativa. El batiporte bajo descansa sobre los frentes de las ligazones correspondientes á las cuadernas de relleno cortadas por la porta: el alto recibe en cajas apropiadas los espigos de las ligazones superiores de las mismas cuadernas. Por último: los topes de los batiportes, labrados en bisel, como se ve en el alto de la figura, ó para ensamblar á boca de lobo (disposición indicada de puntos), penetran en muescas poco profundas abiertas, con objeto de recibirlos en las caras laterales de los batientes. El grueso de los batiportes es generalmente igual á la grúa de las cuadernas en la parte donde aquellos corresponden; pero como á veces ocurre la necesidad de variar la altura de las portas á consecuencia de un cambio de artillado, se suele adoptar, por precaución, para forma del batiporte bajo la representada en la figura. En este caso se da al batiporte un grueso igual á la grúa de las cuadernas, más el de la corredera, disposición que permite reemplazarlo con otro de mayor ó menor peralto cuando sea preciso, sin necesidad de tocar al forro interior. Los batiportes de esta clase se empernan directamente á las cuadernas con el auxilio de las orejas *p*.

Las portas de los buques metálicos tienen una constitución análoga á la descrita. Dos cuadernas forman los batientes y dos planchas horizontales, aseguradas al forro y á las cuadernas con los angulares, los batiportes.

Las portas, cualquiera que sea su clase, se cierran por medio de una ó de dos hojas, llamadas arandelas ó manteletes, giratorios alrededor de ejes horizontales. Si la porta es de una sola hoja el eje de giro coincide con la arista alta exterior de la porta: si es de dos hojas, uno de los ejes es el mismo, y el otro es la arista inferior externa de la porta. La estructura de las arandelas es comunmente la del costado, y de todos modos, sólo ofrece de particular la circunstancia de que en la superior se suele montar uno ó dos cristales circulares de patente con objeto de dar luz á las cubiertas en los malos tiempos.

Anclas.—Es bien sabido que los barcos confían su seguridad en los fondeaderos á las anclas, instrumentos de hierro forjado, que sujetos á un cable de cáñamo ó de cadena, hecho firme á bordo, se arrojan al mar, en cuyo fondo hacen presa, ofreciendo en tal estado la resistencia necesaria para que los barcos no sean arrastrados por los vientos y las corrientes.

Las anclas se componen de varias partes conocidas con las denominaciones siguientes, fig. 170. Llámase caña á la barra A B; brazos á las porciones B D y B C; cruz al trozo de ancla formada por el encuentro de la caña y los brazos; uñas á las partes extremas D F y C E de los brazos; pico de loro á la punta saliente y posterior de cada uña; mapas á las superficies próximamente triangulares que limitan á las uñas del lado de la caña; cepo á la pieza G H, y grillete del ancla al montado en el extremo de la caña opuesto á los brazos, que puede ser en algunos casos un simple arganeo.

Las anclas deben ser resistentes, de formas tales, que merced á ellas tomen pronto la posición adecuada para hacer presa; y ya en este estado, es necesario que agarren bien y rápidamente el fondo con mucho ó poco cable filado; conviene además que sean fácilmente rastreables, de cómoda estiva, que se pueda trasportarlas en botes sin graves embarazos y que ofrezcan el menor peligro posible de encepase.

Entre las cualidades características de una buena ancla, son induciblemente de primer orden la resistencia y la facultad de agarrar bien y rápidamente. Influyen en la resistencia, á parte de la calidad de los materiales y la mano de obra, las longitudes relativas de la caña y los brazos con la magnitud y figura de las secciones que ofrecen. La propiedad de agarrar pronto y bien depende á su vez de las longitudes de la caña y los brazos, de los ángulos que estos formen con la primera, de su mayor ó menor curvatura, de la configuración de las uñas y de las áreas de sus mapas. Todas estas particularidades varían en las distintas clases de anclas conocidas; en cuanto al cepo, es de longitud constante en la mayor parte, é igual próximamente á la de la caña.

Las anclas que han merecido la preferencia en nuestra marina de guerra, son, la ordinaria, la llamada del Almirantazgo inglés, la de Lenox y la perfeccionada de Martín y alguna otra. Además de estas, existen varias muy usadas en la marina mercante, que pasan por disfrutar de excelentes condiciones: tales son el ancla Porter modificada por Trotman, la de Betteby, la de Miller, la de Rodgers y muchas más.

En el ancla ordinaria, fig. 170, la caña y los brazos están formados por dos piezas de forja soldadas en la cruz. El cepo es de madera re-

sistente y consta de dos porciones, de longitud igual á la total de este accesorio del ancla, amadrinadas de suerte que en su parte media queda comprendida la caña. En esta disposición se enzunchan, y á veces se agrega cierto número de pernos para ligarlos más. La porción central del cepo es siempre de sección rectangular: en el resto la sección se hace hoy día, comunmente, circular. Para impedir que la caña pueda correrse en sentido normal al cepo, lleva aquella dos resaltos prismáticos *a, a*, que constituyen lo que se llama la nuez; y con el fin de proteger la madera del cepo contra el rudo rozamiento del hierro, se forra con plancha de este mismo material en toda la extensión que se halla en contacto con la caña.

La forma general del ancla del Almirantazgo inglés sólo difiere de la del ancla ordinaria en la sustitución del cepo de madera por otro de hierro. Es este corredizo, fig. 171, á lo largo del orificio de la caña en que se inserta, permitiendo el codillo que presenta uno de sus extremos atracarle á la misma caña; de suerte que un ancla de esta especie, puede alojarse cómodamente en menos espacio que otra ordinaria. Para funcionar con ella, se atraviesa el cepo del modo representado en la figura, sujetándolo en tal situación, por medio de una chaveta *c*, que en unión del collarín *r*, se opone á todo movimiento de esa pieza.

De día en día se generaliza más el uso de cepos de hierro, iguales ó parecidos al descrito. Aparte, sin embargo, de la ventaja que en general proporcionan para el cómodo acondicionamiento de las anclas á bordo, no parece que haya otras que militen en su favor; antes, por el contrario, pues siendo en ellos más grande la densidad y menor la superficie exterior resistentes á las presiones del agua, que en los cepos de madera, es claro que al fondear, las anclas provistas de los primeros, deben recibir choques más violentos, estando por tanto más expuestas á una avería.

El ancla Lenox es también de cepo de hierro. El primer cepo usado en ella, era como el del Almirantazgo, pero sin codillo y con un collarín en lugar de la chaveta. Posteriormente sufrió una transformación completa del modo representado en la fig. 172, cuya inspección permite reconocer que el cepo consta de dos planchas de contorno curvo, paralelas é iguales, trabadas por medio de chapas guarnecidas de angulares. Dos de ellas se utilizan para obtener la sujeción del cepo á la caña.

La fig. 173, representa el ancla Martín modificada, que según muchos, ha dado excelente resultados en la práctica, y es la que entre todas las usadas difiere más de la ordinaria. Caracteriza á esta ancla la

posición y la forma del cepo, así como su manera original de funcionar. Los brazos del ancla forjados en una sola pieza, son giratorios independientemente de la caña y terminan en uñas achatadas, cuya orientación es perpendicular á la adoptada en las demás anclas. La amplitud del arco que pueden describir los brazos, cuyo valor es de unos 80° , está limitado por un tope t , fijo á uno de ellos, y móvil en una caja a, b, c, d , practicada lateralmente en el extremo P de la caña. Por lo demás, los brazos no pueden correrse dentro del ojo en que giran, por impedir ese movimiento el tope t , en un sentido y el collarín h en el opuesto. El cepo, atravesado por la caña, queda á su vez sujeto con el auxilio del collarín s , y de una fuerte chaveta o . Exige, por consiguiente, para ser montado ó desmontado, que de antemano se zafe el grillete. Tendida el ancla en el fondo del mar, resulta que, como el extremo ó cabeza P de la caña es bastante ancha, queda á cierta altura sobre el suelo el punto de unión de los brazos: giran por tanto estos en virtud de su propio peso, de suerte que, si en tal situación sufre una tensión el cable del ancla, se hundirán á un tiempo las dos uñas en el fondo, continuando el giro de los brazos hasta que el tope t llegue á tocar uno ú otro de los costados de la caja en que se mueve.

Existe otro tipo de esta misma ancla, que difiere del descrito en algunos detalles, que se reducen; primero á la supresión del collarín h , para facilitar la instalación de los brazos, el cual es reemplazado en sus funciones por un perno, que atravesando la porción inferior de la caña en la dirección del eje de la misma, aloja su extremo en una caja abierta en la parte convexa de los brazos, encerrada dentro del ojo de la caña: esa caja tiene una amplitud medida por el ángulo que pueden girar las uñas; y segundo, á la instalación de un doble arganeo en forma de 8, á la mitad próximamente del largo de la caña para recibir la gatilla.

La enumeración hecha anteriormente de las cualidades características de una buena ancla, permite reconocer desde luego las ventajas que sobre las anteriores atribuyen muchos á la de Martín, cuyo principio fundamental fué ideado y puesto en práctica hace ya bastantes años, por Hawkin en sus anclas, que cayeron muy pronto en desuso. Por último, análoga al ancla Martín, y como ella, bastante usada es la Marrel, fig. 174, que no requiere descripción especial.

El número de anclas que cada barco lleva, varía con su porte. En los buques de guerra de tres palos, son cuatro las usadas; dos de ellas llamadas de leva, que son las más pequeñas, prestan un servicio constante para el fondeo en puertos con buenos tiempos. En cuanto á las

otras dos anclas, llamadas tercera y cuarta, sólo se hace uso de ellas en caso de temporal, ó si llega á perderse alguna de las de leva. La tercera es la más pesada de todas, y se designa también con el nombre de esperanza, á causa de sus importantes servicios.

Serviolas.—Son las serviolas una especie de pescantes que sirven para suspender fácilmente las anclas é izarlas después, por el intermedio de la gata, desde que sus arganéos asoman encima del agua, cuando se leva, ó para sostenerlas mientras no se fondea. Los barcos grandes llevan dos, una á cada costado, instaladas en la parte de proa correspondiente á las muras; es decir, próximamente hacia donde se encuentra la última cuaderna de proa. Los barcos pequeños no llevan á veces ninguna, á causa del poco peso de sus anclas. La colocación y las dimensiones de las serviolas, deben ser tales, que en ningún caso embaracen para las operaciones que se han de ejecutar con las anclas: por consiguiente, conviene que tengan un lanzamiento al exterior del casco, tal que las anclas en los diversos períodos de su ascenso, cuando se leva ó de su descenso al fondear, no rasquen los costados, cualquiera que sea la orientación de sus uñas. Las serviolas deben estar además á una altura sobre la flotación, suficiente para que una vez izada el ancla, quede la cruz completamente fuera del agua, y en estado, por tanto, de recibir las uñas el gancho de la gatilla, con cuyo auxilio se ha de varar. En ningún caso debe embarazar el servicio de las portas de proa la presencia de las serviolas ó de las anclas en cualquiera de sus posiciones.

Las serviolas de los barcos de madera, fig. 175, se componen de dos piezas principales que son, un robusto madero recto A, de sección cuadrada, que constituye el verdadero pescante y una fuerte curva C, llamada pie de amigo, una de cuyas ramas se aplica á la cara baja del pescante que en ella descansa, y la otra en posición próximamente vertical al costado. Otra curva D, conocida con el nombre de aleta, y que se afirma á la cara de proa ó de popa de la serviola, completa la consolidación de ésta. Ambas curvas se hacen indiferentemente de madera ó de hierro. El pie de cada serviola se empotra en el costado á la altura del trancanil de la cubierta alta, y á veces de la del castillo; de manera que para satisfacer á las condiciones relativas á su instalación, antes expuestas, es necesario que las serviolas estén algún tanto capialzadas: generalmente forman sus ejes un ángulo de 60° con la vertical. Las cajas abiertas en los costados, para darles paso, se revisitan interiormente con plancha de plomo y fieltro. En las cabezas de

las serviolas, cuyos extremos se enzunchan para impedir la separación de las fibras de la madera, se ven tres groeras con sus correspondientes roldanas de bronce para el laboreo de la gata, y lateralmente, unas veces en la cara de proa y otras en la de popa, una gran pasteca destinada á guiar la tira de la boza que atraviesa el arganéu del ancla, y cuyo chicote entra por una groera del costado en el interior del casco, haciéndose firme á una cornamuza.

En los barcos de hierro y en los de acero, las serviolas son comunmente sólidos pescantes forjados, de las dimensiones necesarias para el objeto á que se destinan; pero en los de gran porte, esta disposición exige el empleo de serviolas muy pesadas, razón por la que en tales casos se construyen tubulares, lo cual permite aligerarlas considerablemente. Al pescante lo constituye entonces un tubo curvo, de sección rectangular creciente desde la cabeza hasta el arranque, formado con cuatro planchas ligadas entre sí por el intermedio de hierros de ángulo interiores, establecidos en las aristas de unión. Las planchas de proa y popa son planas y se afianzan al costado con el auxilio conocido de hierros de ángulo: la baja se arquea de modo que presente su concavidad hacia el mar, y que su borde inferior tangente al costado, sobre el cual se remacha directamente; y la alta, que también se voltea, va ensanchando gradualmente á medida que se aproxima al casco, al que se sujeta como las planchas laterales; de suerte que como estas son paralelas, la superior las rebasa formando á manera de dos refuerzos á proa y á popa de la serviola, que sustituyen á la curva horizontal de que se habló, para los buques de madera. Varios diafragmas interiores consolidan el tubo, y uno de ellos forma el tope ó frente de la cabeza de la serviola, que por lo demás lleva en su extremo, como de costumbre, una ó más roldanas para el aparejo de gata.

En los buques blindados, especialmente, y en muchos otros sin exceptuar los mercantes, se han introducido alteraciones considerables en la estructura y disposición de las serviolas, dejando en muchos casos de situarlas en el emplazamiento característico antes definido. Así se las reemplaza á veces con verdaderas grúas instaladas en cubierta, giratorias comunmente y á veces rebatibles para facilitar el juego de alguna pieza de caza. Y en ocasiones se las sitúa en el mismo plano diametral, disposición que permite utilizar una sola grúa para servicio de las dos anclas de leva.

Pescantes de gatilla y varaderos.—Cerca de las serviolas, para facilitar la faena de atravesar el ancla, una vez izada á pique fuera del

agua, llevan los barcos de gran porte los pescantes de gatilla, situados á popa de las serviolas, á mayor altura que ellas, y que en definitiva son unas serviolas más sencillas, por no tener que suspender más que la mitad del peso que puede colgar de las serviolas principales. Los pescantes de gatilla en los buques de madera están formados generalmente por una sola curva, de cuyas dos ramas, una sirve para asegurar el pescante al costado, y la otra, saliente hacia el exterior, lleva en su extremo tres roldanas dispuestas como las de las serviolas y un argané o cáncamo para hacer firme el chicote de la boza de la uña del ancla. En los mismos buques de madera algunas veces, y en los metálicos siempre, el pescante de gatilla es de forja, y en ocasiones giratorio alrededor de un eje vertical, en cuyo caso se llama pescador.

Una vez atravesada el ancla y asegurada en su posición horizontal definitiva, las uñas pudieran lastimar el costado cuando para dar fondo se la deja caer á pique. A fin de evitarlo, se sitúan debajo de los pescantes de gatilla los varaderos de las anclas, que están formados por un macizo de madera revestido de hierro, de tal suerte constituido que ofrezca un plano inclinado al exterior. Igualmente se forra con hierro todo el trayecto recorrido por las anclas al caer.

Disparadores.—En la fig. 175, al lado de la misma serviola, se puede observar un aparato llamado disparador del ancla. Consiste en una barra cilíndrica *s* de hierro, giratoria alrededor de su eje, y que por su extremo exterior termina en una media caña, cuya cavidad ocupa un dedo, giratorio á su vez alrededor de un perno *b*, montado en la cabeza de la serviola. El disparador atraviesa el costado, y cerca de la amurada remata en una nuez atravesada por un taladro, cuyo eje está vertical cuando la media caña presenta su concavidad hacia la parte superior. Una paja, que introducida en el taladro apoya su pie en una carlinga de hierro empotrada en la cubierta, impide el giro del disparador. Si se supone enganchada en el dedo la gaza ó el grillete de la boza del ancla, cuyo chicote opuesto pasa por la roldana *e*, y se amarra dentro del barco; si además en el seno de la misma boza ó capón se supone suspendida el ancla por su argané o su grillete, parte de su peso actuará sobre el dedo. Si en esta disposición se saca la paja de la carlinga, y manejándola como un bandeador se le imprime un giro de 90°, girará también el mismo ángulo la media caña del disparador; y obedeciendo entonces el dedo á la acción del peso del ancla, girará á su vez libremente alrededor del perno *b*, largará al mismo tiempo la gaza, y el ancla, abandonada á sí misma, caerá al fondo del mar.

La fig. 176 representa otro disparador bastante común que se instala en el costado. Las dos bozas de cable de cáñamo ó de cadena correspondientes al cepo y á la caña con que se sujeta al ancla en posición horizontal y de modo que una de sus uñas descansa en el varadero, se enganchan en los pinzotes *a*, por medio de sus eslabones terminales; la palanca *b* impide que el disparador gire bajo la acción de los pesos aplicados á los pinzotes, para lo cual se amarra su extremo á un cáncamo *r* de la amurada. Para fondear basta cortar la amarra, con lo que no contrarrestando ya nada el peso del ancla cae ésta al mar.

La fig. 177 indica otra disposición dada en muchos barcos á los disparadores. En la cabeza misma de la serviola, y encima de su cara alta puede girar alrededor de un eje perpendicular á ella una palanca *a b*; en la muesca de su extremo *b* se aloja el pernete *c* giratorio á su vez alrededor de un eje horizontal. En este pernete se engancha el capón que sostiene el ancla á la pendura, y cuyo chicote, después de pasar por la pasteca de la serviola, se hace firme en la amurada. A la voz de «fondo», se hace girar la palanca *b*, la cual, largando el pernete, deja que éste gire impelido por el peso del ancla al caer en el mar.

Las anclas tercera y cuarta, instaladas en los costados sobre las mesas de guarnición del trinquete ó en varaderos especiales si no hay mesas ó falta la arboladura, llevan disparadores análogos á los descritos, de los cuales tan sólo difieren en algún detalle.

Escobenes.—Los escobenes son orificios abiertos en los costados para dar paso á las cadenas ó cables de las anclas. Generalmente son cuatro en los buques de alto bordo, dos á cada banda, y se sitúan bastante próximos á la roda: á estos se agregan con frecuencia otros dos hacia popa. En buques de poco porte se emplean dos solamente. Todos ellos se establecen en la cubierta principal, y no en la superior, porque cuanto más bajos se encuentren, tanto mejores serán las condiciones en que funcionen; por esta misma razón se les da una inclinación hacia el agua de 0,1 á 0,07. Los dos escobenes de proa se utilizan para el servicio de las anclas de leva, y los dos siguientes para el de las 3.^a y 4.^a En la fig. 178 se ve la disposición usada para la instalación de los escobenes en los buques de madera: consiste en dos bocinas *b b*, de fundición, embutidas en un orificio abierto en el costado para recibirlas; se aseguran por medio de pernos pasantes de arandela á arandela.

En los barcos de hierro y en los de acero, se instalan los escobenes de un modo análogo, macizando con tal objeto el contorno de los orifi-

cios practicados en la plancha del forro ó en el costado preparado al efecto.

Para evitar en los temporales que el agua del mar invada la cubierta principal de los barcos, se cierran los escobenes con unos tapones de madera escotados lateralmente por medio de muescas que sirven para alojar el trozo de cadena que atraviesa á cada escobén. El cierre obtenido de este modo no basta para conseguir completamente el objeto apetecido, razón por la que se establece además en la cubierta una caja llamada de agua para recibir la procedente de los golpes de mar, y en casos ordinarios la que empapa á las mismas cadenas ó cables cuando se leva. Las cajas de agua están constituídas por la parte de los costados que ocupan los escobenes, por el trozo de cubierta correspondiente, y finalmente, por un mamparo de corta altura que corre de babor á estribor, limitando cada caja en sentido de la eslora. La capacidad así obtenida en la parte de proa, se calafatea perfectamente, se forra de plomo y se pone en comunicación con el exterior por medio de dos imbornales situados á uno y otro lado de la roda, y provistos exteriormente de sus correspondientes válvulas de chapaleta ó de otro género análogo, que se abren de dentro hacia afuera.

Bitas.—Los cables de las anclas entran á bordo por los escobenes y van á arrollarse á unas columnas llamadas bitas. Estas, cuando los barcos se hallan fondeados, tienen que soportar las tensiones experimentadas por los cables, y, por tanto, deben estar construídas con la resistencia necesaria para sufrirlos sin fatiga.

La sustitución de los cables de cáñamo por las cadenas, ha dado origen á varias transformaciones en la estructura de las bitas usadas antiguamente, y que todavía se ven en algunos barcos de madera. En tal caso constan de dos maderos verticales llamados columnas de bita, situados algo á proa del palo trinquete y simétricamente respecto al plano diametral del barco. Las columnas atraviesan la cubierta de la batería ó principal, y llegan hasta la del sollado, de tal modo, que sus caras de proa se apoyan contra la de popa de un bao de la batería, y la de proa de un bao del sollado. Dos curvas, que se denominan de bita, situadas á proa de las columnas, y empernadas á estas y á los baos de la batería, completan la consolidación de las bitas, á las que prestan apoyo en toda la parte correspondiente á los dos tercios próximamente de sus alturas sobre la cubierta principal.

Por último, un madero, llamado cruceta, tendido en dirección perpendicular á las columnas, corre de una á otra por sus caras de popa

contra la que se aplica y emperna, rebasándolas además hacia ambos costados,

Los cables de las anclas, tanto al levar como al dar fondo, suelen arrollarse á las bitas con una vuelta sencilla, porque cuando se efectúa cualquiera de estas faenas, y en especial la segunda, al filar el cable podría salir éste con gran velocidad azotando y destruyendo por tanto la cubierta, al paso que la vuelta dada á la bita desarrolla un rozamiento que modera y regulariza la rapidez de caída del ancla; y como en esta operación es fácil que el cable se corra hacia la cabeza de la bita, hasta desencapillarse, lleva ésta atravesada una paja en la parte superior para impedirlo.

Sobre las curvas de bita se instalan cáncamos empleados para enganchar las bozas delanteras que se dan á los cables cuando se les quiere amarrar, y además existen otros afirmados en cubierta á popa de las columnas para las bozas llamadas traseras.

A suprimir la cruceta y recubrir las columnas con un sombrero de hierro fundido, se reduce la primera modificación introducida en la instalación de las bitas al sustituir los cables de cáñamo por los de cadena; pues la madera no hubiera resistido largo tiempo el roce del hierro. A la par, para que la vuelta dada á la cadena en la bita no fuera causa de que los eslabones de aquella llegaran á morderse, se proveyó lateralmente al sombrero de un reborde helizoidal destinado á guiar la cadena en su marcha.

Finalmente, la disposición adoptada, para instalar hoy día las bitas, tanto en los buques de madera como en los de hierro ó de acero, es mucho más sencilla, y tal como representa la fig. 179.

No sólo se suprime la cruceta sino también las columnas de madera. Según esto, cada bita queda reducida al sombrero hueco de fundición con su concha ó reborde helizoidal, ó en su lugar con unas pajas atravesadas, dispuestas en el contorno de la bita.

Una fuerte arandela permite empernar cada columna á la cubierta: con tal objeto se establece en ésta un fuerte macizado, por medio de esloras y consolidaciones de hierro. Respecto á las curvas de bita, unas veces se suprimen y otras no; pero en el primer caso los cáncamos para las bozas delanteras se fijan en la cubierta.

CAPÍTULO II.

Observaciones generales sobre los timones.—Timones ordinarios.—Timones compensados.—Timones mixtos.—Timones articulados.—Aparatos para el gobierno de los timones.

Observaciones generales sobre los timones.—El timón, como se ha dicho en otro lugar, es en general una pala de madera ó de hierro, instalada á popa de las embarcaciones y giratoria alrededor de un eje comunmente perpendicular á la cara alta de la quilla.

En la introducción se ha visto que en cada buque, para una velocidad dada y una orientación determinada del timón, el efecto rotatorio obtenido es directamente proporcional á la superficie de su pala. Esta, sin embargo, en todos los buques es una fracción bastante pequeña de la sección diametral ó de la transversal máxima, en función de cualquiera de las cuales se da comunmente su valor.

Si para aumentar el efecto rotatorio, se hicieran muy grandes las palas de los timones, los barcos no podrían navegar en mares gruesas sin correr grandes riesgos de perderlos, destrozados por las olas: sería además imposible su gobierno, á causa del esfuerzo colosal que habría que ejercer para conseguirlo. Por esta razón las embarcaciones exclusivamente destinadas al servicio de puertos y arsenales, se hallan provistas de timones, cuyas palas son relativamente mucho mayores que las de los que se montan en buques que han de hacer largas travesías.

En el lugar, antes citado, se dijo también que el contorno de los timones debía ser tal, que ofreciera su máximo ancho entre la tercera y la cuarta parte de su altura á contar de su borde inferior. No se puede,

sin embargo, considerar esta regla como absoluta á causa de las variadas instalaciones adoptadas para el timón, á las que debe el encontrarse en condiciones completamente distintas de las que condujeron á la conclusión mencionada. En efecto; hay timones tan distantes de la obra viva, que ya no es aplicable á ellos la observación hecha acerca de la marcha seguida por los filetes líquidos, sobre todo si, como ocurre en los barcos de hélice, entre los fondos y el timón se halla interpuesto el propulsor que obliga á las moléculas de agua á variar de camino antes de chocar con la pala de aquel órgano. Esta es la razón porque algunos buques montan timones de contornos casi rectangulares.

En cualquier caso conviene que una arista ó un canto redondeado limite la parte de popa del timón. Cuando el canto está formado por una superficie cilíndrica de generatrices perpendiculares á las caras laterales de la pala se produce detrás de él en cada instante un vacío que el agua tiende á llenar y llena por intermitencias, lo cual da origen á remolinos, causa constante de repetidos choques de la masa de agua contra el mismo timón, que transmitidos por la pala producen en todo él trepidaciones violentas que fatigan las articulaciones empleadas para facilitar su gobierno. La sustitución de la superficie cilíndrica del canto por una arista ó un lomo redondeado, anula esos efectos suprimiendo el vacío que los produce.

Dos son las clases de timones más usados en el día, á saber: timones ordinarios y timones compensados. Además se han empleado y se ven, aunque en pocos buques, los timones mixtos y los articulados. Todos ellos pueden ser de madera ó de hierro, instalándose siempre los primeros en los barcos construídos con el mismo material.

Timones ordinarios.—Caracteriza al timón ordinario la circunstancia de que su única pala gira alrededor de un eje situado entre su cara de proa y la de popa del codaste. Ambas caras se chaflan de modo que, presentando aristas salientes, permitan la rotación con la amplitud necesaria.

Los timones ordinarios de madera, fig. 180, se forman con varias piezas, que reciben nombres distintos según su posición. En primer lugar se ve la mecha *a*, larga pieza generalmente cilíndrica en su cabeza, que es prolongación de la pala y penetra en el casco por la lamera, orificio abierto en la parte inferior de la bovedilla para darle paso. A continuación se encuentra la madre *b* adosada al codaste, y á su lado los azafranes *c, c*. Todas estas piezas se empernan entre sí paralela-

mente á las caras laterales, y á veces con interposición de dados en las caras de junta.

La pala, así constituída, cuyo grueso es igual al ancho á la línea del codaste, se consolida además con los mismos herrajes que sirven para su giro, y son unos goznes de bronce, *d*, llamados machos, provistos de dos largas ramas que abrazan las caras laterales del timón, al que se aseguran con pernos pasantes de banda á banda: del lado opuesto llevan los pinzotes *r*, *r*, que penetran en los ojos de las hembras, herrajes que á su vez se fijan al codaste por medio de dos ramas análogas á las de los machos. Para facilitar el funcionamiento de estas piezas, algunos pinzotes insisten sobre carlingas, *s*, *s*, que manteniendo el timón suspendido impiden que toquen las hembras los arranques de los pinzotes.

En algunos casos se provee al timón, fig. 180 y 181, de una zapata que se corresponde con la de la quilla, y que debe ir ligeramente afirmada á la pala para que pueda desprenderse sin dañarla en el caso de una varada.

El eje de giro del timón coincide unas veces con la arista ó generatriz de la mecha más próxima al codaste, y otras con su eje geométrico. La fig. 180 representa el primer caso. Cuando este ocurre, la cavidad cilíndrica practicada en el maderamen de la popa para dar paso á la mecha, debe tener una sección recta cuyo radio sea algo mayor que el diámetro de esta; mas si el eje de giro fuera el matemático de la mecha, ese radio debería ser poco mayor que el de la sección recta de esta pieza, ó lo que es igual, mitad menor que en el primer caso. Como es ventajoso para la seguridad de los barcos disminuir las dimensiones de la limera, de ahí que sea preferible el último sistema de giro, que á su vez no carece de inconvenientes. En efecto, los timones de este género exigen que la mecha ofrezca cierta curvatura, fig. 181, y por consiguiente que sea una pieza de vuelta de primera calidad á causa de los esfuerzos á que se ha de hallar sometida, porque no es admisible, sin riesgo, veticortar la madera para dar á la mecha la forma conveniente. Con timones provistos de mechas curvas es necesario suplementar el codaste en la parte correspondiente á la pala con un contracodaste externo á fin de conservarlo intacto en la superior.

En los timones de madera, ya sean de mecha recta ó curva, se emplea un accesorio llamado capa, destinado á impedir que el agua del mar penetre en el casco por el contorno de la limera. Consiste la capa en una especie de gola de lona alquitranada ó de cuero que rodea á la mecha y se clava á ella, así como á los bordes de la limera, con suficiente seno para permitir la rotación de la pala.

Se evitan los inconvenientes que presentan las dos clases de timones descritos, y á la par se puede obtener una limera más reducida, haciendo de hierro la mecha, porque la resistencia de ese material, muy superior á la de la madera á igualdad de volumen, permite disminuir considerablemente la escuadría de aquella pieza. Los timones de este género, fig. 182, son por lo demás enteramente análogos á los anteriores en la estructura de sus palas, y tan sólo se diferencian de ellos en que sus mechas revestidas de bronce para evitar los efectos galvánicos, se unen á los azafranes por el intermedio de corazas ó armaduras también de bronce fuertemente empernadas á ellos y que por su parte superior rematan en cajas destinadas á recibir los espigos de que van provistas las mechas. Un timón, así constituído, gira con el auxilio de machos y hembras como los ya descritos.

Para completar la descripción de los timones ordinarios de madera, falta hablar de la barra y de los varones. La barra ó caña es una palanca horizontal de madera ó de hierro, *p*, fig. 180, de la mayor longitud posible, uno de cuyos extremos se aloja en una caja abierta en la mecha, ó la abraza por medio de un zuncho. Los timones de los barcos grandes llevan generalmente dos barras, una situada en el sollado y otra en la cubierta principal ó batería, si se trata de fragatas. Ambas se sitúan inmediatamente debajo de los baos de la cubierta superior. La primera barra, llamada de respeto ó de combate, se emplea tan sólo en el caso que indica su nombre, ó cuando se ha inutilizado la segunda ó de labor. La dirección ordinaria de las cañas es hacia proa, pero hay buques, en que, por el contrario, salen por la cara de popa de la mecha. Esta disposición se aplica en los barcos de pozo, porque la presencia de éste impide el movimiento de las barras. Otras veces se usan barras curvas de dos brazos dirigidos hacia babor y estribor de la mecha.

En cuanto á los varones, son unas cadenas adrizadas á los costados que se hacen firmes á la pieza *t*, llamada caña de combate, figuras 180 y 181, y que sirven para reemplazar á las cañas anteriores si llegan á romperse, ó también para impedir que el timón se pierda cuando por un accidente fortuito llega á ser desmontado.

En los barcos de hierro, el timón es siempre de hierro forjado. La mecha se suelda ó se ensambla á un marco, cuyo contorno es el de la pala, y ésta se completa, fig. 183, formando sus caras de babor y estribor con chapa de hierro remachada al marco, de suerte, que en conjunto, la pala constituye una caja hueca que se hace estanca repicando las juntas; pero como á la larga el agua puede penetrar en el interior,

por regla general se maciza con madera ligera para que sea menor el rozamiento entre machos y hembras. Con este último objeto tampoco descansan los arranques de los machos en las hembras, sino que algunas de estas, en vez de tener los ojos pasantes, presentan cavidades de fondo hemisférico, en las que giran con más facilidad las extremidades inferiores de los pinzotes correspondientes que suelen ser de acero. Las mechas de estos timones se mueven dentro de bocinas instaladas dentro de los barcos: por su parte alta estas bocinas ó limeras terminan en unas cajas de estopas con sus correspondientes prensas que sustituyen á las capas ordinarias.

Timones compensados.—Ya se ha dicho que con una velocidad dada, la facultad rotatoria de un barco depende entre otras causas del ángulo que con el plano diametral forme el timón, y del área de su pala. La dificultad de gobernar con timones de mucha pala, ha sido una de las causas que han inducido á limitar sus dimensiones. Casos hay en que, á pesar de todo, cuando un barco marcha con toda su velocidad, es necesario para mover la caña, desarrollar un esfuerzo que apenas puede obtenerse en una fragata, por ejemplo, con el concurso de sesenta y más hombres, repartidos en los aparejos y ruedas que se emplean con aquel objeto.

Exigiendo la nueva táctica giros de corto radio en los barcos que componen las escuadras, sobre todo, en los de coraza, destinados á servirse de sus arietes, se trató de aumentar el área de los timones, sin que por eso fuera menester aumentar el esfuerzo ejercido en las cañas para su gobierno. Este objetivo ha llegado á obtenerse con el empleo del timón compensado, que en el fondo se reduce á un timón ordinario, cuyo eje de rotación se trasladara paralelamente á sí mismo, de manera que dividiera á la pala en dos, que guardaran entre sí una relación variable entre 0,5 y 0,333, siendo de advertir que la parte menor es la de proa. Las presiones ejercidas por el agua sobre las dos palas parciales, cuando se gobierna el timón en cualquier sentido, actúan sumándose para producir la rotación del barco debida á un par, que tiene por expresión el empuje total del agua contra la pala, multiplicado por la distancia de su punto de aplicación al centro de gravedad del barco, momento que será tanto más grande cuanto lo sea la pala; al paso que el par que hay que equilibrar para gobernar el timón, es igual á la diferencia entre los momentos con que actúa el agua en cada una de las palas parciales, tomados con relación á su eje común de giro, diferencia que da un momento mucho menor que si

dicho eje coincidiera con la arista de proa de la pala. Por consiguiente, con el mismo esfuerzo que se necesita desarrollar para mover un timón ordinario, se puede hacer girar á otro de pala mucho mayor.

La fig. 184 representa el timón compensado que monta el *Bellerophon*, fragata acorazada de la marina inglesa. Desde luego se puede observar que su instalación origina la necesidad de suprimir el codaste de popa, lo cual es causa de que solamente pueda montarse en buques de hierro, porque este material permite dar á las popas una rigidez tan considerable que no hay inconveniente en prescindir de aquella pieza. El timón que representa la figura se compone de barras sólidas de hierro forjado, dobladas de modo que delinean el contorno de la pala, aunque no totalmente, pues sus extremos *a* y *b* están reunidos con una chapa volteada *d*. Así se forma el marco, que en unión con las planchas *x*, *x*, guarnecidas de angulares en sus bordes, reciben las que completan lateralmente la pala. Las celdas que en el interior de ésta se ven, se rellenan con una mezcla de corcho y mastic de Hay, para impedir las filtraciones. Por su parte inferior termina el timón en un pinzote implantado en un orificio que lleva el talón de la quilla, donde se asegura por medio de una tuerca. La mecha es una pieza de forja cilíndrica, menos en su pie que es piramidal, y se empotra en una cajera formada por la parte alta de dos de las planchas *x*. El cuerpo de la mecha gira dentro de una bocina provista de una caja de estopas, con su prensa para impedir la entrada del agua. A fin de aliviar á la quilla del peso del timón, y facilitar también el giro de éste, termina la mecha en un platillo horizontal *p*, montado debajo de la caña, el cual se mueve encima de unos rodillos cónicos *r*, que insisten sobre una plataforma. A popa de ésta, y á conveniente altura, existe otra en contacto con la cara baja de un sector, que es prolongación del platillo. Este y la plataforma superior llevan unos orificios que permiten fijar el timón en una posición cualquiera, introduciendo para esto una cabilla, *c*, en los orificios correspondientes á ella.

Como el talón de la quilla no ofrece gran resistencia en el *Bellerophon* á los esfuerzos verticales, pudiera ser fácilmente desmontado el timón en una varada. Con objeto de evitarlo, hay un collar de fundición, *f*, fijo al casco que rodea la porción de mecha comprendida entre la bovedilla y la pala á la que sirve de tope. En sentido transversal, tiene el collar una ranura de mayor ancho que el grueso de la pala. Para desmontar el timón cuando convenga no hay más que hacerlo girar hasta que la pala se encuentre inmediatamente debajo de la ranura. Basta entonces suspenderlo para zafar el pinzote inferior, y darle

luego una ligera inclinación que permite, dejándole deslizar en seguida hacia abajo, sacarlo al exterior. Dentro del casco existen los medios oportunos para evitar que la bocina no sirva de obstáculo á la inclinación de la mecha.

Este timón ofrece ventajas incontestables; pero la supresión del codaste de popa es una de las condiciones que su instalación impone. Se ha ideado el medio siguiente entre otros de salvar esta dificultad. Del codaste popel, fig. 185, salen horizontalmente tres brazos de hierro: la mecha pasa por los orificios que en sus extremos existen, de suerte que, según esto, la pala de proa queda fraccionada en dos.

Timones mixtos.—Timones mixtos son los que pueden emplearse como compensados y ordinarios, según convenga. Su necesidad se hizo sentir en los barcos provistos de timones compensados cuando navegaban á vela, pues sabido es que en las viradas por avante deben llevar cierta arrancada que la gran superficie de los timones equilibrados anula en seguida que se les gobierna con aquel objeto. En la fig. 186 pueden observarse las principales disposiciones adoptadas para el timón mixto montado en la fragata inglesa *Hércules*. La pala está fraccionada en dos, que pueden hacerse solidarias ó independientes. Cada una de ellas tiene su mecha especial: la mecha de la pala de popa es maciza, y se mueve dentro de la otra que es hueca. El giro de ambas palas tiene lugar por medio de machos y hembras, los primeros montados en la popa A y las segundas en la proa B. La estructura de las palas es semejante á la descrita en los timones de hierro. El pinzote inferior, después de haber atravesado la hembra correspondiente, penetra en una groera que para recibirlo lleva el talón de la quilla.

Las dos mechas son de hierro como todo el timón, y terminan dentro del buque en dos discos anulares C, D, superpuestos, pero distantes entre sí cierto trecho, en el que se aloja una serie de rolletes, *r*, que facilita el giro del platillo correspondiente á la mecha interior sobre el de la hueca, que á su vez gira sobre otros rolletes, R, establecidos encima de una plataforma.

Cuando se quiere gobernar con el timón compensado es necesario fijar la pala de proa á la de popa, operación que se ejecuta introduciendo una fuerte cabilla de hierro en los orificios que existen en los sectores S, P, dispuestos al extremo de unos brazos que parten de los platillos C, D, fig. 186. Los orificios están dispuestos en el platillo inferior en dos filas circulares concéntricas: la fila interior sirve para los pasadores ó cabillas que se introducen en el sector más alto. Después

de hechas solidarias las dos palas, cuando se gobierna el timón, para fijarlo en una posición determinada se hace uso de cabillas que se insertan en los orificios exteriores del sector de la mecha tubular y al mismo tiempo en los correspondientes de una plataforma establecida inmediatamente debajo del mismo sector. Si se quiere hacer uso del timón ordinario se fija la pala de proa á la vía por medio de los pasadores correspondientes; y en seguida ya se puede mover la mecha maciza y con ella la pala de popa, introduciendo, para cada posición del timón, los pasadores del disco superior en los orificios de éste y en los de la fila interior del platillo más bajo.

Timones articulados.—Los timones articulados, fig. 187, se componen de dos ó más palas, pero no por eso son compensados. La figura representa el corte horizontal de un timón articulado de dos palas: la primera lleva la mecha, giratoria alrededor de un eje situado en la cara de popa del codaste, y la segunda se articula á la primera por medio de machos y hembras ordinarios. Dos cadenas de longitud invariable que parten de los costados de babor y estribor de la pala de popa se afirman á ambas bandas del codaste después de haber atravesado unas groeras abiertas en la pala proel. Cuando se gobierna haciendo girar la mecha montada, como en un timón ordinario, en el cuerpo de proa, éste gira también, por ejemplo, hacia estribor: entonces la cadena amarrada del mismo lado á la pala de popa obliga á girar á ésta, á su vez, alrededor de sus articulaciones, é independientemente del primer giro alrededor de la mecha, de que participa, resultando de aquí que las dos palas cesan de hallarse en prolongación la una de la otra, formando la de popa con el plano diametral un ángulo mayor que la de proa. Lo contrario sucedería si girase el timón en opuesto sentido. Para explicarse este resultado basta considerar á las porciones de cadenas comprendidas entre los puntos del codaste á que se fijan y las groeras como lados de dos triángulos, en los que los otros lados son las distancias que separan el eje de giro de la pala proel, primero, de las groeras, y segundo, de los pinzotes de amarre al codaste de las dos cadenas. Si partiendo de la posición á la vía del timón, en que las dos palas están formando una sola, se gobierna en cualquier sentido, entonces los ángulos de los triángulos mencionados cuyos vértices se encuentran en el eje de giro del timón variarán, aumentando ó disminuyendo los lados opuestos, según el caso; resultado que no podrá tener lugar sin que las cadenas que constituyen esos lados corran por las groeras haciendo girar la pala de popa respecto á la de proa. De esta suerte se consigue

aumentar los ángulos de giro de la pala, sin rotaciones considerables de la mecha.

En los timones articulados más en uso, que son los de dos palas ó de Lumley, el ancho de la más próxima al codaste varía entre 0,5 y 0,75 del ancho total del timón, y el de la otra pala que es menor varía á su vez entre 0,5 y 0,25 de la misma dimensión. Se conocen algunas variantes de estos timones, pero todos son muy poco comunes.

Aparatos para el gobierno de los timones.—Los aparatos que se aplican para poner en movimiento á los timones, son de muy diversos sistemas: todos ellos tienen por objeto principal multiplicar el esfuerzo ejercido para determinar la rotación de las palas.

En una de las disposiciones más antiguas, pero todavía usada, cerca de los costados, se fijan dos cáncamos á los que se hacen firmes los guardines ó cabos empleados para el gobierno; los cuales, después de pasar por unos motones cosidos á la cabeza de la caña, y por otros que se hacen firmes al costado, así como por varios rolletes cuyo objeto es impedir que formen seno, entran en dos conductos de la cubierta superior, llamados linternas, y se arrollan en el cubo de una rueda en direcciones opuestas; de modo que cuando se hace girar la rueda, que puede no ser única, uno de los guardines se arrolla al cubo y el otro se desarrolla, movimiento al que acompaña la caña obedeciendo á la tensión ejercida en el primer guardín. El extremo de la caña lleva una uña que se mueve en un arco fijo á los baos, y que se llama telera: ésta tiene por objeto impedir las flexiones que en las cañas largas tendería á producir su propio peso.

Para que el esfuerzo aplicado al gobernar no sea de consideración, es preciso con este sistema hacer las cañas de gran longitud ó acudir al empleo de aparejos que permitan multiplicar en grado conveniente la acción de la fuerza motriz. Este último medio es el preferido dando lugar á disposiciones numerosas, pero todas sencillas. A que las cañas sean muy largas se opone en primer lugar los embarazos que originaría su instalación, y en los barcos de hélice amovible, que antes eran comunes, la presencia del pozo, que como ya se ha dicho, obliga á usar cañas dirigidas hacia popa ó de babor á estribor, en cuyos sentidos el espacio disponible es también muy limitado.

Al gobernar con cualquiera de los aparatos análogos al descrito, el guardín que no trabaja queda formando un seno perjudicial al buen funcionamiento del timón, porque entonces éste se halla sostenido en una sola dirección, y un golpe de mar podría, actuando en sentido

contrario, aumentar el ángulo que se quiere formar con la pala y el plano diametral. Basta para evitar este inconveniente hacer que el tambor ó cubo de la rueda, en vez de ser cilíndrico, presente secciones circulares decrecientes desde los extremos hasta el medio, porque así, al pasar el timón de su posición á la vía á la más distante de ésta en cada banda, pueden estar dispuestos los guardines en el cubo de modo que se arrolle en él una porción de cabo mayor que la que se desarrolla, en cantidad suficiente para mantener tesos á un tiempo los dos guardines.

Rigorosamente se obtendría el mismo resultado haciendo de suerte que fuera constante para todas las orientaciones del timón la suma de los dos trozos de los guardines de babor y estribor comprendidos entre los motones cosidos á la cabeza de la caña y los costados. Esto se consigue, entre otros medios, por un aparato que á la sencillez reúne la ventaja (no ofrecida por el procedimiento explicado) de permitir obtener con el mismo esfuerzo motor un brazo de palanca invariable, y por tanto un momento motor también invariable para la rotación del timón. Consiste el aparato aludido, fig. 188, en una especie de carro, A, pendiente de unas orejas, *o, o*, que le sirven para deslizarse por debajo de unas guías dirigidas de babor á estribor: las guías desempeñan aquí las funciones de la telera. De la parte inferior del carro sale un collar, B, giratorio alrededor de un eje vertical: la caña penetra dentro del collar que puede correr á lo largo de ella. Por último, lateralmente, esto es, á babor y estribor, lleva el carro unas roldanas, que en unión con otras establecidas en los costados forman los aparejos para los guardines cuyos chicotes se hacen firmes en los cáncamos *c, c*. Cuando uno de los guardines actúa sobre cualquiera de estos cáncamos, obliga al carro á deslizarse por la telera, el collar le sigue y al mismo tiempo gira alrededor de su eje vertical, al paso que la caña obedeciendo al impulso comunicado al carro, gira también.

En muchos barcos mercantes, y de guerra, se ha desterrado el uso de aparejos para poner en movimiento la caña del timón, á pesar de la facilidad con que permite su empleo remediar una avería cualquiera ocurrida en el aparato. Los usados en tales casos son á veces muy ingeniosos. Aquí se cita solamente uno de los más sencillos representado en la fig. 189, por medio de una proyección horizontal. La mecha, A, termina en dos crucetas horizontales montadas á distintas alturas y ligadas por medio de los dos verticales B, B. Un husillo, dirigido de proa á popa, provisto de dos pasos contrarios de rosca, atraviesa el intervalo que media entre las crucetas y gira en chumace-

ras colocadas hacia sus extremos. En uno de ellos se monta la rueda ó las ruedas de cabillas, á las que se aplica el esfuerzo necesario para el gobierno que se transmite por el intermedio del husillo á dos tuercas, T, que se separan ó se aproximan según el sentido de la rotación, obligando á seguirlas en su movimiento á las dos barras de conexión C, que actúan sobre la doble cruceta que desempeña las funciones de caña. Una guía, *g*, impide el giro de las tuercas y contribuye á anular los esfuerzos normales á la dirección del husillo producidos por las oblicuidades de las barras de conexión.

Por último, cualquiera que sea el sistema adoptado para mover los timones, va generalizándose hoy día en los barcos de gran porte el empleo de maquinatas de vapor: con su auxilio gobierna fácilmente un solo hombre moviendo un distribuidor ó válvula; ventaja importantísima en todos casos, porque de esta suerte no se distrae de otras faenas, á veces urgentes, una parte considerable de la tripulación, y porque es posible á los comandantes dirigir sin gran esfuerzo físico por sí mismos en determinadas circunstancias, si lo juzgan oportuno, los barcos que se les confían bajo la garantía de su responsabilidad.

CAPÍTULO III.

Número y disposición de los palos de la arboladura.—Palos machos.—Masteleros de gavia y de juanete.—Botalones de foque y de petifoque.—Cofas ordinarias.—Cofas militares.—Crucetas.—Tamborettes.—Vergas.—Picos y botavarras.—Carlingas de los palos.—Fogonaduras de los palos.—Guindastes.—Mesas de guarnición.

Número y disposición de los palos de la arboladura.—Antes de la aplicación del vapor á la propulsión de los buques se empleaba exclusivamente el velamen. Posteriormente ha perdido éste gran parte de su importancia, á pesar de ser el viento todavía el motor usado en muchos casos, y el único por lo demás conveniente á la marina mercante, cuando los reducidos beneficios que ofrecen las mercancías transportadas no permiten acudir á un motor menos económico. En cualesquiera otras circunstancias se emplea como utilísimo auxiliar; y tan sólo se prescinde de él por completo en baterías flotantes, monitores, torpederos pequeños, etc., barcos dotados en general de escasa estabilidad.

La necesidad de suspender las velas á cierta altura para que reciban la acción del viento, y de orientarlas convenientemente á fin de acercarse todo lo posible al rumbo directo, ha dado origen á la arboladura, que es el conjunto de piezas comprendidas en las agrupaciones designadas con los nombres de palos, masteleros, botalones, vergas, picos y botavarras, cuyo estudio con el de los principales accesorios necesarios para su instalación y su buen servicio en barcos de madera y de hierro ó de acero con excepción de la jarcia, sirve de objeto á este capítulo.

Sin embargo, como algunas de esas piezas ofrecen muy poco interés desde el punto de vista elegido en estas lecciones, y teniendo su estudio conexión más inmediata con el del velamen y la maniobra, asun-

tos extraños á los que aquí corresponde tratar, tan solo se dará una idea de las formas generales de dichas piezas, prescindiendo en todos los demás casos de aquellos detalles que sean ajenos al conocimiento de las partes componentes de cada una.

El número y la disposición de los principales elementos de la arboladura varía de unos barcos á otros con sus dimensiones y destinos. Así se ven buques con uno ó con dos, tres, cuatro y hasta cinco palos ó perchas distribuídas á lo largo de la eslora, pero siempre de modo que sus ejes geométricos se encuentren en el plano diametral. Se distinguen entre sí por medio de nombres dependientes de la situación que ocupan, y de sus dimensiones relativas. Siempre se llama bauprés al que con ó sin inclinación sobre la horizontal sale fuera de los barcos por encima del caperol: trinquete al más próximo al bauprés, y que como los restantes, se aparta poco de la dirección perpendicular á la quilla, llamándose caída á su inclinación, ya sea hacia popa, que es el caso más frecuente, ya hacia proa, lo cual se ve en algunos buques de poco porte. Mayor se llama al palo que sigue al trinquete, y mesana al que se encuentra después del mayor. En barcos modernos de mucha eslora se usa además otro palo situado á popa del mesana, que en España no tiene todavía nombre generalizado.

Cuando sin contar el bauprés son dos los palos, el trinquete cambia su nombre por el de mayor, si su altura ó guinda es más grande que la del otro, el cual á su vez se llama mesana.

La situación de los palos es variable. Tomando como ejemplo á los buques que llevan trinquete, mayor y mesana, la distancia á que se encuentra el primero del punto en que la roda corta á la línea de flotación oscila entre 0,1 y 0,2 de la eslora contada á la misma altura. La distancia del segundo al mismo punto varía entre 0,52 y 0,58 de la misma cantidad y la del tercero entre 0,8 y 0,9.

Tampoco son constantes las caídas de los palos, cuyo valor disminuye proporcionalmente al porte de los barcos, y aumenta en cada uno desde el trinquete al mesana. El bauprés, en algunos casos, es casi horizontal, y en otros llega á formar un ángulo bastante considerable con la quilla.

En el sentido de su longitud los palos pueden constar de una ó varias partes. Cuando sucede esto último, se llama palos machos á los que penetran en el casco al que se afirman, y masteleros á los que les siguen y se dividen á su vez en masteleros de gavia y mastelerillos ó masteleros de juanete. Los primeros se afirman directamente á los palos machos, y los de juanete á los masteleros de gavia. Estos, según el

palo á que pertenecen, reciben también nombres distintos: mastelero de velacho se llama al que se eleva ó se guinda sobre el trinquete; mastelero mayor ó de gavia al que se guinda en el palo mayor, y mastelero de sobremesana al que ocupa igual posición que los anteriores en el mesana.

Del mismo modo, se llama mastelerillos ó masteleros de juanete de proa, de juanete mayor, y de perico respectivamente á los que se guindan en los masteleros de velacho, de gavia y de sobremesana.

Para aumentar las dimensiones longitudinales del bauprés, se emplean los botalones que se distinguen con los nombres de botalón de foque y de petifoque. El primero se une directamente al bauprés y el de petifoque al de foque. Estos botalones desempeñan las mismas funciones que los masteleros y mastelerillos en los demás palos.

La arboladura se hace de madera, de hierro ó de acero; la primera se aplica indistintamente á los barcos, cualesquiera que sean el material y el sistema empleados en su construcción. La madera ofrece para la arboladura la ventaja de ser muy flexible, pero en cambio es más fácil proporcionarse los materiales necesarios para formar un palo metálico, que las perchas indispensables para uno de madera. En cuanto á resistencia, se obtiene la misma á igualdad de peso, pero la duración de la arboladura metálica es mayor.

Palos machos.—Los palos machos de madera tienen una sección recta circular ó poligonal de área variable según el punto en que se mida. La mayor corresponde de ordinario á la cubierta principal, disminuyendo después gradualmente hacia los extremos. Los ejes geométricos de los palos machos deben ser rectos; pero á veces las perchas de que se sacan son ligeramente curvas, caso en el cual la parte convexa conviene dirigirla hacia proa.

La fig. 190 representa un palo macho. La porción de palo que sale fuera del casco se llama su cuerpo exterior; y la que queda dentro, cuerpo interior; cuerpo, solamente, á la suma del cuerpo interior y del exterior: coz á la pirámide cuadrangular truncada en que termina el cuerpo interior; cuello, á la porción, A B, que por su parte alta ofrece un resalto; calcés al resto, B E, del palo que, á partir del cuello, es de sección cuadrada y termina en un tronco de prisma rectangular, cuadrado, llamado espiga.

Los palos machos se hacen enterizos, en cuyo caso se dice que son simples, cuando lo permiten las dimensiones de las perchas empleadas en su construcción. Cuando no es esto posible, se dice que el palo es

de piezas, y se forma amadrinando las necesarias para dar el diámetro y la longitud requeridos.

La combinación de las piezas es variable. Los palos más sencillos constan de cuatro y de cinco piezas. En los de cuatro piezas, fig. 191, se llama mechas ó madres á las principales, y tapas ó jimegas á las complementarias. Si el palo es de cinco piezas, fig. 192, una forma el alma y se llama mecha, contramechas á las otras dos que siguen en importancia á ésta, y tapas ó jimegas á las demás. En esta clase de palos, las mechas deben tener los 0,67 de la longitud del palo, y las contramechas y tapas los 0,83 por lo menos. Cuando con todas ellas no se obtienen secciones circulares para el palo, se rellenan los huecos con tacos llamados cuchillos ó chapuzos. La fig. 190 permite reconocer que las piezas componentes se unen por medio de caras planas: dados interpuestos entre ellas y atravesados por pernos, con zunchos que se reparten á lo largo del palo, á distancias á veces iguales al diámetro del mismo, establecen la consolidación indispensable para evitar el resbalamiento de las caras de junta por efecto de una flexión, siendo de advertir que los zunchos se sitúan en los intervalos comprendidos entre los pernos. Cuando las piezas componentes de los palos no tienen el largo necesario, se hacen de dos ó de tres empalmadas con escarpes de una longitud ordinariamente mayor que tres diámetros del palo, á fin de que queden asegurados por tres zunchos, y en todos casos debe evitarse que los escarpes de dos piezas adyacentes se correspondan á la misma altura. Por la parte de proa de cada palo macho, después de enzunchado, y cualquiera que sea su composición, se instala una jimega, J, llamada de proa, que á su vez se enzuncha al cuerpo del palo, y que tiene por objeto defender á éste del rozamiento con las vergas.

Al cuello del palo lo constituyen las cacholas ó chanflones, *d*, piezas que, colocadas á babor y estribor, se afirman al palo con pernos y dados dirigidos horizontalmente y de una á otra banda del barco. Las cacholas resaltan hacia proa, llamándose talones las porciones de ellas que se encuentran en este caso. No siempre se hace cada cachola de una sola pieza, sino de dos ó más en el sentido de la eslora, como indica la fig. 190, y entonces se empernan directamente entre sí además de afirmarse al palo por el mismo medio.

En muchos casos, sobre la cara alta de las cacholas descansan unas piezas, B, próximamente prismáticas, dirigidas de proa á popa, y que se empernan sólidamente al palo. Llámense canes, y cuando se establecen, lo cual se suele hacer si se da poco lanzamiento á los talones

de las cacholas, se interponen entre ellos dos traviesas llamadas malletes, una por la parte de proa y otra por la de popa. Los malletes se empernan á los canes, y además se ensamblan á ellos á cola de pato.

Las cacholas, canes y malletes forman un resalto en la base del calcés, que tiene por objeto servir de asiento á unas plataformas llamadas cofas, de que se hablará muy pronto.

El bauprés difiere poco de los demás palos machos. Su forma exterior y su estructura son análogas, con la diferencia de que no lleva calcés, aunque sí espiga en su extremidad exterior. En cuanto á las cacholas, si bien existen con ese nombre, se reducen en el bauprés á dos fuertes tojinos atravesados por unas groeras y empernados al palo á babor y estribor.

Los palos machos metálicos son grandes tubos de plancha robustecidos interiormente por medio de consolidaciones longitudinales y transversales. Los tubos se forman con hiladas de planchas (constituídas del modo ordinario y explicado para el forro del casco), unidas entre sí de maneras variadas; en la fig. 193 se pueden examinar dos de las principales disposiciones que se adoptan en tales casos. En una de ellas, los cantos longitudinales de las tracas se unen á tope, asegurándose en esta situación con el auxilio de barras de T, que se extienden á lo largo de las costuras. En la otra, se superponen los bordes de las planchas, y por el interior del palo se montan también angulares ordinarios sobre las costuras. En cualquier caso, cuando lo requieren las dimensiones de los palos, se agrega cierto número de armaduras transversales de estructura variadísima, distribuídas de trecho en trecho á lo largo de cada uno por su parte interna. En la misma figura puede verse un ejemplo de esta clase de consolidaciones.

En los palos machos metálicos se hace á veces el calcés de sección cuadrada, como en los de madera; pero lo más general hoy día, es construirla de forma cilíndrica. Entonces el palo disminuye gradualmente de diámetro hasta la porción destinada á calcés. En cuanto al cuello, lleva sus correspondientes cacholas, C, de chapa, fig. 194, dispuestas como de ordinario á babor y estribor del palo. El contorno de estas piezas es próximamente el de un triángulo rectángulo; uno de los catetos se atraca al palo, según la dirección de las generatrices de éste; el otro se proyecta horizontalmente hacia proa, y en algunos casos se le guarnece con angulares ordinarios para recibir la cofa, si ésta es de madera: cuando la cofa es de hierro, las cacholas no necesitan guarnición de ningún género, porque su borde superior se remacha á algunas de las piezas constituyentes de aquella.

Los palos machos metálicos se aprovechan para dar ventilación al casco, y en este caso se abren orificios en el contorno del cuerpo interior de cada uno; mas no por eso se deja completamente abierta la parte alta de sus calceses, á fin de evitar la entrada del agua de lluvia. En la fig. 195, que representa un corte vertical dado á un calcés por un plano que pasa por su eje geométrico y el del mastelero, se ve, en primer lugar, que esta clase de palos carece de espiga, y que la abertura superior del calcés se recubre con un tejadillo, *t*, de plancha, sostenido por medio de armaduras á la altura necesaria para que el aire circule entre ellas, los bordes del palo y el mismo tejadillo.

La dificultad de picar los palos de hierro en un temporal ha dado lugar á la adopción del sencillo aparato representado en la fig. 196, debido á MM. Finch y Heath, con el que se puede ejecutar la faena antedicha con mayor rapidez y seguridad que cuando la arboladura es de madera. En los palos preparados con este objeto, los cuerpos interior y exterior son independientes, y se unen á corta altura encima de la cubierta alta por medio de un robusto zuncho de visagra, *Z*, provisto de una canal interior en que se alojan las dos arandelas en que terminan los dos cuerpos de cada palo. Un perno atraviesa las orejas del zuncho y permite, con el giro de su tuerca, sobre la que se actúa por medio de una llave, hacer solidarios ó independientes los trozos del palo.

Se objeta, sin embargo, á esta y otras disposiciones análogas que no ofrecen suficiente robustez en la región donde se fracciona el palo; y además, que son punto menos que innecesarias en la actualidad, por el escaso desarrollo que se da al aparejo en los buques modernos.

Masteleros de gavia y de juanete.—**Botalones de foque y de petifoque.**—Nada de particular ofrece la estructura de todas estas piezas de arboladura, tanto en los barcos de madera como en los de hierro. En los primeros suelen ser simples; y tan sólo en algunos casos excepcionales se arman con piezas que se unen entre sí de un modo análogo al explicado por los palos machos.

Los masteleros, mastelerillos y botalones del bauprés se hacen también de hierro y de acero; sin embargo, su uso no está todavía muy generalizado, por no ofrecer marcadas ventajas sobre el de las mismas piezas de madera.

Cofas ordinarias.—**Cofas militares.**—Las cofas son mesetas ó plataformas montadas encima de las cacholas de los palos trinquete, ma-

yor y mesana con el objeto de facilitar la maniobra de las velas altas y de afirmar en ellas la obencadura de los masteleros de gavia.

La fig. 197 indica la disposición de las piezas principales que componen una cofa de madera. Sobre los canes, y si estos no existen, directamente encima de la cara alta de las cacholas, descansan los baos de la cofa, que son dos largueros prismáticos, A, A, con los frentes redondeados por la parte inferior y dirigidos en sentido de la eslora á una y otra banda del palo. Dos malletes, B, B, cuya sección rectangular presenta el mismo peralto que los baos, mantienen á estos á distancia invariable por medio de ensambles á cola de pato. Se hallan situados á proa y á popa del palo. Otras dos piezas, C, C, de sección rectangular ordinariamente decreciente hacia sus cabezas, que se redondean en la misma forma que las de los baos, se colocan cruzadas sobre estos, es decir, de babor á estribor, una por la parte de proa y otra por la de popa del palo, aunque á cierta distancia de él. Estas piezas se llaman crucetas y se ensamblan á los baos por medio de muescas prismáticas abiertas en las unas y los otros. La separación que media entre el mallette de proa y la cruceta del mismo lado es lo suficiente para dejar paso al mastelero. A una y otra banda del palo se afirman encima de los baos las almohadas, D, piezas de lomo redondeado por ser su objeto resguardar á los baos del roce con la maniobra, y que á veces se recubren con lona ó con cuero.

Encima del entramado que forman los baos y crucetas, que además de ensamblarse, como se dijo, se empernan en sentido vertical, se fija un piso de tabla dispuesto comunmente en dirección de la eslora entre las dos crucetas, y en el de la manga por la parte exterior á ellas. Este entablado no es completo, sino que presenta á babor y estribor del palo dos orificios, O, conocidos con la denominación de bocas de lobo, que se destinan al paso de la marinería, y de alguna maniobra. También existe otro orificio con este último objeto delante de la cruceta de proa: su contorno suele ser semicircular, y estar resguardado en la parte de popa por una almohada con ó sin revestimiento de cuero ó de lona. El piso de la cofa se reduce á veces á un simple enjaretado. Una guarnición de madera, E, E, llamada cenefa, dibuja el contorno exterior de la cofa, parecido al de una D. La parte redondeada y más estrecha corresponde á proa para permitir el fácil braceo de las vergas. La cenefa se compone de diferentes trozos (cuyos topes se ensamblan á boca de lobo) empernados y clavados á los baos, crucetas y tablazón. En la cenefa terminan también, ensamblándose con ella, las piezas F, F, llamadas sobre crucetas, no siempre usadas, las cuales se montan sobre

el piso de la cofa en correspondencia vertical con las crucetas á las que se empernan al través del entablado. Por último, sobre éste se aseguran los radios que son unos listones de madera ó planchuelas de hierro, establecidos en direcciones divergentes para consolidar el piso de la cofa.

Las cofas de hierro ó de acero, admiten disposiciones más sencillas que las de madera. En la fig. 194, que representa la mitad de babor de una cofa metálica, puede verse la confirmación de lo dicho. Los baos son dos angulares remachados lateralmente al palo y á los bordes superiores de las cacholas. En la cara alta de los baos descansa directamente la cenefa, formada á su vez por otro angular. Un piso ligero de tabla completa la armazón. La estructura de las cofas de hierro es muy variada, pero el ejemplo ofrecido da una idea de la adoptada con más frecuencia.

En los buques de guerra modernos desprovistos de aparejo, y con especialidad en los blindados, ha dado en montarse una ó dos cofas, llamadas militares, en sendos palos machos metálicos dispuestos al efecto. Tienen las cofas entonces por objeto recibir algunas ametralladoras y para la instalación de estas dáse á aquellas la forma de torrecillas cilíndricas formadas con plancha, que á veces es de acero cromado, para proteger los sirvientes. Nada de particular ofrecen, por lo demás, en su estructura, que se subordina al fin principal de armonizar la resistencia á los proyectiles ligeros con el mínimo peso. El servicio de municiones se efectúa comunmente por el interior del palo.

Desde el punto de vista puramente militar no parece que las cofas hayan de prestar grandes servicios, á no ser como puestos de vigilancia, pues por lo demás, en combate los balances por ligeros que sean, deben dar como resultado tiros muy inciertos é inseguros.

Crucetas. — Las crucetas, respecto á los masteleros, ocupan la misma posición y desempeñan iguales funciones que las cofas respecto á los palos machos. Su estructura, sin embargo, es más sencilla, como se puede reconocer por el examen de la fig. 198, que representa la armazón de una cruceta de madera. Dos baos, sentados encima de las cacholas del mastelero, dos crucetas rectas ó ligeramente curvas y un trozo de cenefa en la parte de proa, constituyen los elementos principales de cada cruceta. Entre los baos y crucetas quedan dos orificios rectangulares ó bocas de lobo, destinadas, la de popa, para alojar el calcés del mastelero, y la de proa, para dar paso al mastelerillo.

Las crucetas metálicas no ofrecen nada de particular; se componen de las mismas piezas que las de madera.

Tamborettes.—Los tamborettes tienen por objeto sujetar los masteleros de gavia y botalones de foque á los palos machos, y los mastelerillos y botalones de petifoque, á los masteleros y botalones de foque. Se hacen de madera y de hierro: los primeros se emplean con la arboladura de la misma substancia y tienen la forma representada en la fig. 199. Cada tamborete es, por tanto, una robusta pieza recta de escuadría rectangular y topes cilíndricos atravesada por dos orificios, uno prismático destinado á recibir la espiga del palo, mastelero ó botalón á que se fije, y otro cilíndrico para dar paso respectivamente á las piezas para cuya sujeción se aplica. Este último se suele revestir interiormente de cuero para disminuir el rozamiento del tamborete con la pieza que en él se aloja.

Los tamborettes de madera son á veces de dos trozos amadrinados, que se enzunchan, como representa la figura. Esta consolidación se emplea siempre, aun cuando el tamborete no sea de piezas.

En cuanto á los tamborettes metálicos no suelen ser menos sencillos que los de madera. La fig. 195 ofrece un ejemplo de las disposiciones empleadas en esta clase de accesorios. El tamborete se reduce á dos anillos de hierro que se tangentean interiormente. El exterior abraza la cabeza del calcés del palo ó del mastelero, al que se remacha; el interior sirve para dar paso al mastelero, al mastelerillo ó á los botalones del bauprés, según el caso.

Vergas.—Las vergas, de que se suspenden las velas, también se hacen de madera y de hierro ó de acero, como las demás piezas de la arboladura. Las primeras pueden ser enterizas ó de piezas, según los recursos disponibles. Si son dos las piezas, cada una debe alcanzar próximamente los 0,66 de la longitud total de la verga. Al escarpe se le da de largo el tercio medio, y se dispone de modo que las caras de junta queden verticales en la situación ordinaria. Si el largo de cada una de las piezas no alcanza más que á la mitad del total de la verga, se usa el ensamble por choque, y en todos casos, las piezas se sujetan con dados y pernos. Las vergas se dividen en tres partes principales: una central y las otras dos extremas. La central, ó cruz, á la que se da una sección octogonal, comprende en las vergas bajas, próximamente la mitad del largo, y en las altas, los 0,25. Amadrinadas á las cuatro caras de proa, de popa, alta y baja de la cruz, se colocan comunmente otras tantas jimgas para proteger esta parte; y el todo, se enzuncha, interponiendo chapuzos entre los zunchos y las caras indefensas de las porciones ochavadas de la verga. Los penoles, ó extremos de ésta, son

de sección circular, decreciente hacia los topes, y también se enzunchan como la cruz. Dos de los zunchos de cada penol llevan unos brazos que terminan en anillos, por dentro de los cuales pueden correr los botalones en que se largan las alas; y para facilitar esta operación, suele ir provisto cada anillo de un molinete: con su auxilio se transforma en rozamiento por rodadura, el que de otro modo tendría lugar por resbalamiento. Uno de estos zunchos, así dispuestos, se monta en el mismo extremo del penol, y el otro á una distancia del primero; igual próximamente al sexto del largo total de la verga. Por la cara alta de ésta corre el nervio de la vela, que es un fuerte listón de madera con una serie de orificios oblongos repartidos en toda su longitud, ó una cabilla de hierro que pasa por una fila de cáncamos instalados con el mismo objeto.

Las vergas metálicas no difieren en su estructura de los palos machos. Son, por tanto, tubos de diámetro decreciente hacia los extremos, y consolidados interiormente con angulares. El nervio de la vela, en tales casos, consiste en una traca de sección de T ó en un angular ordinario, remachado por uno de sus lados á la parte alta de la verga, y que en su franja libre presenta una fila de orificios.

Picos y botavaras.—Los picos cangrejos y las botavaras, piezas de arboladura de formas parecidas, aunque destinadas á distintos objetos, son ligeramente cónicos y terminan por sus extremos más gruesos en horquillas semicirculares llamadas bocas. Cuando los picos y botavaras son de madera, cada boca está formada por dos quijadas empernadas y enzunchadas á la percha que constituye el cuerpo de la pieza.

Carlingas de los palos.—Los palos machos se fijan al casco: el trinquete y el mayor llegan hasta la sobrequilla, apoyándose en armazones llamadas carlingas que, para aprisionar sus coces, se instalan en los fondos; el mesana se detiene en el sollado, y el bauprés en la cubierta principal, asegurándose del mismo modo que los anteriores. Todos ellos se empotran además en las cubiertas que atraviesan.

En los barcos de madera, cuando los palos llegan hasta la bodega, se forman las carlingas con dos bulárcamas sencillas de ramas cortas, establecidas de modo, que la distancia que las separa, es bastante mayor que el grueso de la cox del palo contado en el mismo sentido: esto permite variar la caída, interponiendo cuñas en número variable entre la cox y las bulárcamas. Lateralmente, es decir, á babor y estribor, las

caras correspondientes de la coz del palo, que como se sabe, es un tronco de pirámide cuadrangular, están en contacto con dos esloras empernadas á los fondos, ensambladas á las bulárcamas, y sujetas además á ellas por medio de curvas de hierro establecidas en los ángulos que forman estas piezas al encontrarse. Cuatro curvas, comunmente de madera, atracadas exteriormente á la carlinga, dos encima de la sobrequilla, á proa y á popa de las bulárcamas, y las otras dos encima del forro en sentido transversal, á babor y estribor de las esloras, se oponen á las traslaciones horizontales de las cuatro piezas principales de la carlinga, á las que así como á los fondos, se empernan sus ramas.

En los buques de hélice, el mayor no puede llegar siempre hasta la sobrequilla sin peligro para su duración, cuando cae en la cámara de calderas. En tal caso, y en otros análogos, se le termina en un pie de hierro provisto de una fuerte peana, que permite empernarlo á los fondos.

La carlinga del mesana se monta comunmente en la cubierta del sollado, y se reduce á una robusta zapata formada por una esloras de bastante peralto, cuya cara superior suele situarse más alta que las de los baos; á estos, se asegura la esloras del modo ordinario, y además, con el auxilio de orejas ó resaltos en que termina la misma pieza á proa y á popa, y que se empernan verticalmente á los baos. La carlinga, así dispuesta, se consolida aún más estableciendo por debajo de la cubierta una pieza longitudinal, que se emperna á las mencionadas, y que por medio de un puntal en que se apoya, correspondiéndose con el palo, alivia á la cubierta de una parte de la presión á que se halla sometida.

Así puede procederse en los buques de vela, en los de vapor de ruedas y en los de hélices gemelas; pero en los de una sola hélice no es posible instalar un solo puntal para refuerzo de la carlinga, porque lo impide la línea de los ejes de la máquina.

Se orilla esta dificultad, ya instalando dos puntales oblicuos, que partiendo de la parte inferior de la carlinga vayan á buscar apoyo en los costados, ya mediante el empleo de otros recursos parecidos.

La carlinga del bauprés difiere en su estructura de las anteriores. La forman dos montantes prismáticos de madera próximamente perpendiculares al palo, que se ensamblan y se empernan por sus cabezas ó topes, á dos baos, uno de la cubierta alta y otro de la principal. Estas dos piezas son paralelas, y dejan entre sí la clara necesaria para alojar la coz del palo; y con el objeto de impedir los movimientos de éste en un plano vertical, dos malletes horizontales de un peralto

bastante considerable, endentados y empernados á los montantes, limitan la caja en que se aloja la coz.

Las carlingas de hierro ó de acero, usadas en los barcos construídos con estos materiales, constan generalmente de las mismas piezas principales que las de madera. Sin embargo, su estructura es muy variable, especialmente en la manera de combinar sus elementos. Lo común en barcos grandes, es que las carlingas de bodega se establezcan sobre el forro que total ó parcialmente cubre las varengas, reduciéndose á especies de cajas formadas con planchas guarnecidas de angulares, que además de consolidar las armazones de las carlingas, sirven para asegurar unas á otras sus diversas partes, y el conjunto á los fondos. Siempre se procura que la porción de estos, á que se aseguran las carlingas, comprenda tres cuadernas por lo menos para repartir sobre una gran superficie las presiones transmitidas por los palos. En la parte alta de la armazón, que también es de plancha, se monta un espigo tubular de sección cuadrada formado con un angular, de modo que una de sus franjas constituya el espigo, y la otra, conservándose plana, permita sujetarlos con remaches á la carlinga correspondiente. Este espigo se aloja en una caja de la misma forma y de estructura semejante que lleva la coz del palo, como puede verse en la fig. 200, que representa un corte diametral del palo en esa parte.

Las carlingas situadas en los entrepuentes se arman de una manera semejante, estableciendo además algunas esloras entre los baos para consolidar perfectamente la cubierta en la proximidad del palo. En muchos barcos de hierro, con el objeto de que las cámaras de máquinas y calderas ofrezcan bastante desahogo, se ha montado la carlinga del mayor en el sollado; y claro es que las consolidaciones usadas entonces en la cubierta del mismo nombre para soportar el peso del palo y las tensiones de los obenques, deben ser excepcionales, aunque de carácter conocido y análogo al de las descritas en casos parecidos.

Fogonaduras de los palos.—Las fogonaduras, que son los orificios practicados en las cubiertas para dar paso á los palos, asegurándolos además al casco, se forman en todos casos por medio de baos y esloras, principalmente. Como los palos sufren el esfuerzo ejercido por el viento en el velamen, y por el intermedio de las fogonaduras en que se afirman, lo transmiten á los barcos determinando su marcha, es necesario que el armazón de esas aberturas sea, como la de las carlingas, en extremo resistente. La combinación mencionada de baos y esloras llena esta exigencia de un modo satisfactorio, agregándose á esto en

los barcos de madera, fig. 201, otras piezas *a, a, b, b*, llamadas malletes y contramalletes, de formas variadas, pero en todos casos destinadas, en unión de una serie de cuñas con que se rodea al palo, á determinar el perfecto empotramiento de éste.

La fogonadura del bauprés situada en la cubierta alta, sólo difiere de las restantes en la supresión de las cuñas.

Con objeto de impedir que el agua de mar, la de lluvia ó la del baldeo pase á las cubiertas inferiores por las juntas que quedan entre las fogonaduras y los palos, se rodea á estos con un pedazo de lona alquitranada, que se llama capa y se afirma á los palos, clavándose también encima de la cubierta ó á un resalto de madera que alrededor del palo se fija.

La fig. 202 ofrece un ejemplo de fogonadura metálica. El marco de la fogonadura se forma, como ya dijo, con el auxilio de dos baos y dos esloras. Sobre estas piezas se remachan planchas que abarcan una porción bastante considerable de la cubierta alrededor del emplazamiento del palo, para que las presiones que éste sufra se repartan entre todas las piezas cercanas. En la parte central del marco las planchas de consolidación se detienen en sus puntos de encuentro con un tubo cilíndrico destinado á rodear al palo que pasa por su interior. Este tubo se asegura á la cubierta por medio de un collar hecho con angulares, y su borde inferior se guarnece de un modo parecido para aumentar su rigidez. Las presiones á que el tubo se halla sometido se transmiten á la cubierta por el intermedio de la plancha de consolidación y de un macizado de madera que debajo de la cubierta ocupa el espacio comprendido entre los baos y esloras.

Guindastes.—Llámanse guindastes á cuatro montantes ó columnas prismáticas verticales ó inclinadas establecidas en la cubierta alta á igual distancia y alrededor de cada palo, con excepción del bauprés, ocupando los cuatro vértices de un cuadrado. En los barcos de madera, los piés de los guindastes se empernan horizontalmente á las caras laterales de los baos con que se les hace corresponder; y además comunemente se ensamblan á ellos á cola de pato por medio de muescas poco profundas abiertas en las mismas caras laterales de los baos. Con el objeto de poder halar horizontalmente de los cabos que proceden de la parte alta del aparejo llevan los guindastes unas cajeras, que los atraviesan, con roldanas que permiten efectuar la mencionada variación en el sentido del esfuerzo, y además se montan los propaos, que son unas traviesas corridas de guindaste á guindaste en dos filas horizontales,

menos en la parte de proa del palo: entre estas traviesas se establecen una serie de motones herrados y giratorios alrededor de ejes verticales. La cabeza de cada guindaste termina en cuatro pitones iguales destinados á que en ellos se afirme alguna maniobra; y un poco más abajo se montan con el mismo fin, entre los guindastes y por encima de los propaos, unos largueros horizontales con orificios para alojar las cabillas. En muchos barcos los propaos y cabilleros se fijan solamente á los guindastes de popa de cada palo.

En los buques de hierro los guindastes suelen ser de madera. Sus pies se afirman á las caras laterales de los baos por medio de planchas dobladas según el contorno de cada guindaste, y cuyos bordes replegados á babor y estribor se remachan á los baos. Estas planchas forman, por consiguiente, á manera de cajas de sección recta igual á la de los guindastes, los cuales se alojan en ellas, y en tal situación se les emperna horizontalmente á los baos y á las cajas. Pero como cuando los baos están armados en sus bordes altos con dos angulares, las franjas horizontales de estos impedirían atracar directamente los guindastes á las caras laterales de los primeros, entre unos y otros se interponen en tales casos unos tacos prismáticos de madera de un grueso igual al ancho de dichas franjas; con lo cual no hay necesidad de lastimar á los guindastes para operar su sujeción.

Mesas de guarnición.—Las mesas de guarnición son plataformas horizontales establecidas en la parte exterior del casco con el objeto de aumentar los ángulos que forman los obenques, burdas y brandales, y de que soporten al mismo tiempo las tensiones á que esta jarcia se halla sometida. Se colocan á la altura del trancanil de la cubierta alta, á no ser en barcos de poco porte, caso en que se sitúan más elevadas. Para cada palo se montan dos mesas, una á babor y otra á estribor, que se extienden hacia popa la longitud necesaria desde los puntos de cada costado que se corresponden transversalmente con el palo.

Tanto en los barcos de madera como en los de hierro, se adopta para formarlas un sistema análogo. El tablero de cada mesa se forma con tracas de tablones dirigidas de proa á popa, fig. 203. En cada traca se empalman los tablones con escarpes de caras verticales; y en cuanto á las tracas se unen de canto con interposición de dados. Pernos pasantes al través de todas las tracas atraviesan los costados y se remachan sobre las caras interiores del trancanil. La consolidación obtenida de esta suerte no se considera suficiente: á ella se agregan curvas de hierro

que se fijan al costado y á las caras bajas de las mesas combinadas con otras menores que se sitúan encima. En los cantos externos de las mesas se practican algunas muescas para dejar paso á las cadenas ó cadentes de las vigotas; los cuales ordinariamente quedan asegurados en tal situación por medio de una planchuela de hierro llamada guarda-cadenas, que se fija al contorno de cada mesa.

En los barcos acorazados, provistos por lo común de una arboladura menor que la correspondiente á su porte, cuando no se halla por completo suprimida, y aun en otros muchos buques, tanto militares como mercantes, el abra de la obencadura no exige para alcanzar el valor indispensable al buen trabajo de la jarcia fija, el auxilio de las mesas de guarnición; lo cual es ventajoso, porque instaladas entonces por dentro de la amurada las vigotas y los acolladores quedan más abrigados contra el fuego enemigo.

CAPÍTULO IV.

Calafateo de los cascos de madera.—Repicado de costuras de los cascos metálicos.—
Procedimientos usados para la conservación de los cascos de madera.—Idem
para la de los de hierro ó de acero.—Idem para la de los fondos de los buques
blindados.

Calafateo de los cascos de madera.—La impermeabilidad es una de las condiciones á que, según se dijo en otro lugar, debe satisfacer todo buque para llenar sus funciones. En los barcos de madera y en los mixtos el calafateo proporciona el medio de obtener esa cualidad en grado suficiente, y en los de hierro el repicado de costuras.

La operación del calafateo se reduce á cegar las claras, existentes entre las tracas y los frentes de los tablones de los costados y cubiertas principalmente, con hilos ó cordones de estopa vieja alquitranada, la cual, después de comprimida se opone por su elasticidad al paso del agua de mar ó de lluvia.

Se empieza el calafateo aviando las costuras; es decir, recortando, por ejemplo, en la parte exterior del casco, los cantos de los tablones, de suerte que entre ellos quede el espacio necesario á la introducción de la estopa hasta el fondo de las juntas. El avío de costuras se ejecuta con cuchillas curvas llamadas mahujos y hierros planos terminados en bisel cortante. Después de finalizada esta operación se introducen uno á uno, varios cordones de estopa á lo largo de las costuras, empujándolos con hierros de diferentes formas, llamados de meter, sobre los que se golpea con macetas y mazos de madera fuerte hasta que el sonido de los golpes indica que la estopa no puede penetrar más. En algunos astilleros, cuando entre los miembros existen claras, que es lo ordinario, se hace de meollar el primer cordón para impedir que la es-

topa sea escupida dentro del casco. De vez en cuando se perfecciona y asegura el rebatido de los hilos ya introducidos con una herramienta llamada pitarrasa, que es un hierro terminado por un extremo en plancha gruesa y por el opuesto en una cabeza destinada á recibir los golpes de una pesada mandarria. La pitarrasa se maneja con un mango largo. El último cordón introducido, ó sea la colla, queda casi á flor de la superficie fuera de forros, y se le recubre con una mezcla de brea, alquitrán y sebo, ó se le enmasilla.

El calafateo no se limita á las costuras del forro exterior, sino que además se extiende á las cabezas de las cabillas de madera, si se hubiera hecho uso de este medio de sujeción, á las fendas de los tablones y á las cubiertas. Del forro interior tan sólo se acostumbra á calafatear la parte correspondiente á los espacios habitados, en los cuales se recubren las costuras con masilla; y también se calafatean algunos departamentos que por sus destinos requieran completo aislamiento de la humedad. Se enmasillan además todas las cavidades que ofrezca la madera y las cabezas de los pernos y clavos del forro.

A pesar del esmero con que se dijo oportunamente que se efectuaba el ajuste de los escarpes de quilla, á veces se presentan en ellos filtraciones que llegan á penetrar en el interior del casco. En algunos buques se previene este inconveniente por medio de los taja-aguas, que son cabillas de madera dura perfectamente ensebadas que se introducen en dirección normal á las caras laterales de la quilla al través de barrenos abiertos en los puntos donde las juntas de los escarpes encuentran al canto bajo de la última aparadura de cada banda.

Repicado de costuras de los cascos metálicos.—El repicado tiene por objeto producir un contacto perfecto entre los bordes de las planchas con que se forran los barcos de hierro y de acero. A fin de conseguirlo, en el primer sistema explicado para la unión de las tracas, fig. 100, se practica en cada plancha, con herramientas adecuadas, un surco muy próximo y paralelo á las aristas de sus cantos: el movimiento molecular, así determinado en estos, produce el cierre de las costuras de un modo satisfactorio cuando no median distancias considerables entre las planchas adyacentes; pero en el caso contrario, el repicado resulta defectuoso. De una manera análoga se procede en los demás sistemas, con la diferencia de que la operación es más sencilla y se practica en el mismo canto de cada traca, fig. 101. Otras veces se chaflan los cantos de las planchas, fig. 102, operación que conduce al mismo efecto de cerrar las costuras.

El repicado se limita ordinariamente á la parte exterior del forro: por dentro se procura instalar las barretas en las condiciones más convenientes para que no quede descubierto ningún punto de las costuras: por esta razón, cuando se encuentran dos barretas, una de ellas se voltea de modo que monte á la otra, ó se acude á otros medios parecidos.

Procedimientos usados para la conservación de los cascos de madera.—Asegurada por medio del calafateo la impermeabilidad relativa de los barcos de madera, es necesario preservar sus obras vivas de las picaduras de la broma que las carcome y del desarrollo de los seres vegetales y animales que con gran rapidez se multiplican sobre ellas, llenándolas de asperezas perjudiciales al buen andar.

Contra los ataques de la broma se defienden los barcos pequeños de cabotaje con una ó más capas de brea y alquitrán, aplicadas en tiempo seco para que se adhieran perfectamente; pero en los buques grandes se recubre el barniz de los fondos con un forro de planchas metálicas. No es indiferente el empleo de cualquier metal con este objeto. La principal condición á que debe satisfacer el elegido es, que sin ser inoxidable lo ataque difícilmente el agua de mar, y que su corrosión marche de una manera lenta y uniforme. El cobre puro ó mezclado con las cortísimas porciones de hierro, estaño ó zinc que suelen acompañarle, y las aleaciones del mismo metal con los dos últimos, conocidas con los nombres de bronce y latón, son las únicas substancias que á las propiedades requeridas reúnen un precio aceptable, y por lo mismo también las únicas que hasta el día se aplican para el forro de los cascos de madera, generalizándose cada día más el uso del bronce y el latón por la importante circunstancia de ser más económicos que el cobre. Los cuerpos citados presentan además la ventaja de que, una vez elaborados bajo la forma de planchas delgadas, ofrecen superficies muy lisas; así es que los barcos cuyas obras vivas hayan sido revestidas con ellos experimentan una resistencia á la marcha menor que los barcos de hierro ó los de madera sin forrar, á causa de la disminución del rozamiento, que, como ya se dijo, ejerce una influencia bastante notable en las fuerzas necesarias para la propulsión.

Es preciso, sin embargo, que el cobre y sus aleaciones hayan sido bien preparados, de manera que no presenten diseminados en su masa porciones considerables aisladas de los metales con que se encuentran mezclados ó en aleación; porque de otro modo, es seguro el desarrollo de fuerzas galvánicas que dan por resultado la rápida destrucción de

planchas. Es, por tanto, de primera importancia la homogeneidad en la masa del metal ó de la aleación usada; y respecto al cobre, se puede añadir que el laminado en frío, haciéndole más compacto, aumenta su duración.

La superioridad del cobre y sus aleaciones con el estaño y el zinc sobre otros metales para forrar las obras vivas de madera estriba en la lentitud con que camina su oxidación en contacto con el agua de mar y en la escasa adherencia que presenta el óxido formado; de suerte que los fondos se mantienen limpios largo tiempo, porque la tersura de las superficies y la renovación constante de estas impiden que los moluscos, zoófitos y plantas marinas encuentren base segura para su desarrollo. Por otra parte, cuando llegan á ensuciarse los forros de esta clase, nada más fácil que hacer saltar los cuerpos débilmente adheridos á ellos.

Para la instalación del forro metálico en un barco cualquiera de madera, se prepara primero la obra viva recubriéndola con papel de estraza alquitranado, y mejor con fieltro empapado en la misma substancia. Encima se dispone el forro en hiladas dirigidas en sentido de la eslora, y de manera que sus planchas componentes queden con los cantos de proa recubiertos por las siguientes, á fin de que al navegar, no favorezca la velocidad del barco la entrada del agua por las juntas verticales de las tracas.

En cuanto á las obras muertas de los barcos de madera, así como la amurada y los departamentos interiores del casco, se les preserva de las influencias atmosféricas, perjudiciales á su duración, con tres ó más capas de pintura al óleo que siempre deben darse después que se haya secado perfectamente la madera.

Procedimientos usados para la conservación de los cascos de hierro ó de acero.—Indicado queda en otro lugar, que uno de los graves defectos de que adolecen los barcos de hierro y de acero, el más grave sin duda alguna y el único que puede determinar su decadencia en breve tiempo, es debido á la rápida oxidación de este metal en contacto del agua de mar; y aun cuando este fenómeno se retarda con varias capas de pintura, ésta no evita el desarrollo de plantas, moluscos y zoófitos, que multiplicándose con rapidez y adhiriéndose fuertemente á los fondos, disminuyen en corto período de un modo considerable la velocidad primitiva de los barcos. Para que estos recuperen entonces sus condiciones normales de marcha es indispensable limpiarlos en dique, operación costosa, no tan sólo por la frecuencia con que es

preciso practicarla en las mejores condiciones, dos veces al año, sino también porque con los cuerpos adheridos á los fondos salta al mismo tiempo la pintura, que por tanto es preciso renovar.

Numerosos son los medios ideados para impedir la formación de los depósitos vegetales y animales en las obras vivas de los buques de hierro. Se ha probado el uso de amalgamas de zinc, el de pinturas mezcladas con cobre metálico pulverizado ó con óxido rojo de cobre, substancias en las que se admitía que el cobre estaba suficientemente aislado del hierro por el aceite de la pintura para prevenir los efectos galvánicos, de temer por la proximidad de estos dos metales; y hasta se ha intentado revestir de vidrio los fondos; pero todos estos ensayos han sido hasta ahora punto menos que ineficaces, como lo prueba su misma multiplicidad. Lo más común es pintar interior y exteriormente los cascos de hierro con minio, cuerpo acaso no el más recomendable, porque siendo el plomo electro-positivo respecto al hierro, tiende á abandonarle el oxígeno para combinarse con el último. El blanco de zinc no presenta el mismo inconveniente por ser el zinc electro-negativo respecto al hierro. Estas pinturas suelen aplicarse á los cascos de hierro sin someter las planchas á ninguna preparación previa; sin embargo, es más eficaz la protección de las planchas contra la oxidación que á la larga se desarrolla por el desprendimiento la substancia que las defiende, cuando antes de pintarlas se las recubre con una capa de aceite hirviendo. En cuanto á las manos de pintura usadas son en número de tres sobre las superficies exteriores y de dos en el interior del casco.

Para que estas pinturas adquieran satisfactoria adherencia y protejan eficazmente las superficies que recubren, es indispensable que las planchas estén perfectamente limpias de orín, y por tanto, cuando menos, de la escamilla de óxido negro, que á veces las recubre al salir de los laminadores, observación aplicable, no sólo al hierro, sino también al acero, y en especial á este último. Para esta limpieza, se suele lavar las planchas con una disolución ligera de ácido clorhídrico ó de sal amoniaco, después de lo cual se las lava cuidadosamente con agua clara y se las seca antes de emplearlas.

En los últimos años se ha generalizado bastante la aplicación de variadas pinturas que secan con rapidez y permiten reducir el tiempo que siempre invierte la periódica é imprescindible necesidad de renovar las capas de pintura de los fondos.

En todas las regiones de los cascos, con excepción de la obra viva, esos preservativos, cualquiera que sea su género, solo tienen que des-

empeñar un papel, el de proteger de la oxidación las superficies metálicas; mas en la obra viva exterior, además de las capas antioxidantes que se aplican directamente al forro, conviene que la última sea anti-incrustante para que ya por su lento desprendimiento, ya por estar compuesta de substancias venenosas se oponga al desarrollo de plantas y mariscos.

Muchas son las preparaciones que, como propias para tales objetos, ofrece en el día la industria.

La composición de la mayor parte es objeto de privilegios que, después de todo, ofrecen escasa garantía. Entre ellas figuran las pinturas Rathjen, Jullien, Porta, Mourey, Sim y otras muchas más, que sería ocioso enumerar.

El cobre y sus aleaciones con el zinc y el estaño (estas últimas apreciables por su coste relativamente módico), son los únicos cuerpos que hasta hace poco se creía dotados de las condiciones necesarias para conservarse mucho tiempo limpios dentro del mar. Por esta razón se trató de forrar los cascos de hierro como los de madera, á pesar de los peligros que ofrece para el hierro la proximidad de las substancias citadas. Los resultados obtenidos son relativamente satisfactorios.

Consiste uno de los procedimientos empleados, debido á Mr. Grantham, en montar sobre la superficie fuera de forros cierto número de angulares dirigidos en igual sentido que los de las cuadernas, cuidando de aligerar á estas para compensar el aumento del peso dado al casco con la instalación de que se va hablando, que por lo demás lo consolida transversalmente. Los lados libres de los angulares (normales á los costados) presentan secciones rectas en figura de colas de pato, cuyos arranques ó partes más estrechas corresponden á las bragadas de los hierros. Estos se elevan corto trecho por encima de la flotación, formando sus cabezas una línea con el mismo arrufo de las cubiertas. Hecho esto, se recubren las planchas del forro con una capa de alquitrán, y se macizan las claras, que existen entre los hierros exteriores, con tablones horizontales empotrados en ellas con el auxilio de cuñas. Un angular corrido por encima de los verticales del costado y remachado al forro, limita el macizado. La cara exterior se alquitrana y á ella se fija con clavos de bronce y punta perdida ó con tornillos del mismo género un forro de tablones delgados, que recibe, después de alquitranado á su vez, el revestimiento de fieltro sobre el que se establecen las planchas de cobre como en un buque de madera. Este procedimiento ha sufrido diversas modificaciones. La principal consiste en montar las cuadernas exteriores cruzando á las naturales del casco,

fig. 204, de suerte que sigan la misma dirección que las tracas del forro, con lo cual se consigue obtener una rigidez mayor que la proporcionada por la disposición precedente.

En algunos buques de la marina real inglesa se ha adoptado el procedimiento siguiente para revestir de cobre los fondos de hierro, fig. 205. Sobre las planchas del forro convenientemente protegidas con un barniz aislador se fija un forro de tablones por medio de pernos de hierro también revestidos del mismo barniz; en seguida se calafatea, con cuidado para no violentar á los pernos, y á continuación se atornilla otro forro de madera que recibe directamente el de cobre. Los dos forros se recubren con una capa de barniz; y con una mezcla de éste y de cemento de Portland se rellenan las cavidades que se dejan encima de las cabezas de los pernos de hierro y de los tornillos, que deben ser de bronce.

Como se ve, estos sistemas de aforro entran de lleno en los modernos de construcción mixta.

Hoy día, tanto los procedimientos anteriores como otros de que aquí se hace caso omiso, y que tienden á realizar el mismo fin, no parecen destinados á propagarse mucho; porque á pesar del esmero con que en todos ellos se instala el forro de cobre para incomunicarlo de un modo absoluto con el de hierro, es imposible contar con la seguridad de conseguirlo con toda eficacia, y al cabo de cierto tiempo de navegación es seguro que dejará de existir el aislamiento entre los metales de ambos forros, ya por efecto de las deformaciones, que aunque en pequeña escala se presentan en los barcos de hierro, ya á consecuencia de las alteraciones que en la situación relativa de los revestimientos de madera interpuestos entre el casco y el cobre originan las influencias atmosféricas contrayendo y dilatando los tablones, destruyendo al mismo tiempo la cohesión de los barnices aisladores, etc. Y una vez ocurrido esto, claro está que el agua, filtrándose hasta las planchas, ha de producir el tan conocido fenómeno químico que en tales circunstancias provoca la presencia de los dos metales, hierro y cobre; la oxidación del primero, cuerpo electro-negativo respecto al segundo, y hacia el que por tanto se dirige el oxígeno del agua descompuesta en virtud de la acción eléctrica que entonces se engendra, es inmediata causa de una disminución en el grueso de las planchas del casco que compromete la resistencia, la seguridad y la duración del mismo.

Experiencias hechas en Inglaterra parecen probar que todos estos inconvenientes se evitan sustituyendo el cobre con el zinc; porque este metal no exige estar aislado del casco, que es lo que constituye la

dificultad, por ahora insuperable, con que se tropieza para forrar en cobre los buques de hierro. En efecto, como el zinc es electro-negativo respecto del hierro, de estos dos cuerpos puestos en presencia dentro del mar, sólo se oxidará el primero. Esta idea, ya concebida por Davy, se trató de aplicar en la primera época de la existencia de los buques de hierro; pero el zinc en barras, instalado con tal objeto sobre los cascos de trecho en trecho; es decir, presentando una superficie reducida en comparación con la de las obras vivas, se oxidaba con tal rapidez, que recubriéndose de una costra inerte de carbonato y óxido de zinc, dejaba de ser útil en poco tiempo.

Uno de los primeros que con más éxito aplicaron el zinc al aforro de los cascos de hierro, ha sido M. Daft. El procedimiento por él ideado exige que el forro de los fondos lo formen tracas de planchas dispuestas de modo que los cantos de cada dos adyacentes, ya pertenezcan á la misma traca ó á dos distintas, queden separados por un intervalo igual aproximadamente al grueso del forro. Barretas interiores mantienen las tracas en esta situación cerrando al mismo tiempo las costuras; y las pequeñas canales formadas por estas se macizan con teca ó con una mezcla dura de caucho y azufre. Sobre el forro así preparado y recubierto con una mano de alquitrán, se coloca una capa de fieltro empapado en la misma substancia, y encima se clava el forro de zinc, cuidando de fijar en las tiras de teca ó de caucho vulcanizado los clavos que se empleen. A mayor abundamiento, se obtienen puntos intermedios de sujeción para el forro metálico, incrustando tapones de la misma naturaleza que las tiras dentro de orificios abiertos para recibirlos en las planchas del casco. Sobre estos tapones se afirman los clavos suplementarios del forro de preservación.

Se comprende sin esfuerzo que este procedimiento de aforro en zinc no ofrece garantías bastantes de seguridad, cuando se trata de barcos destinados á navegar en toda clase de mares, y á sufrir la consiguiente fatiga ocasionada por un servicio constante. Mejor, bajo todos conceptos, parece el procedimiento de la misma clase ensayado en algunos buques de la marina de guerra inglesa, y puesto además en práctica por constructores particulares tan eminentes como Mr. Laird. Entre varios barcos á los que se ha aplicado dicho procedimiento, se cita la fragata *Audacious*, en la que después de cinco años de prueba se encontró bastante bien conservados el casco de hierro y el zinc; pero para que los servicios prestados por este metal sean eficaces, es indispensable que ofrezca gran uniformidad y pureza en su constitución; de otra suerte, se oxidaría de una manera irregular, presentando, por

consiguiente, las superficies de las planchas empleadas considerables rugosidades, que aumentarían la resistencia á la marcha y favorecerían además la adherencia de cuerpos extraños, origen de iguales inconvenientes.

En el procedimiento á que se viene aludiendo, fig. 206, no se fija directamente al casco A el forro de zinc, sino sobre un revestimiento de tablones delgados afirmado á las planchas de hierro de la obra viva con pernos, *p*, del mismo género, parcialmente atornillados á ellas con objeto de prevenir la aparición de vías de agua. A lo largo de cada costura del forro de madera corren barras de zinc, *h*, cuya sección recta es una *Z*, á las cuales, así como á la cara externa de los tablones, se fija el zinc con clavos, *c*, de igual clase.

Resulta de lo dicho que como no se monta el revestimiento de madera en condiciones á propósito para obtener el aislamiento del hierro, y el zinc, sino que, por el contrario, más bien se provoca un contacto directo entre el uno y el otro metal por el intermedio de las barras, *h*, y de los pernos, *p*, el sentido en que se produce la acción galvánica á que da origen el casi libre acceso del agua entre los forros y el casco, debido á la supresión del calafateo, determina la conservación del hierro, resultado que no tendría lugar si se encontrara éste en presencia del cobre ó del bronce, ó si se le dejara indefenso contra la acción oxidante del mar.

Procedimientos adoptados en los barcos de coraza para la conservación de sus fondos.—En los buques blindados de madera ta proximidad de las corazas á los forros metálicos con que se revisten los fondos, como en los casos ordinarios, da origen en contacto con el agua de mar al desarrollo de una fuerte acción galvánica que determina en el hierro una oxidación, cuyos efectos se manifiestan desigualmente en la superficie de las planchas de la coraza, formando surcos profundos dirigidos en el sentido de las fibras del metal. A este fenómeno acompaña la abundante producción de depósitos animales y vegetales.

Uno de los procedimientos que primero se emplearon para evitar la destrucción de las planchas de blindaje se reducía á interponer barras de zinc entre la coraza y el forro de cobre, con el objeto de que la oxidación se fijara en el zinc y no en el hierro; pero aquel metal, en esas condiciones, se recubre inmediatamente de una gruesa costra que lo inutiliza. En España se ha aplicado un procedimiento análogo, reducido á interponer una gruesa plancha de plomo entre el canto bajo del

blindaje y el alto del forro de madera en que se apoya: esa plancha se rebatía sobre los fondos, á los que se fijaba, y á continuación de ella empezaba el forro de cobre. Nada racional parece el empleo del plomo, si se tiene en cuenta que es electro-negativo respecto al hierro.

Los resultados obtenidos de este modo dejan mucho que desear: por esta razón es preferible cubrir los blindajes, tanto de los barcos de madera como de los de hierro, con un forro de cobre, siguiendo para ello el primer procedimiento de este género explicado ó el siguiente, que parece ser uno de los más aceptables. Se fija ante todo sobre los costados un forro de tablones dirigidos como las cuadernas del barco. Los topes superiores de los elementos de este forro encajan en un angular, de sección de Z, atornillado al blindaje por encima de la flotación, y paralelamente á ella: los extremos inferiores de los tablones se empernan á los fondos. En seguida se aplica el forro de cobre, bronce ó latón, de cuyas tracas dos ó tres intermedias contribuyen á la consolidación del de madera por medio de tornillos de cobre ó de hierro galvanizado que penetran en la coraza.

Los buques blindados se forran también de zinc con arreglo al último procedimiento explicado para los buques de hierro y con el mismo éxito.

No es común, sin embargo, aplicar el forro de cobre á los blindados, contentándose en general, con defender las superficies metálicas con las pinturas anti-oxidantes y anti-incrustantes á que ante se hizo referencia.

PARTE QUINTA.

REPRESENTACIÓN, CONSTRUCCIÓN Y LANZAMIENTO DE LOS BARCOS.

CAPÍTULO I.

Objeto de los proyectos de barcos.—Líneas usadas para la representación de los buques.—Enumeración de los cálculos principales referentes al desplazamiento de los barcos y su estabilidad.—Distribución interior de los barcos.—Sala de gálibos.—Instrumentos usados para el trazado de los barcos en la sala.

Objeto de los proyectos de barcos.—La construcción de cada barco exige la redacción previa de un proyecto, en el que se especifique todo lo concerniente á sus formas y á la distribución del desplazamiento entre el peso de los materiales de construcción y el exponente de carga, que es la suma de los pesos que en su interior esté destinado á contener. Constituye parte de este trabajo la representación gráfica del casco, la de su distribución interior y la del velamen y la arboladura, operaciones indispensables para ejecutar una serie de cálculos que permiten reconocer si el buque en proyecto responde á las condiciones impuestas *à priori*.

No consintiendo la índole de estas lecciones detallar la manera de proceder en la formación del proyecto de un barco, se indicará tan sólo á continuación la marcha general seguida en tales casos. Pero antes de efectuarlo, conviene observar que las cualidades apetecibles en los buques son tan numerosas y de naturaleza tal, que por lo co-

mún el aspirar á obtener algunas de ellas en grado por igual eminente implica contradicción. Es imposible, por ejemplo, que un barco proyectado para alcanzar grandes velocidades evolucione en corto espacio. Igualmente imposible sería también reunir en un mismo barco las mejores condiciones que aisladamente convienen para navegar á vela y á máquina. Se hace, por tanto, preciso sacrificar hasta cierto punto en cada buque las propiedades menos importantes, en obsequio á las principales: de modo que en todos casos el problema se reduce á proyectar un barco con las mejores condiciones para el fin á que se destina y no un barco cuyas cualidades todas sean sobresalientes. Pedir lo último sería pretender un imposible.

Líneas usadas para la representación de los buques.—La representación gráfica de un buque, fig. 207, se efectúa por medio de sus proyecciones sobre tres planos coordinados rectangulares, que á causa de su situación relativa reciben los nombres de plano vertical longitudinal, plano horizontal y plano transversal ó latitudinal. El primero, XOZ, es el mismo plano diametral, que, como se sabe, divide en dos porciones simétricas á cada buque: el segundo, XOY, pasa por el canto bajo de la quilla perpendicularmente al primero; y el último, ZOY, es el de la sección máxima transversal del barco.

La igualdad absoluta de los costados de babor y de estribor ha conducido á la costumbre lógica de no representar en los planos más que uno de ellos, cuya proyección en el transversal se dispone de manera que la del cuerpo de proa quede á la derecha y á la izquierda la del de popa, á fin de que resulte más claro el dibujo.

Como una de las primeras condiciones que un barco en proyecto ha de satisfacer es la de pesar una cantidad determinada de toneladas, es necesario al trazarle elegir, ante todo, las dimensiones principales, de modo que con el grado de afinamiento adoptado para la obra viva, concordante con las cualidades esenciales apetecidas, se satisfaga á la condición antedicha. En este punto, no hay siempre completa libertad de elección, porque si al mismo tiempo se quiere que el barco posea cierta velocidad, ésta da, según se dijo en la introducción, los límites entre que pueden variar las longitudes de los cuerpos de popa y de proa para realizarla con toda la economía posible de fuerza motriz. La profundidad de los puertos en que haya de penetrar el barco y el ancho de los diques en que deba sufrir reparaciones, permitirán también obtener límites para el calado y la manga.

Las dos voces *eslora* y *manga*, empleadas hasta ahora de un modo

algo vago, admiten un sentido muy preciso en los planos de los buques. A estos se acostumbra representarlos fuera de miembros y suponiéndolos en iguales calados á proa y á popa, llamándose flotación sin diferencia la que corresponde á esta hipótesis, y entonces se designa con el nombre de eslora entre perpendiculares á la distancia AB , que separa á dos rectas tiradas perpendicularmente á la flotación sin diferencia por los puntos en que ésta corta á los fondos de los alefrijes de la roda y el codaste. En cuanto á la manga, es el máximo ancho CD , del casco contado en la flotación.

El estudio de las formas exteriores más convenientes á cada barco, según su destino, se hace representando en los tres planos de proyección las intersecciones de los costados fuera de miembros con ciertas superficies convenientemente elegidas, que dan curvas cuyas configuraciones permiten prever las cualidades que poseerá el barco en proyecto y ejecutar los cálculos necesarios para comprobarlas.

Las principales curvas así obtenidas, cuyo número varía con la importancia del trabajo, son las determinadas por las intersecciones con la superficie fuera de miembros de planos, FL , $F'L'$, NN , MM , PP , QQ , &c., paralelos á los de proyección. Estas curvas se distinguen con los nombres de líneas de agua, cuadernas y secciones longitudinales, según que los planos secantes sean respectivamente paralelos á los planos horizontal, transversal y longitudinal. Todas ellas sirven para valorar las condiciones de la obra viva y se proyectan en verdadera magnitud y figura sobre los planos á que son paralelos los que las determinan, y según rectas sobre las demás.

A estas curvas se agregan las llamadas vagras de doble curvatura, vagras planas y secciones horizontales. Las primeras, como por ejemplo, EGH , se utilizan para acusar las formas de la obra muerta y son producto de las intersecciones de ésta con las cubiertas prolongadas en todos sentidos ó con otras cubiertas imaginarias que se admite existen á la altura de la regala, á la de los batiportes altos y bajos, etc. Todas estas intersecciones son de doble curvatura, por lo que su presentación requiere el auxilio simultáneo de los tres planos coordinados.

Llámanse vagras planas á las intersecciones de la superficie fuera de miembros con planos normales al transversal, y que al propio tiempo se aproximan cuanto es posible á llenar la misma condición respecto á la obra viva. Ni aun con una grosera aproximación sería fácil satisfacer á la última circunstancia en proa y popa, á la vez, con planos igualmente inclinados sobre el diametral para ambos cuerpos, á causa de lo muy diferentes que suelen ser las formas de la obra viva en los

extremos del casco, si no se imaginara que cada vagra está dada por dos planos, IT, IR, que pasan por un mismo punto, I, de la cuaderna maestra llenando la condición impuesta, el uno en el cuerpo de proa y el otro en el de popa. A veces, sin embargo, no se hace uso más que de un plano para cada vagra. Cuando así se obtienen estas curvas, se las designa con el nombre de vagras de trazado, para distinguirlas de las determinadas por dos planos que se llaman de construcción. Las vagras planas se utilizan en los proyectos para el estudio de la obra viva: con este objeto se las rebate sobre el plano horizontal del modo representado en la figura, en SNMPJ; es decir, debajo de las líneas de agua y demás curvas definidas.

Las secciones horizontales no son más que líneas de agua auxiliares tiradas por encima de la flotación en carga, FL, para definir la porción de costado comprendida entre estos y las vagras de doble curvatura.

La elección de los contornos de las cuadernas y líneas de agua, que son las primeras curvas de que se hace uso en todo proyecto, debe subordinarse á la condición de acusar las cualidades culminantes del barco, porque en definitiva bastan para fijar las formas exteriores de la obra viva, de las que, según se ha dicho en otro lugar, dependen la velocidad, la estabilidad, la economía de fuerza motriz ó buena utilización del propulsor, y la del timón, la facultad de evolucionar, el buen porte de vela, la suavidad de los balances, etc. Su trazado más conveniente requiere, por tanto, un conocimiento completo de la influencia que la naturaleza de sus contornos puede ejercer en el carácter definitivo del buque en proyecto, porque si bien la distribución ulterior del exponente de carga da el medio de corregir algunos defectos cometidos en la elección de formas, esto tan sólo puede efectuarse entre ciertos límites. Enunciadas han sido en otro lugar las condiciones generales á que deben satisfacer las líneas de agua y hasta la clase de curvas que más conviene adoptar para realizarlas; pero aun con tales limitaciones pueden ser más ó menos finas conservando siempre contornos redondeados y dando al barco propiedades distintas. Su trazado es decisivo para las cualidades principales que hayan de caracterizar al buque en proyecto, porque de sus contornos dependen los de las porciones de las cuadernas que quedan debajo del agua y los de las demás líneas definidas que se trazan en la obra viva.

Según esto, así como la figura de la flotación en carga es en cierto modo la norma y marca el carácter distintivo de las demás líneas de agua á causa de la necesidad de que los costados no ofrezcan variacio-

nes brascas de curvatura, de igual suerte, y por idéntica razón, la cuaderna maestra puede servir de guía para la elección de los contornos de las demás cuadernas. Estas dos curvas, que por otra parte están subordinadas á las relaciones aceptadas entre la eslora, la manga y el calado, primeras dimensiones que se fijan, son también las primeras que se trazan ó que conviene trazar en los planos, porque sus figuras y la elección hecha del grado de afinamiento de los fondos permite obtener desde el principio una primera aproximación á las cualidades que se desee hacer dominar en un barco.

Al efectuar el trazado de estas dos líneas, se tiene en cuenta, entre otras cosas, que los fondos achatados ó de escasa astilla muerta, como suele decirse, facilitan la estiva y dan á los barcos la propiedad de mantenerse normales á la superficie de las olas: que la propiedad contraria permite marear con mucha vela y da al barco tendencia á mantenerse vertical en aguas tranquilas y á oscilar, inclinándose hacia la cresta más próxima de las olas: que un contorno arqueado en las proximidades de la flotación permite obtener balances isócronos; que la verticalidad de los costados, cuando el barco está en reposo, determinando escasas variaciones de estabilidad para distintos calados, conviene en los casos en que el barco está predestinado á pasar por estados extremos de carga, como sucede en los barcos mercantes: que una flotación redondeada y ancha es compatible con un velamen considerable: que si es fina será apropiada para las grandes velocidades y conveniente á la propulsión por el vapor: que delgados excesivos en los extremos del casco determinarán una tendencia excepcional al cabeceo, movimiento que absorbe desperdiciándola una parte considerable de la fuerza de propulsión, etc., etc.

Las demás líneas de agua y cuadernas se trazan teniendo siempre presentes las condiciones á que debe satisfacer el barco y también que por medio de ellas es posible compensar hasta cierto punto las propiedades contrarias á las deseadas, á que hubieran conducido contornos de la flotación ó de la maestra, obligatorios en virtud de consideraciones especiales. Así, por ejemplo, un corto calado puede hacer indispensable la adopción de una maestra aproximadamente rectangular ó circular. Con la afinación de los delgados de proa y popa se llegará á contrapesar los inconvenientes que ofrecieran para la estabilidad las formas llenas que se derivan naturalmente de esa configuración de la maestra.

Las secciones longitudinales son curvas apropiadas para corregir los defectos que en la continuidad y suavidad de curvatura deben ofrecer

Los fondos y obras muertas, principalmente en los delgados. Al mismo resultado concurren las vagras planas; y como á causa de la desigual inclinación de los dos planos de cada una, no aparecería en coincidencia sobre el rebatimiento el punto de la maestra de que parten, considerada como perteneciente á uno y otro, por ser, IT é IR , desiguales, se acostumbra á correr el rebatimiento cuyas ordenadas sean menores (que es el de proa) sobre el plano horizontal lo suficiente para que exista continuidad entre las dos curvas de los dos cuerpos del casco. Esto, en definitiva, se reduce á trasladar la traza sobre el plano longitudinal de la vagra de proa, traza que es el eje de la curva, paralelamente al mismo plano longitudinal una distancia igual á $IT-IR$.

En el plano longitudinal, las vagras de doble curvatura dan el arrufo de cubiertas, variable con las dimensiones de los barcos y con el grado de seguridad deseado contra la mar de proa. Hallándose los buques tanto menos expuestos al cabeceo cuanto más largos sean por encontrarse entonces siempre encima de dos olas por lo menos, cuando se navega en el mismo sentido de su oscilación, y además por aumentar el par de estabilidad longitudinal á medida que aumenta el largo de los cuerpos de proa y popa, resulta que el arrufo de cubiertas debe ser inversamente proporcional á la eslora.

En el plano horizontal, por medio de las mismas vagras se da á los costados la configuración más conveniente para obtener las mayores capacidades posibles á bordo. Se cuida de ordinario al trazarlas que los costados á proa vayan abriendo para salvar el barco de la invasión de las olas reflejándolas hacia afuera. No siempre, sin embargo, es indispensable esto para conseguir la cualidad citada, porque la forma de la obra viva á proa influye considerablemente en ella. Un espolón sumergido es, por ejemplo, favorable para disminuir la tendencia al cabeceo, y por tanto, el peligro de embarcar agua.

En su medianía, los cascos se hacen más bien cerrados que abiertos de boca. Lo primero permite conseguir con una altura de obras muertas relativamente reducida ponerse á salvo del peligro de que invadan las olas al casco con balances determinados; al paso que la propiedad contraria requiere una altura mayor de costados para obtener idéntica ventaja con oscilaciones del mismo valor.

En popa se procura principalmente obtener desahogo interior: con tal objeto se traza del modo conveniente las vagras de doble curvatura.

Enumeración de los cálculos principales referentes al despla-

zamiento de los barcos y á su estabilidad.— Los cálculos llamados de desplazamiento y estabilidad dan el medio de conjeturar con bastante exactitud las cualidades que pueden esperarse de un barco representado en los planos de proyección.

Los cálculos relativos al desplazamiento tienen principalmente por objeto:

1.º La valuación del peso del agua desalojada por el barco en distintas flotaciones. Los resultados obtenidos se consignan en una curva llamada de solidez ó de desplazamientos: por medio de ella se conoce cuál es la carga del buque correspondiente á cada calado, ó lo que es igual el valor del desplazamiento con cualquier inmersión del casco. Para el trazado de la curva de solidez, cuyas ordenadas representan los calados y las abscisas los desplazamientos, es preciso calcular los distintos volúmenes de la obra viva limitados por flotaciones paralelas.

2.º La determinación de los aumentos de desplazamiento por centímetro de inmersión para distintas flotaciones y principalmente para la ordinaria. Estos datos permiten valuar de una manera aproximada las variaciones que debe experimentar el calado de un barco con determinadas alteraciones en su carga; y sustituyen á la curva de solidez en casos que no requieren gran exactitud. De la división del peso de cada zona del casco comprendida entre dos líneas de agua consecutivas por el número de centímetros que las separa se obtiene el dato que se desea para las flotaciones comprendidas entre esas líneas.

3.º La determinación de los centros de obra viva correspondientes á la flotación normal en carga y á las distintas flotaciones determinadas por sucesivos balances. El primer centro, ó sea el debido á la flotación normal, se obtiene siempre por medio del cálculo, tomando los datos necesarios en los planos de proyección. Los demás centros, en trabajos escrupulosos, se determinan de igual modo; pero como los cálculos indispensables para efectuarlo así son muy pesados y absorben un tiempo considerable, para abreviar se acude en ocasiones á variados procedimientos mecánicos más ó menos aproximados, según el grado de rigor compatible con la índole del proyecto.

4.º La valuación del área de la cuaderna maestra, útil con algunos procedimientos para el cálculo de la resistencia del barco á la marcha, y por consiguiente, para la determinación de la fuerza del aparato motor.

5.º La del área de la flotación, dato que conviene conocer entre otros objetos para fijar el velamen que puede llevar el barco.

Y 6.º La del grado de afinamiento de las formas que se expresa por medio de la relación que existe entre el volumen de la obra viva y el del paralelepípedo circunscrito.

Los cálculos de estabilidad tienen por objeto reconocer si el barco trazado llena las condiciones de seguridad impuestas *à priori*, y se reducen á la determinación de las estabilidades transversal y longitudinal, y á la de los metacentros correspondientes. El estudio de la ley de variación de los brazos de palanca del par de estabilidad transversal ofrece en particular sumo interés, pero como esa ley depende de la situación del centro de gravedad del buque, situación que no es posible conocer con exactitud hasta después de construido éste, á no ser por medio de cálculos muy enojosos, se acostumbra á imaginar, cuando se prescinde de tales cálculos, que dicho punto ocupa en el proyecto una posición que esté de acuerdo con la observada en buques de buenas condiciones, es decir, muy próxima á la flotación. Partiendo de esta hipótesis, que es posible realizar posteriormente por medio de una estiva conveniente, se suele construir la curva llamada de estabilidad, definida por abscisas que marcan los ángulos de escora y por ordenadas proporcionales á los brazos de palanca del par de estabilidad transversal. Todo esto requiere la ejecución previa de cálculos muy penosos: por esta razón, en circunstancias urgentes se acude á procedimientos mecánicos, con los cuales es posible determinar con mucha aproximación la curva de estabilidad cuya figura da el medio de apreciar las condiciones de estabilidad del barco. En los buques modernos, cuyas formas difieren á veces tanto de las adoptadas en los antiguos, á lo cual se agrega una variación también notable en la naturaleza y distribución de los elementos del exponente de carga, es indispensable este examen de la estabilidad. El conocimiento exacto de la que disfrute el barco en proyecto permitirá reconocer cómo se conducirá en la mar y con qué área de velamen será posible dotarlo en todos casos, para que la inclinación producida por la acción del viento no rebase nunca los límites peligrosos denunciados por la curva de estabilidad.

Para completar el estudio de la estabilidad conviene calcular el período de oscilación, propio del barco, para compararle con el de las olas. En el primero, influye, según se ha dicho, la manera como se distribuyen los pesos alrededor del centro común de gravedad. Este elemento admite, por tanto, arreglo entre ciertos límites después de construido el buque, pero una vez hecha la distribución de pesos, conviene calcularlo de antemano.

Si una vez hecho el trazado provisional de un barco, el estudio de sus condiciones de desplazamiento y estabilidad revelaran en él cualidades peligrosas ó perjudiciales, sería preciso proceder á la modificación de las formas y colocación de pesos.

Distribución interior de los barcos.—Una vez fijadas definitivamente en los planos de proyección las formas del casco y hechos los cálculos enumerados, referentes al desplazamiento, se subdivide su capacidad con arreglo á las exigencias peculiares á su destino, y de tal suerte, que no se alteren los resultados á cuya realización se haya tendido al efectuar el trabajo anterior.

Repetidas veces se ha dicho, que una de las condiciones requeridas por el destino general de los barcos, es la conveniente distribución de los pesos encerrados á bordo. Las consideraciones expuestas con este motivo en la Introducción, prueban la conveniencia de acumular hacia el medio de la eslora los cargos más pesados y la de separarlos del plano diametral. Con lo primero, se consigue hacer más desahogados los movimientos de cabezada y facilitar las evoluciones: lo segundo, influye favorablemente en la suavidad de los balances, propiedad conveniente, no sólo á la estabilidad sino también para la conservación de la arboladura sometida á sacudidas cuya violencia aumenta con la rapidez de las oscilaciones. Conviene, además, que el centro de gravedad del barco caiga algo á popa del medio de la eslora, ya para de este modo hacer el casco más ligero de proa, aumentando su facilidad para barloventear y girar; ya también con objeto de aumentar las inmersiones de la hélice y el timón, lo cual mejora el trabajo y servicio de la una y el otro. No es tampoco indiferente la distribución de los cargos del barco en sentido vertical. Comunmente la estabilidad exige que se depositen en los fondos los más pesados y en las partes altas los más ligeros.

Estos principios generales, aplicados entre límites juiciosos, se hallan por lo demás en perfecto acuerdo con lo que respecto á esto impone la necesidad de conservar las formas adoptadas en los buques; porque no siendo estos sólidos invariables, sus deformaciones, y especialmente la conocida con el nombre de quebranto ó arco de quilla, es decir, la determinada por esfuerzos verticales, toma proporciones considerables si se carga con exceso sus cabezas.

Para que el quebranto no tienda á producirse en aguas tranquilas, es indispensable que dividido el casco en cierto número de zonas por planos perpendiculares á la quilla, el peso de cada trozo así obtenido

con el de los cargos que contiene, sea igual al empuje del agua que desaloja: y está claro que, según esto, los mayores pesos deben corresponder á la parte media de la eslora é ir disminuyendo gradualmente en cantidad hacia proa y popa. Es difícil satisfacer con exactitud en todos casos á esta condición; pero por lo menos, se procura no perderla de vista á fin de que las deformaciones de los buques no sean determinadas por causas constantes, y, por tanto, aun más peligrosas que otras más enérgicas, pero que, en cambio, son pasajeras. Los destinos especiales de algunos barcos obligan á separarse de las reglas anteriores, como ocurre á veces, por ejemplo, en la marina de guerra con las baterías flotantes y con los monitores. Lo que en tales casos se gana desde el punto de vista militar, se pierde en cualidades marineras.

La seguridad, tanto la determinada por la resistencia necesaria de los barcos, como por la indispensable estabilidad que deben poseer, es la condición principal á que se subordinan otras á que igualmente conviene que satisfagan aquellos. Tales son, por ejemplo, la instalación de la máquina del modo más favorable á su trabajo, seguridad y buen servicio: el aislamiento de los depósitos de municiones de guerra y boca, de cuantas causas puedan perjudicarlos: el cómodo y salubre alojamiento de los tripulantes: el fácil y rápido servicio de artillería, etc.

Según el orden de su importancia, variable en cada caso, se tienen en cuenta todas estas circunstancias al dividir el casco en compartimientos destinados á contener los cargos ó á los múltiples servicios de abordó. Las diferentes capacidades en que con sujeción á lo dicho se subdividen por medio de mamparos la bodega y los entrepuentes, reciben el nombre de paños cuando han de contener provisiones ó municiones y pertrechos; y los de cámaras, camarotes y camaretas, cuando se dedican al alojamiento de jefes, oficiales, guardias marinas y clases, etc., etc.

No obstante la variedad, notable á veces, que los buques ofrecen en su distribución interior, ésta obedece de un modo general á los principios expuestos.

Para dar una idea cabal de las distribuciones que en el día se ven en los buques, sería forzoso presentar numerosos ejemplos, lo cual conduciría demasiado lejos sin ser precisamente indispensable. Así que aquí solamente habrán de consignarse sobre el particular algunas ideas generales siempre observadas.

Se procura que el aparato motor esté lo más protegido que fuere posible contra el fuego enemigo, así que no tan sólo se le instala en

los fondos como conviene á su manera de funcionar, sino que se le da la menor elevación compatible con su sistema, y se le protege por medio de mamparos transversales y longitudinales á veces blindados, así como con las carboneras que se establecen en los costados y se extienden con frecuencia al través del casco y por encima del mismo aparato motor. Cuando este es de grandes proporciones se le instala además en varias cámaras independientes estancas, subdividiendo las calderas en grupos aislados y también las mismas máquinas en los buques de hélices gemelas que entonces ocupan dos cámaras separadas por un mamparo diametral.

En los buques de cubierta protectora, ésta ofrece un abrigo de gran eficacia á todo el aparato motor; y cuando las máquinas son verticales, y tienen por lo tanto una gran elevación, la misma cubierta en la parte que corresponde á los cilindros ofrece un saltillo ó capacete debajo del cual quedan abrigados aquellos importantes órganos con sus accesorios.

A los víveres y municiones de guerra se les reparte en varios departamentos ó pañoles, generalmente situados á proa y á popa, á fin de que su consumo gradual pueda efectuarse acudiendo sucesivamente á uno y otro extremo del buque conservando así á éste el asiento ó diferencia de calados que mejor convenga para no perjudicar á sus cualidades marineras. Por lo que hace á los pañoles de municiones su emplazamiento debe subordinarse además á la condición de hallarse próximos en sentido vertical á los parajes ocupados por la artillería á cuyo servicio se los destina, y además con toda la protección que sea compatible con el sistema defensivo del buque. Igualmente protegidos se procura que estén todos aquellos aparatos que como los de gobierno, los usados para el servicio de proyectiles, los de leva y fondeo conviene tanto preservar de averías; y así de ordinario se los instala hacia los fondos y á ser posible debajo de la cubierta protectora, cuando esta existe.

El servicio de torpedos es también objeto de atención preferente en lo que á este punto concierne; pero las instalaciones que á este género de armamento corresponden son muy variables. De cualquier manera requieren pañoles (comunmente situados hacia las cabezas ó extremos de los buques) para el almacenaje de las diversas partes del material de torpedos.

En cuanto á los alojamientos de la tripulación, se los distribuye por regla general, en dos grupos, situando á proa y en las cubiertas superiores los correspondientes á la marinería y clases, y á popa los del

comandante y oficiales de todos grados con las separaciones obligadas para mantener entre las diversas categorías el aislamiento reclamado por las prescripciones de la disciplina militar.

En todas las distribuciones se atiende á conservar una buena ventilación natural.

Las exigencias de los complicados servicios de los buques modernos y la necesidad de satisfacer en ellos principalmente á la condición de flotabilidad, lo cual como se sabe conduce á subdividir el casco en gran número de cámaras estancas, se oponen á una buena ventilación natural, por lo que en los buques poderosos es siempre preciso establecer aparatos *ad hoc*, que determinen enérgicas corrientes que se canalizan haciéndolas llegar á donde se considera conveniente, con especialidad á los alojamientos.

Sala de gálivos.—Instrumentos usados para el trazado de los barcos en esta sala.—Las construcciones navales, á semejanza de las de tierra, no pueden efectuarse sin una montea ó trazado en escala natural del conjunto y las partes de los barcos: con el auxilio del trazado se labran las plantillas ó gálivos que los operarios necesitan para guiarse en su trabajo. El trazado en escala natural se ejecuta en locales adecuados al objeto, y que ordinariamente son grandes salas llamadas de gálivos, cuyas proporciones deben ser las suficientes para que en su piso, que suele ser un entarimado de pino, quepa con desahogo el trazado de los mayores barcos que se hayan de construir en el astillero de que dependa la misma sala.

A esta condición no es fácil que satisfagan todas las salas; y así, cuando se trata de buques grandes, es forzoso subdividir el trazado en trozos superpuestos, lo cual no ofrece inconveniente alguno si los encargados de la sala son inteligentes y prácticos.

Es de absoluta necesidad que se ejecute el trazado con gran esmero y exactitud á fin de economizar la mano de obra que durante la construcción habría que malgastar para corregir los errores debidos á la incuria de los funcionarios encargados de la sala. Para que el trazado sea correcto, es necesario, por lo demás, disponer de buenas luces, que el piso de la sala sea plano y liso y que haya un surtido completo de los útiles indispensables.

Como la representación de un barco en la sala es una copia de los planos de proyecto, á los que reemplaza de ordinario una libreta, en la que se encuentran consignados en tablas detalladas todos los datos necesarios al objeto, está claro que los útiles ó instrumentos de la sala,

deben ser los más propios para el trazado de rectas y curvas. Las primeras, cuando son cortas, se tiran con el auxilio de reglas, y con el de líneas si abarcan una longitud considerable, en cuyo caso las reglas no merecen confianza por las flexiones que experimentan durante su manejo y la influencia que en ellas ejercen las alteraciones atmosféricas. Las líneas no son más que cordones flexibles de algodón, de diámetro constante. Para usar la línea se la frota primero con tiza y en seguida se la sitúa sobre el piso de la sala, de modo que pase por dos puntos de la recta que se desea trazar: en esa situación se tira la línea; elevando entonces verticalmente sobre el suelo el punto medio hasta cierta altura y abandonándola después de repente: el choque del cordón contra el piso, determinado por la tensión á que se halla sometido aquel, hace saltar el polvo de tiza que al depositarse en el suelo marca una huella recta. Cuando la distancia entre los puntos extremos por que ha de pasar la línea que se quiere tirar es muy grande, la huella no es recta ó induce á confusión por su vaguedad; así, que en tales casos se prefiere empezar marcando varios puntos en línea recta bastante próximos, para que el empleo de la línea entre cada dos adyacentes ofrezca el grado de rigor indispensable á la exactitud del trazado. Los puntos en cuestión se determinan de ordinario proyectando sobre el piso de la sala varios de los pertenecientes á un largo cabo delgado y flexible llamado lienza, que se tiende á cierta altura del suelo, entre los dos puntos que marcan los extremos de la recta, y de suerte, que estos sean proyecciones verticales de otros dos de la lienza. Como el eje de ésta en la situación que ocupa, se encuentra contenido en un plano vertical, las proyecciones sobre el piso, también plano, de la sala, de sus diferentes puntos, darán otros que estarán en línea recta con los que se desea reunir. Para proyectar los diferentes puntos de la lienza, se emplean escuadras y plomadas que se atracan cuidadosamente á uno de los costados de la lienza, con lo que se sobreentiende que no es precisamente el eje de ésta la línea que se proyecta, sino una paralela á ella si se cuida de situar de un mismo lado las escuadras ó las plomadas.

El trazado de las curvas se ejecuta por medio de largos listones ó junquillos de madera flexible y escuadría rectangular. En todas las salas conviene poseer un surtido completo de estos instrumentos. Los más gruesos se usan para el trazado de las vagras de doble curvatura; los más delgados, para el de las cuadernas cuyas inflexiones y curvaturas son más pronunciadas; y con los intermedios se trazan las demás líneas. Al emplear los junquillos con cualquiera de estos objetos, es

necesario haber marcado de antemano en la sala una serie de puntos para cada curva, dados por los planos de proyecto ó por la libreta. En seguida se tiende un junquillo en el suelo, de modo que una de sus caras descansa en él, y se le va encorvando hasta que una de las aristas que limitan dicha cara, pase por todos los puntos determinados. A medida que se hace esta operación á partir de un punto cualquiera de la curva, se va sujetando el junquillo en el suelo por medio de parejas de clavos que se fijan en el piso del modo representado en la fig. 208. Una vez hecho esto en toda la longitud abarcada por el junquillo, y corregidos los defectos que pudiera ofrecer el contorno de la curva, se la traza en el suelo con tiza.

Además de las reglas, líneas, lienzas y junquillos, se usa en las salas compases ordinarios, y de pínulas ó cintreles, escuadras, etc., para resolver los problemas de geometría descriptiva á que obliga la ejecución de las diferentes operaciones necesarias para levantar los gálibos.

CAPÍTULO II.

Gradas de construcción -- Marcha general seguida en la construcción de los barcos.

Gradas de construcción.—Los barcos se construyen á orillas del mar sobre un plano inclinado, sólidamente establecido, denominado grada. Esta se considera dividida en grada propiamente dicha y antegrada. La primera comprende la porción del plano inclinado que queda fuera del agua en las mayores mareas, y la segunda el resto, que se extiende por debajo del mar una longitud bastante considerable. Después de construído un buque se le hace deslizar sobre la grada sostenido por aparatos que más adelante se describirán, hasta que flote. Esta condición fija la longitud de la antegrada, que por tanto debe ser tal que el barco encuentre apoyo en ella mientras no desaloje una cantidad de agua, cuyo peso sea igual al suyo. En cuanto á la longitud de la grada, propiamente dicha, debe ser la necesaria para que el agua no alcance nunca á los barcos en construcción: es, por consiguiente, algo mayor que la eslora del más grande que esté destinada á recibir. Sin embargo, también se construyen gradas de longitud suficiente para contener varios barcos á un mismo tiempo; pero en todos casos el ancho de las gradas no debe exceder al mayor exigido para los barcos de más manga que hayan de ocuparlas.

El eje geométrico del plano inclinado de cualquier grada puede ser perpendicular á la orilla del mar ó estar inclinado respecto á ella: esto depende de la configuración de la costa y de la extensión de mar que haya delante. Las gradas destinadas á la construcción de barcos de

hierro ó de acero conviene que estén orientadas en la dirección del Norte-Sur magnéticos, á fin de disminuir en lo posible los errores de la aguja; y los barcos blindados de igual clase deben situarse con el mismo objeto, mientras se les acoraza, de manera que sus proas estén en dirección contraria á la que hubieran tenido durante la construcción de los cascos. Precauciones son estas que rara vez se observan.

La pendiente de las gradas varía con las mismas circunstancias apuntadas para la orientación de sus ejes y con las dimensiones de los barcos desde 0,1 hasta 0,04; correspondiendo los mayores declives á las gradas destinadas á la construcción de los barcos más pequeños, y los menores á las más grandes. En general, se elige la pendiente, de modo que la componente del peso de los barcos, paralela al plan de la grada, sea algo mayor que el rozamiento que determinan al resbalar sobre los aparatos de lanzamiento, porque así se facilita esta operación; pero además de esta circunstancia, se tiene otras en cuenta, como ya se ha dicho, y entre ellas el coste de la obra. Cuanto menor sea, por ejemplo, la pendiente, tanto mayor será el largo que por precisión habrá de darse á la antegrada, y por tanto el valor de la construcción.

Destinadas las gradas á sostener, en ocasiones durante varios años, el peso de un barco, conviene que ofrezcan gran solidez: con este objeto se las establece sobre profundos cimientos, y á ser posible, debe su plan estar formado de mampostería ó de hormigón.

Las gradas se hacen de piedra ó de madera. Las últimas son mucho menos costosas que las primeras, y de ordinario, para construirlas, se prescinde de toda cimentación, aunque el terreno no ofrezca gran solidez; pero en cambio se sienta sobre el emplazamiento de la grada, preparado de antemano, un sólido emparrillado, compuesto de largueros y traviesas, cuyo número se proporciona á la resistencia del suelo. Los largueros se establecen á lo largo de la grada, y las traviesas en dirección perpendicular. Encima de unos y otras se colocan sucesiva y alternativamente varias capas de largueros y de traviesas, de manera que formen la pendiente deseada, para lo cual se va disminuyendo progresivamente la longitud de los largueros y el número de las traviesas.

Las gradas de piedra disfrutan de condiciones de solidez y duración que han hecho muy general su empleo, especialmente en los astilleros militares. Su construcción varía según la naturaleza del terreno. Cuando éste no inspira confianza se le da la necesaria consistencia clavando en él varias filas de pilotes dirigidas á lo largo de la grada. Sobre las cabezas de los pilotes se monta un emparrillado de madera, cuyos cla-

ros se rellenan con piedras ú hormigón; y encima se eleva un macizo de la misma clase, en el que descansa la mampostería del plan, que es generalmente de sillería, labrada de modo que sus paramentos ó caras visibles presenten de trecho en trecho unas ranuras transversales, en las que se empotran unas piezas prismáticas de madera, llamadas madres, cuya longitud es algo menor que el ancho del plan de la grada. Alrededor del plan (que es comunmente de contorno rectangular; terminado en arco de círculo por el extremo opuesto al mar), se levanta una gradería de piedra cuyos escalones, á los que se da el nombre de banquetas, sirven para prestar puntos de apoyo á los puntales ó escoras con que se sostienen los barcos en construcción, permitiendo al mismo tiempo darles dimensiones moderadas.

Es necesario que la quilla y los fondos de los barcos sean perfectamente accesibles durante su construcción: con este fin se hace que descansen tan sólo algunos puntos de la quilla en unos macizos de madera llamados picaderos, que se montan encima de las madres, de modo que cada uno quede dividido en dos porciones simétricas por el eje del plan.

Los picaderos, fig. 209, se componen de varias piezas prismáticas superpuestas y ligadas entre sí con riostras clavadas y empernadas á todas ellas. Cada picadero se consolida además con uno ó más contretes ó tornapuntas, cuyos pies se afirman á la base del picadero más próximo del lado del mar. Las caras altas de todos los picaderos forman en conjunto lo que se llama la cama, y es un plano inclinado paralelo al de la grada, situado encima de ésta á la altura de 1 metro ó algo más, con lo cual se dispone del espacio necesario para el trabajo de los operarios.

Con frecuencia se da también otra disposición distinta á los picaderos. Constan entonces estos, fig. 210, como los descritos, de varias piezas superpuestas; pero de tal modo, que puede aumentarse ó disminuirse su altura á voluntad, con objeto de facilitar las operaciones posteriores del lanzamiento. Este resultado se realiza fácilmente, interponiendo entre las piezas componentes de cada picadero dos cuñas, *a*, que actúan en direcciones opuestas. No siempre se hace constantes las alturas de esta clase de picaderos, á causa del sistema que para el lanzamiento de los barcos es común emplear con ellos, principalmente en Inglaterra, y del que se hablará más adelante. Como en dicho sistema la inclinación de la grada es independiente hasta cierto punto de la que se considera conveniente para la quilla, se sienta ésta en la cama con una pendiente sobre el horizonte menor que la del

plán, lo cual, si bien obliga á dar á los picaderos alturas crecientes, á partir de la cabeza de la grada, pero elegidas de suerte que la mayor no origine dificultades en la ejecución del trabajo, en cambio se disminuye el valor de la componente del peso de los barcos paralela á la cama, que en todos casos está actuando constantemente, mientras dura la construcción.

La construcción de los barcos no sólo dura años enteros, sino que además se les deja á veces en grada, después de terminados, para su mejor conservación, mientras no sean necesarios. Esta manera de proceder es, sin embargo, menos frecuente de día en día á causa de las innovaciones incesantes que sufren las construcciones navales y su mayor coste, todo lo cual, obligando á disminuir en cada nación el número de barcos, exige que se hallen todos en constante servicio.

De cualquier modo, es preciso que los barcos estén defendidos en grada contra las inclemencias del tiempo, perjudiciales á los materiales de construcción, por medio de cubiertas que pueden ser permanentes ó provisionales. A las primeras suele agregarse en los climas rigurosos dos naves, una de cada lado de la grada, que sirven de refugio á los operarios al mismo tiempo que protegen los costados de los barcos contra la lluvia y el sol. Cuando la cubierta es única, se establecen lateralmente en la grada grandes pantallas formadas con tablas clavadas á los pies derechos que sostienen la cubierta. Las techumbres provisionales son unas veces fijas y otras volantes. Las primeras se establecen en la misma grada de una manera análoga á la usada en la construcción de las permanentes, con la diferencia de que los materiales son de poco valor; y las volantes se levantan sobre el mismo casco, al que acompañan cuando es botado al agua, protegiéndolo, por tanto, á flote lo mismo que en grada.

Cuando las techumbres son permanentes, de ordinario se las instala del modo más á propósito para que á lo largo de su armazón puedan correr pescantes móviles que se utilizan para el transporte de materiales y piezas ya elaboradas de un punto á otro de las gradas, así como para el sostenimiento de andamios volantes, etc.

En atención al gran coste de las cubiertas permanentes se da de ordinario la preferencia á las otras: todas ellas tienen comunmente la forma de un tejado de dos vertientes, dirigidas hacia babor y estribor de las gradas.

Marcha general seguida en la construcción de los barcos.—La construcción de los barcos, ya sean de madera ó de hierro, se empieza

por la quilla que una vez preparada se va colocando encima de los picaderos á trozos que se unen entre sí. Cuando se trata de barcos de madera, en algunos astilleros se sienta una quilla provisional, de madera inferior á la que debe llevar el barco, la cual posteriormente se reemplaza por la definitiva. Esto tiene por objeto prevenir el deterioro de pieza tan importante. Dos series de tojinos clavados á los picaderos á uno y otro lado de la quilla impiden las desviaciones laterales de ésta. En seguida se arbolan la roda y los codastes, manteniéndolos en sus posiciones definitivas por medio de tornapuntas, llamadas escoras ó puntales. A veces á los codastes acompañan algunas piezas de la popa.

En los barcos de madera se colocan, después de hecho esto, los dormidos, la contraroda, la curva coral, etc., ensamblando estas diferentes piezas entre sí y empernándolas á la quilla, la roda y el codaste con la interposición prescrita de dados; pero en los buques de hierro ó de acero, que no llevan estas piezas se instalan las primeras aparaduras que se remachan á la quilla con el objeto de disponer desde un principio de sólido apoyo para las varengas.

A continuación se procede al arbolado de cuadernas, que se verifica á trozos en los barcos de madera, si son grandes, empezando por las varengas con los genoles y algunas ligazones. Las ventreras ó distancias, piezas provisionales análogas á los baos, clavadas á las caras de proa ó de popa de las cuadernas, mantienen constante la separación que media entre las ramas de estas. Hasta terminar el arbolado de una cuaderna con su escorado no se pasa al de la siguiente, partiéndose en esta operación unas veces de popa y otras de proa. La sujeción provisional de las cuadernas entre sí se opera por el intermedio de vagras, que son hiladas de tablones, aplicadas á la superficie fuera de miembros y dirigidas en sentido de las del forro. Las vagras se sitúan á distintas alturas, y á ellas se agregan las charranchas, barrotes cortos que sólo comprenden dos ó tres cuadernas, á las que mantienen á distancia invariable. En los barcos metálicos se suele arbolan enteras las cuadernas, á no ser en los buques construídos por el sistema celular.

Terminada esta operación, se empieza la colocación de la sobrequilla que se remacha ó se emperna á las cuadernas y á la quilla (según el caso) de un modo definitivo, á no ser cuando el barco se construya sobre una quilla provisional: si esto ocurre, el empernado definitivo se difiere hasta la sustitución de la quilla. Las demás piezas del casco se montan en el orden que se crea más oportuno y adecuado á la natura-

leza de la construcción, teniendo en cuenta que el empernado definitivo de las piezas (pertenecientes á un barco de madera) que hayan de fijarse al forro no debe efectuarse hasta la instalación de éste. Sin embargo, una vez marcadas las líneas de cubiertas y distribuído el forro, se procede á la colocación sucesiva de durmientes, baos, entremiches, esloras, trancañiles y forros. El exterior de un barco de madera no puede empernarse definitivamente, ínterin no se coloque también el interior con el que está ligado: por está razón se empieza instalando provisionalmente el primero por medio de pernos ó de tornillos. Una vez perfectamente determinado el lugar de cada traca, se abren los barrenos para los pernos ó las cabillas, y entonces se instala el forro interior, llevándose al mismo tiempo á cabo el empernado de los dos forros. Suelen dejarse sin poner algunas tracas para favorecer la ventilación de los miembros.

En los barcos metálicos la colocación del forro se empieza por las tracas que están en inmediato contacto con las cuadernas, cuando esto ocurre. Situadas las planchas en el lugar que deben ocupar, se marcan los puntos en donde es preciso establecer los remaches. Se llevan entonces las planchas á un taller en donde se abren los orificios necesarios, y en seguida se remachan á las cuadernas. Lo mismo se hace con las barretas.

Antes de la colocación del forro, se macizan los costados en los barcos de madera y sólo después de colocado se macizan los fondos en los de hierro ó acero. Las substancias empleadas en estos con tal objeto, son: el cemento, los ladrillos, el asfalto, etc. El cemento y el asfalto se aplican mezclados perfectamente con arena muy limpia. Los ladrillos, que deben ser duros, de cantos bien cortados, sonoros, de figura regular, y de superficies lisas, se emplean en unión con el cemento. Deben mojarse antes de ser colocados en su sitio; pero su empleo no es recomendable.

Una vez construído el casco, forrado y entabladas las cubiertas se le calafatea. En ocasiones se le forra de cobre en la misma grada: en otras, se ejecuta esta operación en dique después de botado al agua, y de todas maneras una vez á flote se terminan todas las distribuciones interiores, se montan las máquinas principales se instalan todos los aparatos y máquinas auxiliares, la arboladura, etc., y en una palabra, se verifica el armamento del buque.

CAPÍTULO III.

Procedimientos principales usados para botar los buques al agua.

La operación de botar al agua los barcos, desde las gradas en que se los construye, es una de las más sencillas y á la par de más trascendentales consecuencias, si por cualquier circunstancia llega á desgraciarse. A los barcos se les bota ordinariamente con la popa hacia el mar, que es la misma posición en que se los construye: tan sólo en ocasiones excepcionales se les lanza de costado. Para llevar á cabo tan delicada operación, se emplean procedimientos variados, algunos de los cuales se describen á continuación.

En Inglaterra se emplea con preferencia, para el lanzamiento de los barcos, un aparato usado también en España y otros países, que consta, como todos los de esta clase en general, de dos partes principales, la basada propiamente dicha y la cuna. La primera, se reduce á dos planos inclinados, dirigidos en el mismo sentido que la grada, y la segunda tiene por objeto suspender el barco y arrastrarlo consigo al resbalar sobre la basada. Los dos planos inclinados, A, A, fig. 211, que deben ser muy lisos, se montan á una y otra banda del barco, á la altura conveniente, sobre la grada y con la inclinación oportuna; se forman con tablones llamados imadas, ensamblados y empernados entre sí. Para impedir las desviaciones horizontales del aparato que ha de resbalar sobre las imadas, van estas provistas lateralmente de otros tablones, B, sentados de canto, que reciben los nombres de guardavasos ó gualderas, y á las que se fijan las cabezas de unos contretes ó torna-

puntas, C, cuyos pies se apoyan en el zampeado de la grada. Toda esta armazón, que es la basada, se prolonga mar adentro lo suficiente para que el barco ya flote cuando la abandone.

La cuna está compuesta de los elementos siguientes: los vasos ó anguilas, D, largas piezas prismáticas que se apoyan directamente en las imadas: las sobreanguilas, E, piezas semejantes á las anteriores, separadas de las primeras por series de cuñas afiladas dirigidas por parejas en sentidos encontrados: las almohadas, F, piezas longitudinales que en la parte central del barco donde éste presenta más llenos sus fondos (y por tanto, más próximos á la basada), se empernan á las sobreanguilas, estando además afirmadas al casco de una manera provisional: las columnas, G, que sólo existen en proa y popa, y se fijan por medio de espigos á las sobreanguilas y á las almohadas. Las columnas se aseguran además unas á otras con el auxilio de riostras, P, P, que en una ó más series se clavan á ellas á distintas alturas. Por último, los tirantes, H, establecidos entre la quilla y las anguilas mantienen constante la separación de estas.

La cuna comprende una fracción de la eslora variable con la naturaleza y el desplazamiento de los barcos. En los de hierro, suele limitarse su longitud al tercio de la eslora: en los de madera, según sus dimensiones, varía desde la fracción anterior hasta los cinco sextos.

Completan este aparato de lanzamiento, las llaves ó contretes de retenida, L, que apoyan sus pies en los frentes superiores de los guardavasos y sus cabezas en fuertes tojinos empernados á las anguilas.

Una vez construído un barco, descansa, como se ha dicho, en los picaderos, sobre los que insiste directamente la quilla, y en las escoras que á lo largo del casco se establecen en varias filas de longitudes variables. En esta situación, se hacen los preparativos de lanzamiento, construyendo la basada y la cuna. Cuando ambas están terminadas y montadas para asegurarse de su perfecto ajuste, se desarman y se recubren las imadas y las caras bajas de las anguilas, primero con sebo, á fin de cegar los poros de la madera, y en seguida con jabón hasta que las superficies de las piezas mencionadas, destinadas á estar en contacto, se encuentren satisfactoriamente lubricadas. Se arma entonces de nuevo el aparato para proceder al lanzamiento.

Con este objeto, se van quitando las escoras de ambas bandas, empezando por las de popa y deshaciendo los picaderos en el mismo orden. Al mismo tiempo, se golpean simultáneamente todas las cuñas interpuestas entre las anguilas y las sobreanguilas. Se eleva entonces la cuna y con ella el barco que deja de insistir sobre los picaderos. Si

en esta disposición se zafan las llaves, el barco partirá hacia el mar con tal que la componente de su peso, paralela al plano de las imadas, supere al rozamiento que entre estas y las anguilas determina el mismo peso. En muchas ocasiones es preciso acudir al empleo de prensas hidráulicas, que se hacen actuar contra la roda ó á otros aparatos llamados disparadores, cuya acción es idéntica. Con ó sin el auxilio de estos medios, el barco se pone en movimiento deslizándose por la basada hasta llegar al mar.

El aparato descrito sufre algunas modificaciones cuando los picaderos son de tal naturaleza, que se pueden desarmar fácilmente, como el de la fig. 210. En tal caso, se suprimen las sobreanguilas y las cuñas en que estas descansan, de manera que se inicia el lanzamiento deshaciendo los picaderos y se continúa después del modo dicho.

Cuando el bote al agua ha de verificarse en parajes poco desahogados y tales, que abandonado el barco á sí mismo, corriera peligro de chocar contra una costa ú otro obstáculo cualquiera después que sale de grada impulsado por la gran velocidad de que marcha animado, se preparan antes del lanzamiento los medios oportunos para evitarlo. Consiste uno de ellos, en fijar sólidamente en tierra, cerca del mar, sus dos anclas de leva, cuyas cadenas ó cables se tienden sobre el terreno á uno y otro lado de la grada y á lo largo de la misma formando eses: además se amarran á piezas fijas por medio de cabos una serie de puntos tomados de trecho en trecho en las mismas cadenas; y como estas se hacen firmes en el interior del casco, resultará, que, cuando el barco se ponga en movimiento tendrá que ir venciendo, para seguir su marcha, la resistencia que todas las amarras le opondrán antes de romperse sucesivamente una tras de otra, pero no sin amortiguar la velocidad de salida hasta anularla por completo antes de llegar á los puntos que ofrezcan peligro, si el número de las amarras y su resistencia son los convenientes.

Otras veces se disponen atravesados en el camino que debe seguir el barco, después de botado, varios cables que, al romperse uno á uno, producen el mismo efecto obtenido con el procedimiento anterior.

En Inglaterra se emplea también una cuna llamada de telescopio, cuya disposición es apropiada para el lanzamiento de barcos de esloras diferentes. Se reduce á una armazón montada sobre ruedas y fraccionada en varias partes, que es posible unir ó separar, según convenga una cuna más ó menos larga. Una serie de columnas sirven de apoyo al barco, y como sus longitudes pueden aumentarse ó disminuirse por un procedimiento análogo al que permite hacer lo mismo con un an-

tejo, resulta que, colocadas en cualquier parte del casco, sean como quiera las formas de éste, se conseguirá aplicar los frentes de las columnas á los costados. Además, permite esta disposición suspender el barco sobre los picaderos, y terminar la operación como de costumbre. Con esta clase de cunas no hay que preparar una especial para cada buque.

Para evitar el quebranto que con el sistema anterior de lanzamiento pueden experimentar los barcos al ser suspendidos por la cuna, la cual no les ofrece más que dos fajas de apoyo, una á cada banda, se ha ideado otro procedimiento que, aumentando la base de sustentación, disminuye el riesgo mencionado. Este procedimiento, debido á M. Le Roux, y que con especialidad conviene á los barcos grandes, exige como el anterior una basada y una cuna.

Forman la primera tres correderas, A, A, B, fig. 212, una central en que descansa la quilla y dos laterales. Todas ellas se prolongan mar adentro, lo necesario para que el barco tan sólo las abandone al flotar. La corredera central, que debe tener una anchura algo mayor que la de la quilla, se forma con gruesos tablones sentados de plano, y está provista de dos gualderas empernadas á ellos. Esta corredera se apoya en unas cuñas que reemplazan á las piezas más altas de los picaderos que se quitan al establecer la basada: las cuñas se utilizan para atracar perfectamente la corredera á la quilla. La primera no es continua sino fraccionada y en los intervalos comprendidos entre sus diferentes trozos se dejan (comunmente á proa de la grada), algunos picaderos llamados de retenida, entre cuyas piezas componentes se introducen parejas de cuñas encontradas, con las que se puede conseguir determinar un gran rozamiento entre los picaderos y la quilla.

Las dos correderas laterales son enteramente semejantes á las descritas para el procedimiento anterior de lanzamiento y distan entre sí, como de costumbre en todos casos, de 0,66 á 0,50 de la manga.

La cuna, consta como en el aparato inglés, de anguilas, C, sobre anguilas, *d*, columnas en los extremos y almohadas, *e*, en la parte media, é insiste sobre las correderas laterales; sólo que en el caso presente las sobreanguilas descansan directamente en las anguilas, y para poder acuñar las primeras, á fin de que presten apoyo eficaz al casco, llevan lateralmente una serie de muescas prismáticas, cuyas caras altas tienen una dirección oblicua respecto á la base de las mismas sobreanguilas, siendo las otras dos paralelas entre sí y perpendiculares á las aristas de las piezas en que se labran: de suerte, que estas cajas pueden alojar á otras tantas cuñas, *f*, cuyas caras inferiores se apoyan en las al-

tas de las anguilas y permiten suspender las sobreanguilas. El acuñaado, que en cada banda se efectúa hacia un solo sentido, pudiera comunicar un movimiento transversal de traslación á las sobreanguilas, si para evitarlo, no fueran estas unidas á las almohadas y á las anguilas por el intermedio de fuertes espigos.

Las columnas suelen suprimirse en la parte de proa, y en la de popa se instalan, aunque en corto número, espigando sus pies para ensamblarlas á las sobreanguilas y también sus cabezas, sobre las que se apoyan directamente unos tojinos empernados al casco. A estos medios de sujeción de las columnas, se agrega cierto número de tornapuntas.

En cuanto á la quilla, no descansa directamente en su corredera, sino que como se acostumbra á ferrarla en cobre antes de botar el buque al agua, á fin de evitar el deterioro á que la expondría el gran rozamiento desarrollado contra ella durante el lanzamiento, se la defiende con una zapata provista en su extremo de popa, de un fuerte tojino dispuesto de tal modo, fig. 213, que cuando el barco se pone en marcha, el talón del codaste, al que está atracado, lo arrastra consigo, y, por consiguiente, á toda la zapata, que, por lo demás, no tiene otra sujeción á la quilla. La zapata se arma con una ó con dos tracas de tablonas empernadas horizontalmente y su ancho debe ser el de la misma quilla. La zapata de lanzamiento y las anguilas se ligan por medio de tirantes, *t*, que impiden su separación, y además con el objeto de asegurar de un modo más perfecto la posición relativa de todas estas piezas, se interponen tornapuntas, *r*, entre la quilla y las mismas anguilas.

Una vez preparado todo para el lanzamiento, con esta basada se empieza apretando fuertemente las cuñas de la corredera central; al mismo tiempo se hace otro tanto, aunque más suavemente, con las de las sobreanguilas, porque estas piezas están principalmente destinadas á impedir las deformaciones del casco. Hecho esto, se quitan las escoras, se largan las llaves que como en el procedimiento anterior hay en la basada, se deshacen los picaderos de retenida, y si el barco no parte, se acude á los disparadores.

En los arsenales españoles, y también en algunos extranjeros, se prefiere otro aparato de lanzamiento más sencillo que los anteriores, principalmente aplicable á barcos de poco porte y á los de hierro. Se establece sólidamente la corredera central y las laterales, fig. 214, del mismo modo indicado en los demás casos. Esto en lo relativo á la basada, que por tanto, en nada difiere de la del procedimiento precedente, porque también se arma la quilla con su correspondiente zapata. Pero

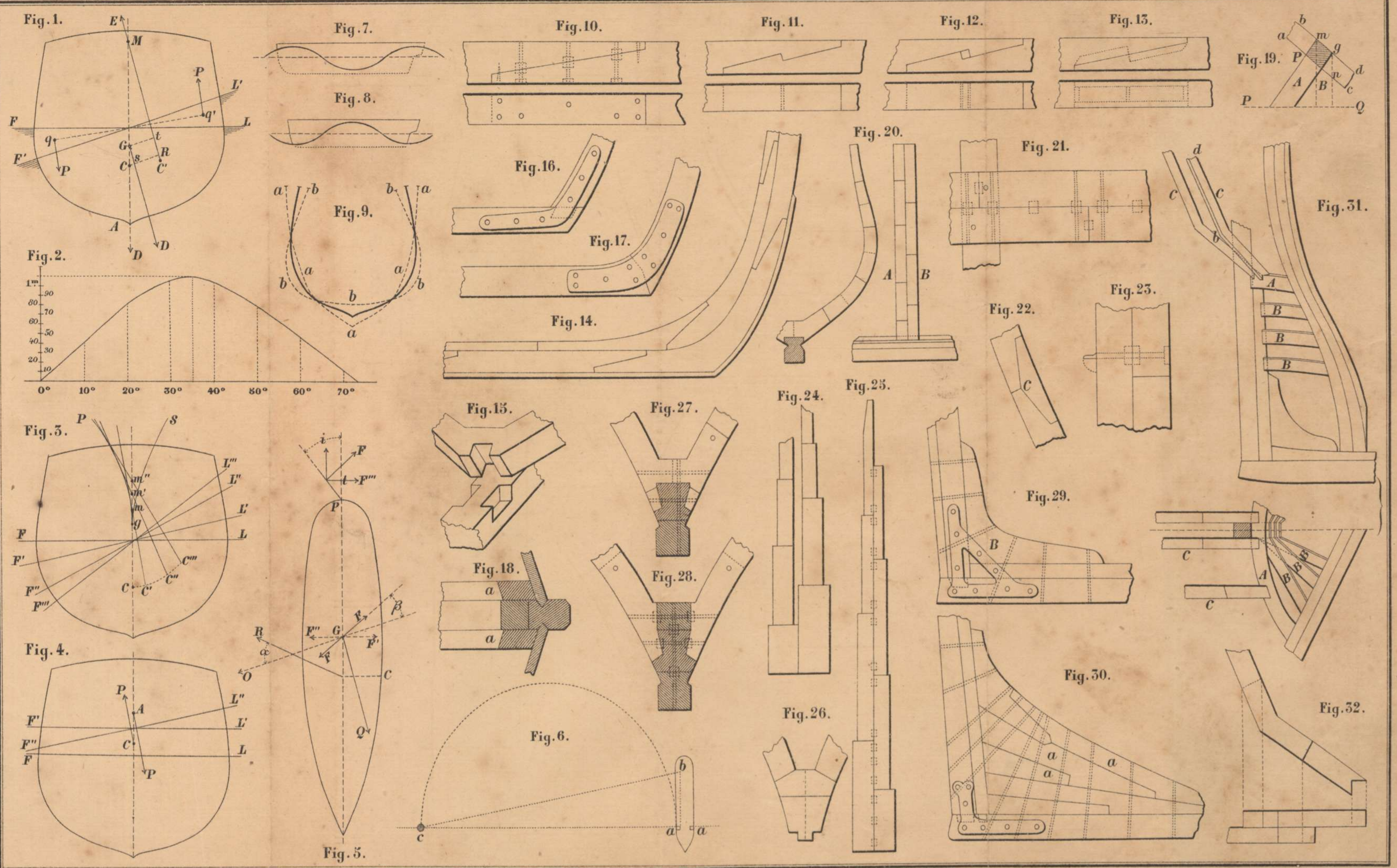
en lugar de toda la costosa armazón que lateralmente presta apoyo á los costados en los métodos anteriores, existen no más que dos almohadas, una á cada banda, perfectamente empernadas á la parte media del casco y sostenidas por tojinos en toda su longitud que es variable con las dimensiones y formas de los barcos, siendo su mínimo un décimo de la eslora de estos. La cara baja de las almohadas no descansa sobre las correderas laterales, sino que entre unas y otras queda una pequeña clara de 1 á 2 centímetros.

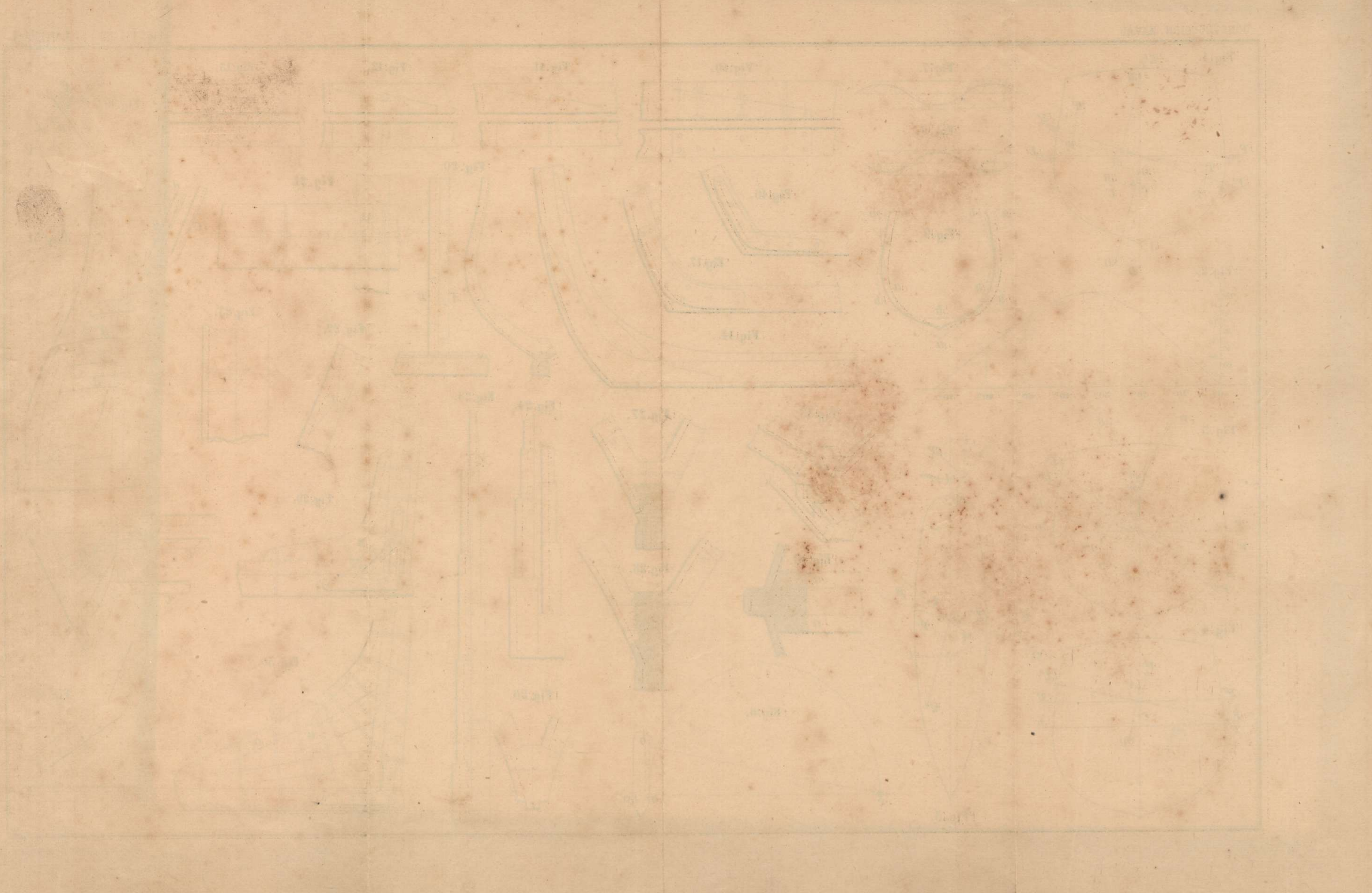
Una vez quitadas las escoras del barco en el orden prescrito, queda éste insistiendo tan sólo sobre la corredera central. A este apoyo, sin embargo, se agrega el de las muletas, que son algunos puntales que en ambas bandas se dejan dispuestos de tal modo, que sus cabezas redondeadas, se introducen en muescas de igual forma, abiertas en tojinos clavados al barco; de suerte, que cuando éste parte, obliga á girar á las muletas, cuyas cabezas abandonan las cajas en que estaban alojadas. Si en su descenso por la basada el barco se ladea á una ú otra banda, la almohada correspondiente se apoya en su corredera que ha sido perfectamente lubricada de antemano, lo mismo que la cara baja de la almohada.

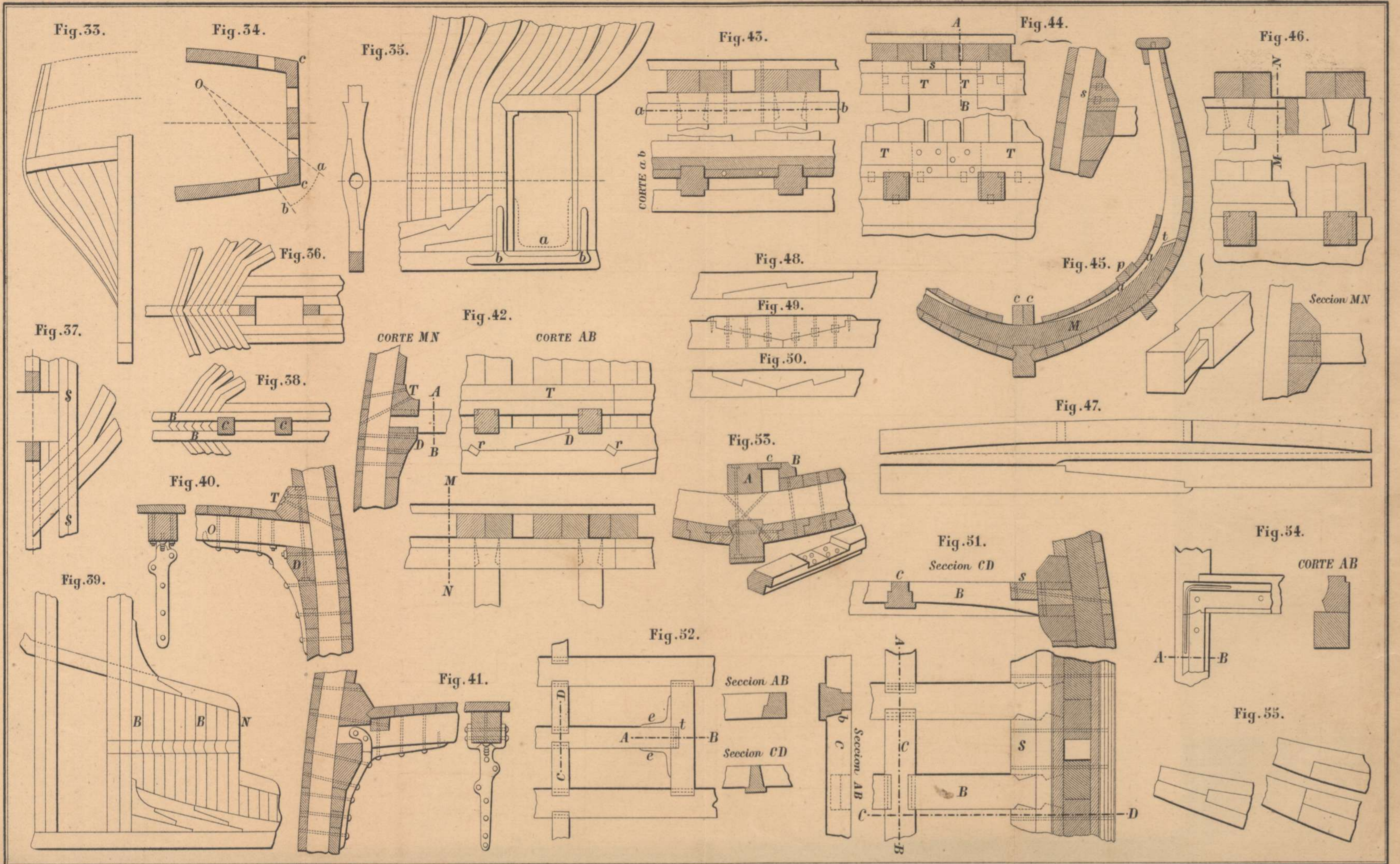
Los medios de retenida son análogos á los conocidos. Las llaves se establecen de la misma manera: también se fijan á las almohadas ó á piezas empernadas á los costados con este objeto, y á fin de ayudar en unión con las muletas á prestar apoyo al casco hasta el último momento. En estos casos, los pies de las llaves se apoyan en el plan de la grada. Además, se dejan dos ó tres picaderos de retenida hacia la proa, colocados como siempre, entre los trozos de corredera central; y, en fin, se emplean los mismos disparadores anteriormente indicados.

Cuando el barco que se bota es de hierro, ó de madera y se le haya forrado ya de cobre, para no deteriorar sus costados con el empernado necesario á la sujeción de las almohadas, se fijan estas por medio de cadenas ó cables, que amarrándose á los extremos de estas piezas, van en proa á entrar en el casco por los escobenes, y en popa, por la limera del timón. Además, otras amarras que atraviesan á la zapata por unas groeras, pasan de banda á banda, y entran por las portas á hacerse firmes dentro del barco. Cuando así se disponen las almohadas, no es posible apoyar en ellas las llaves. Son estas entonces sustituidas por un grueso cable que da vuelta al casco, y cuyos chicotes se hacen firmes en tierra cerca de la grada.

FIN.







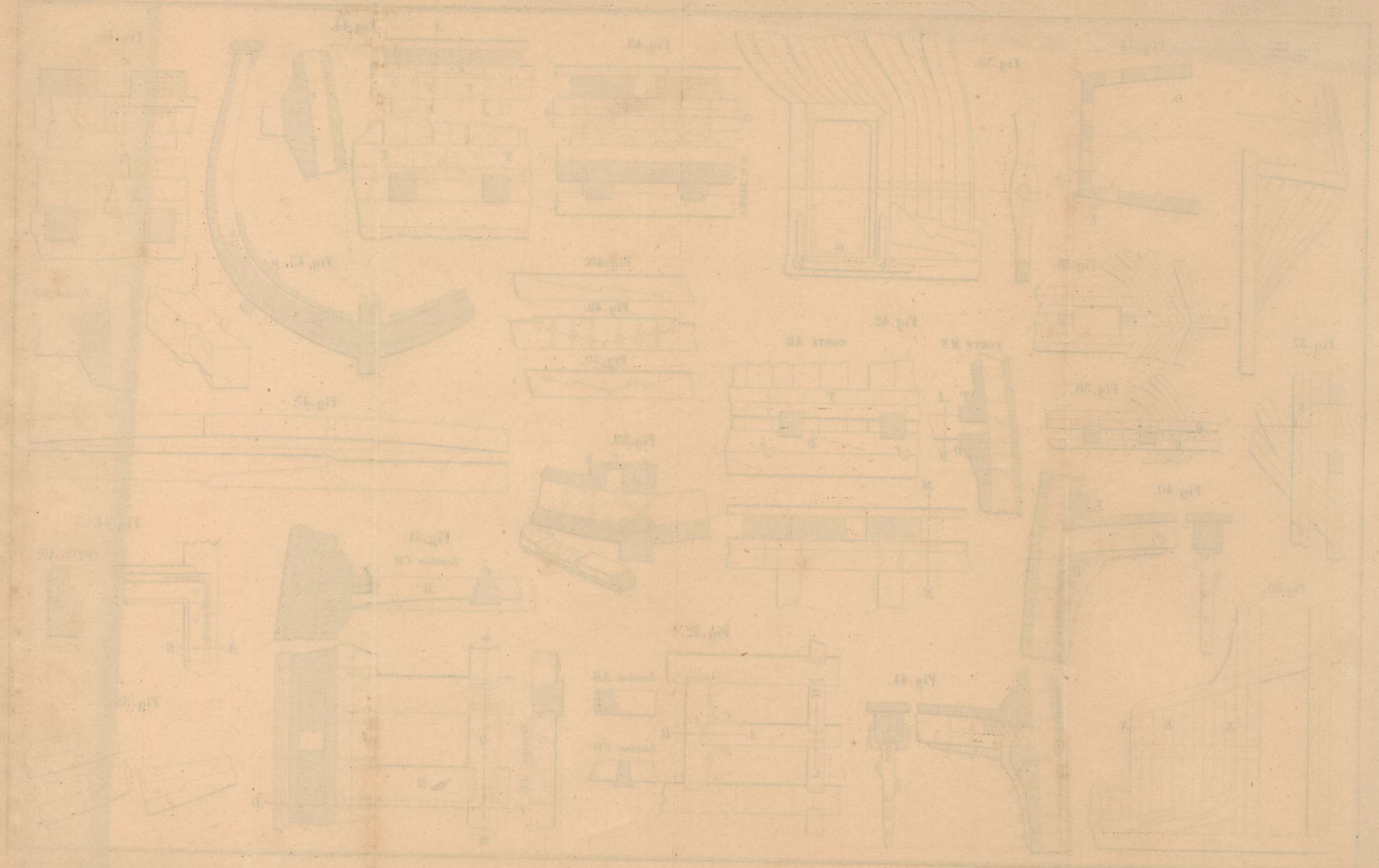


Fig. 56.

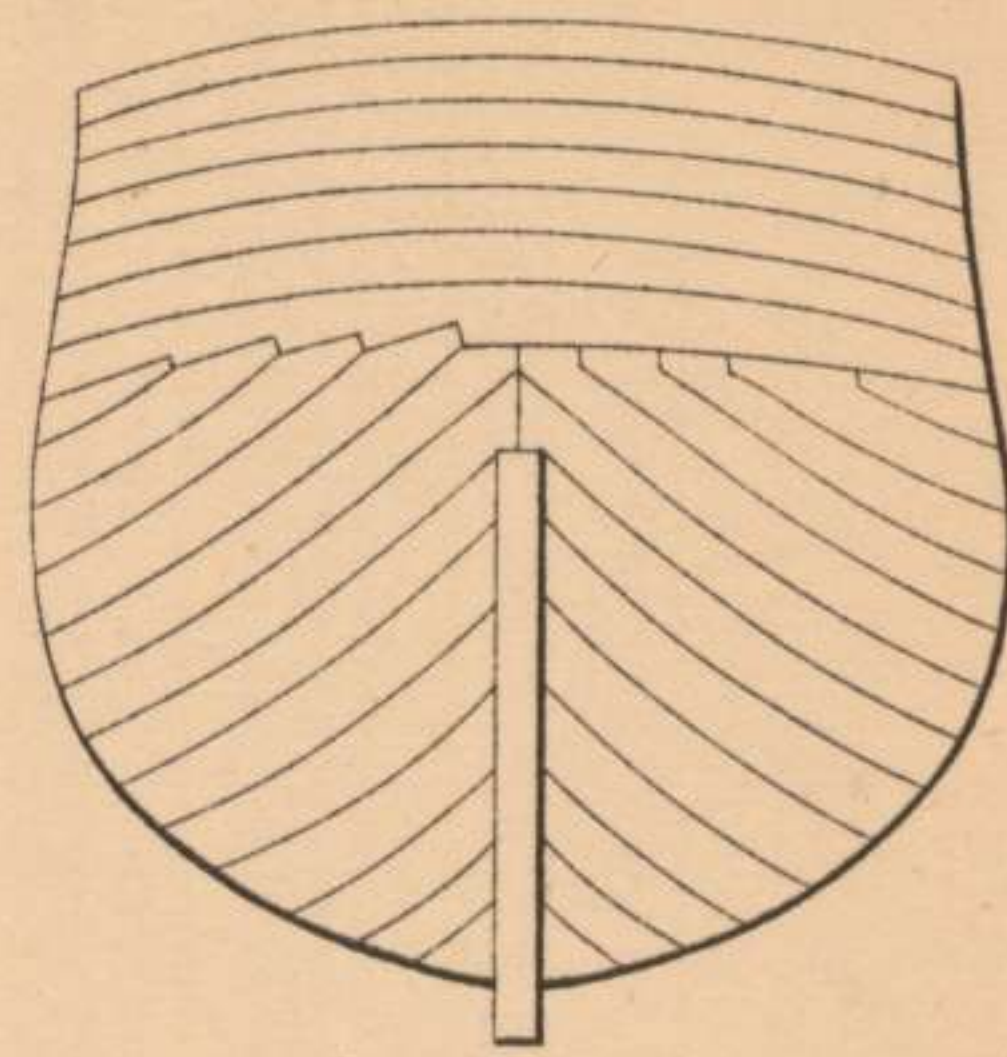


Fig. 57.

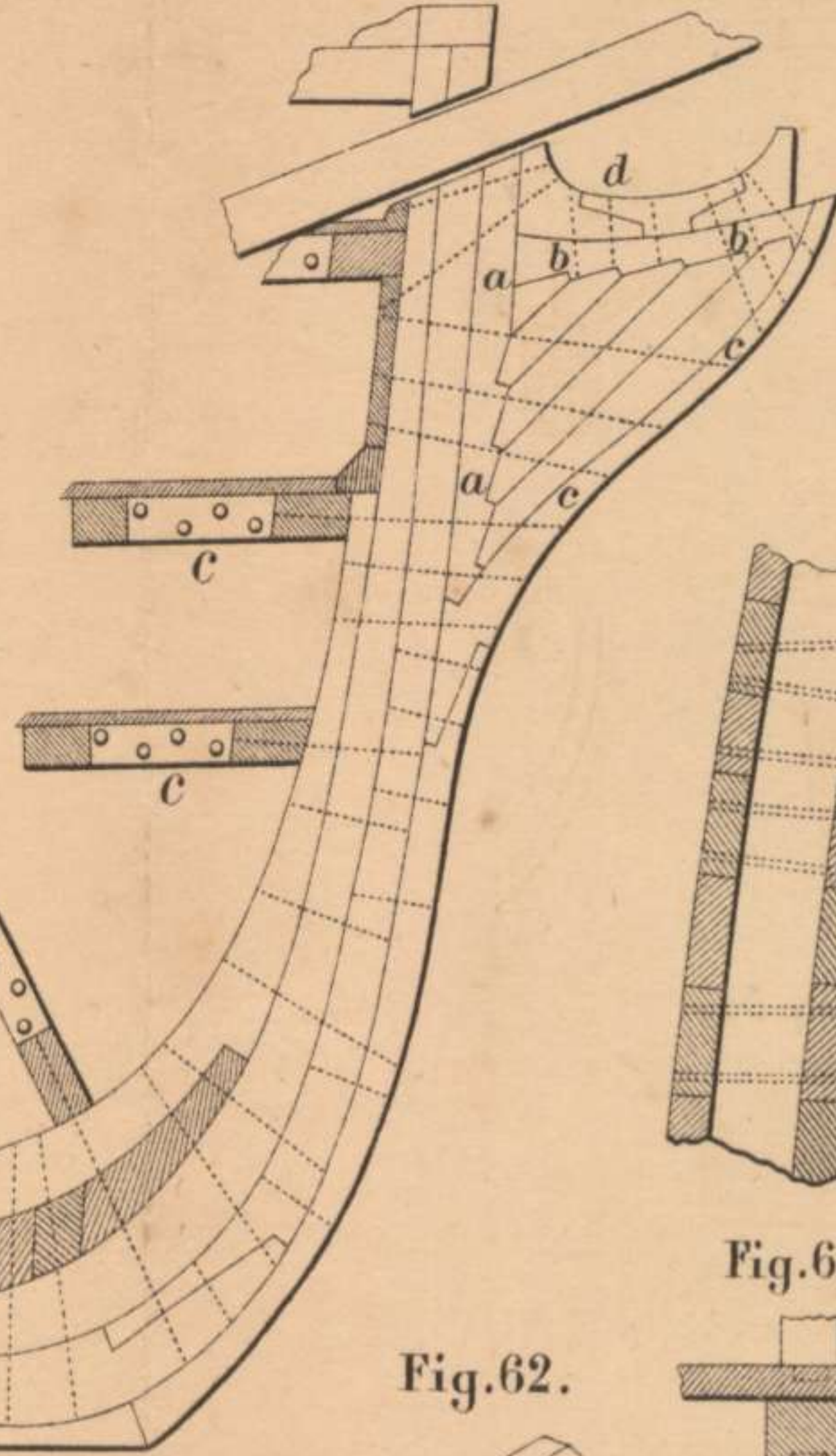


Fig. 63.

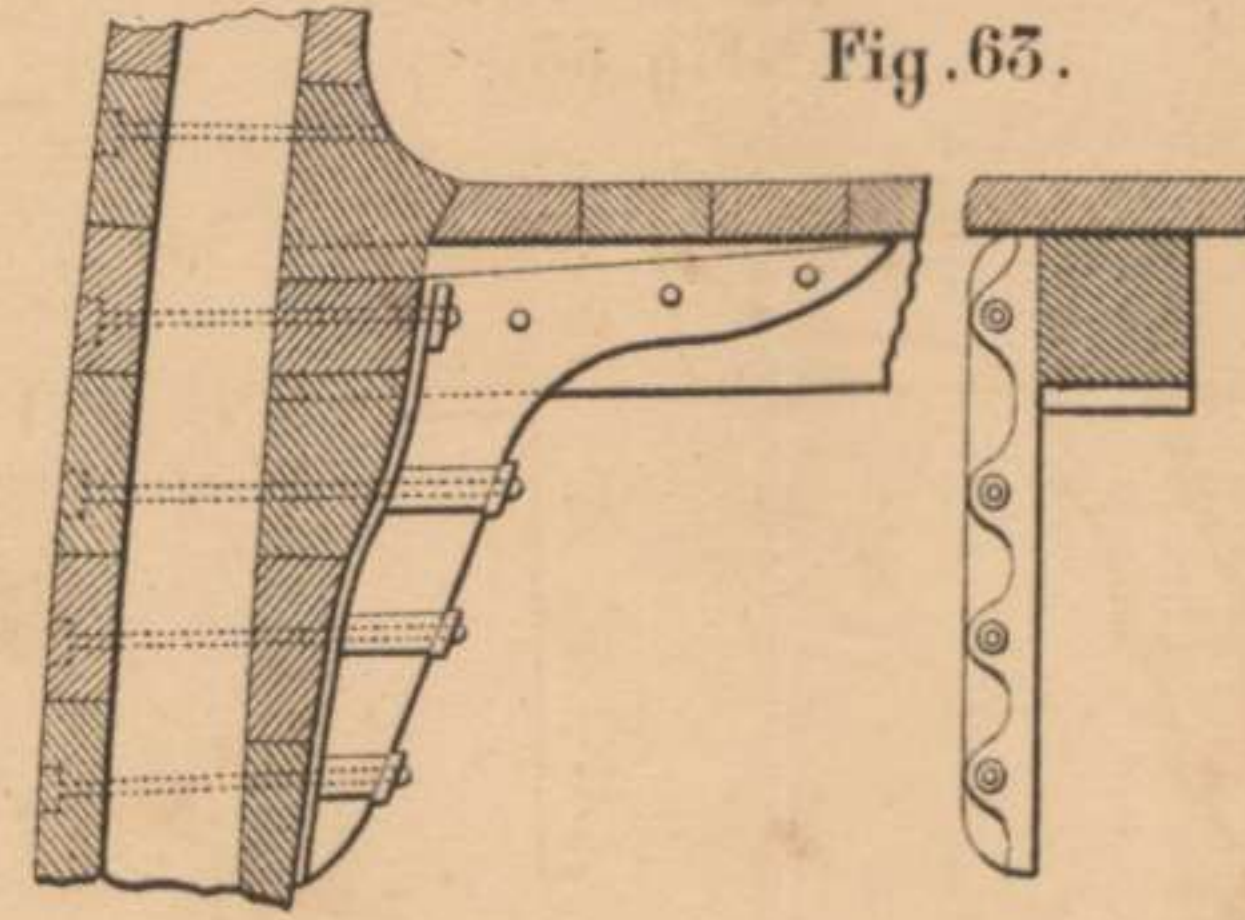


Fig. 76.

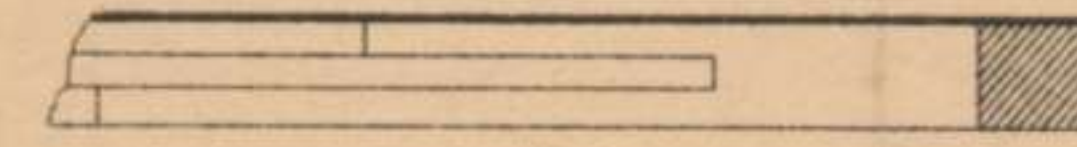


Fig. 77.

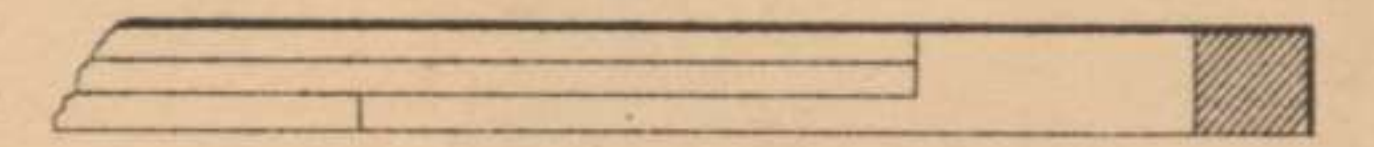
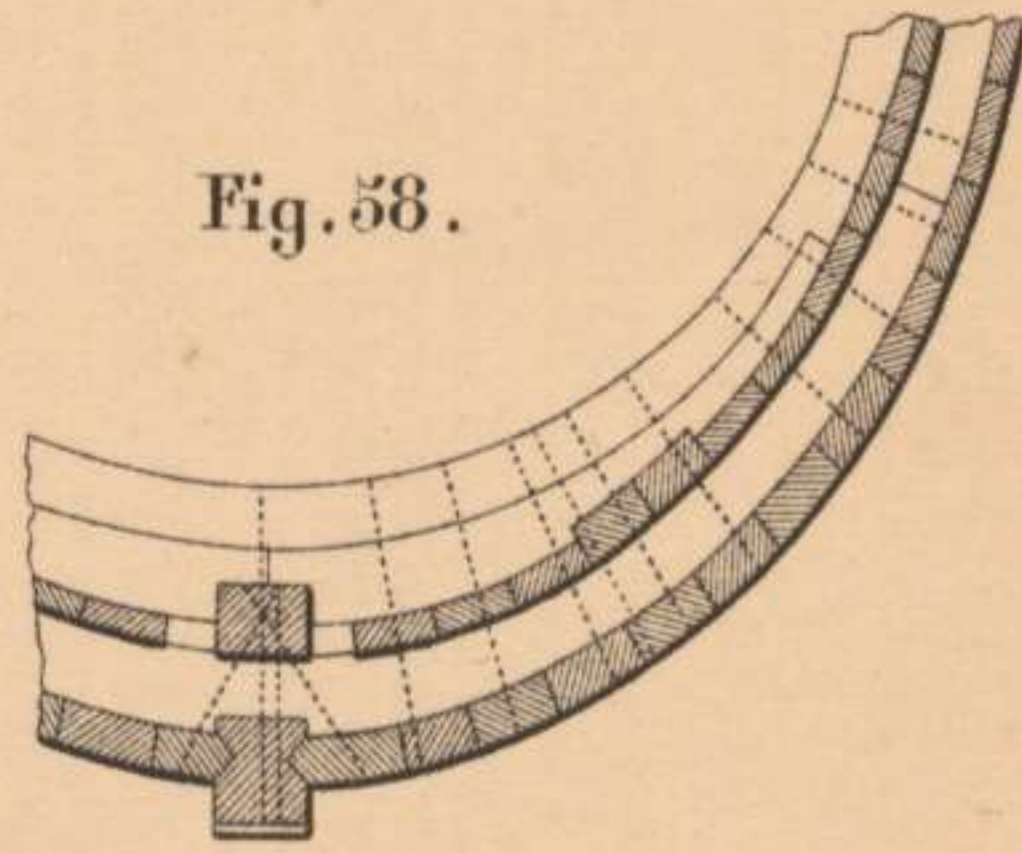


Fig. 58.



B



Fig. 74.

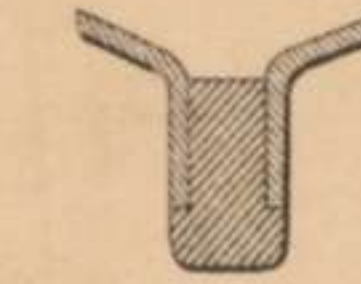


Fig. 75.

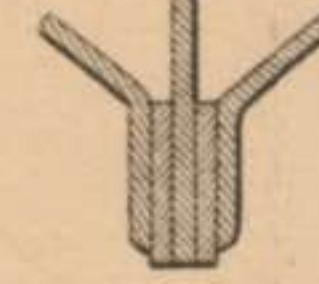


Fig. 78.

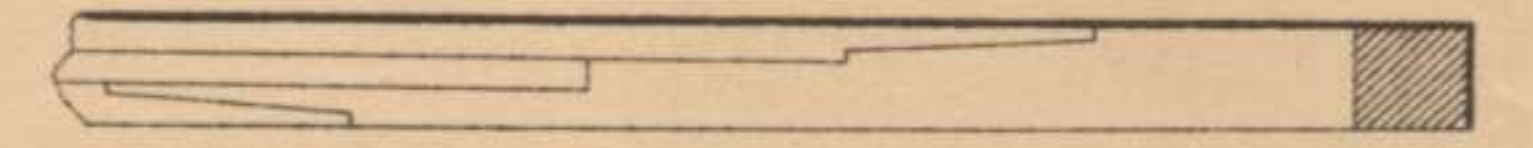


Fig. 64.

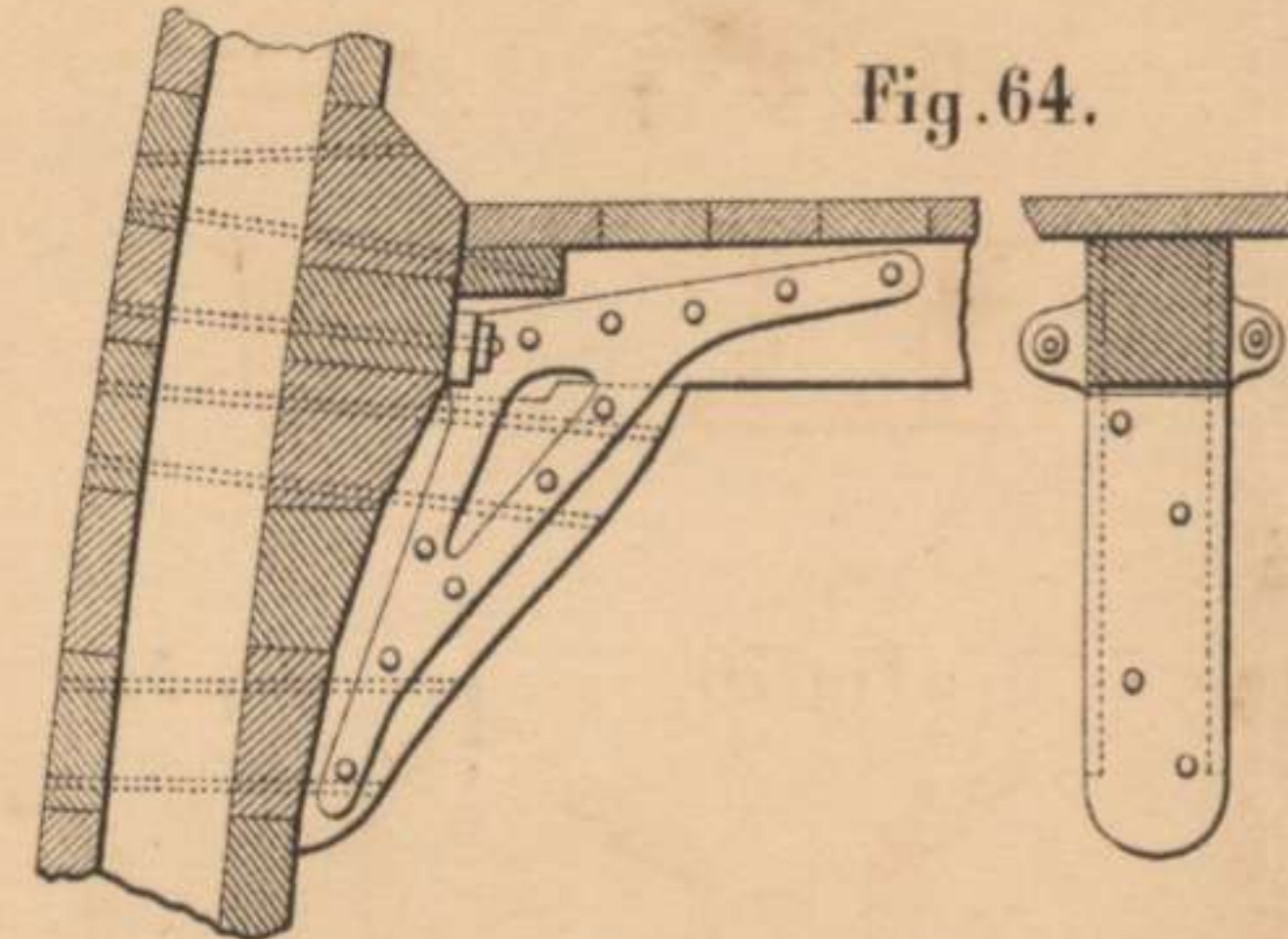


Fig. 72.

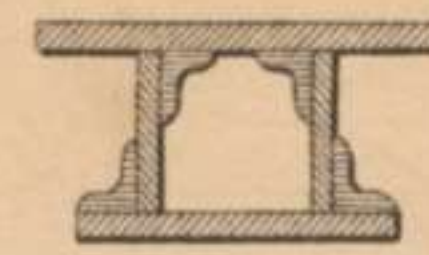


Fig. 73.

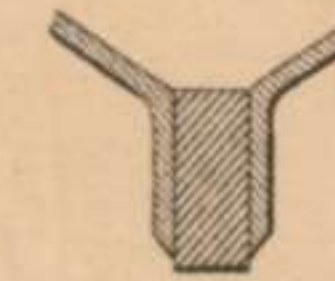


Fig. 81.

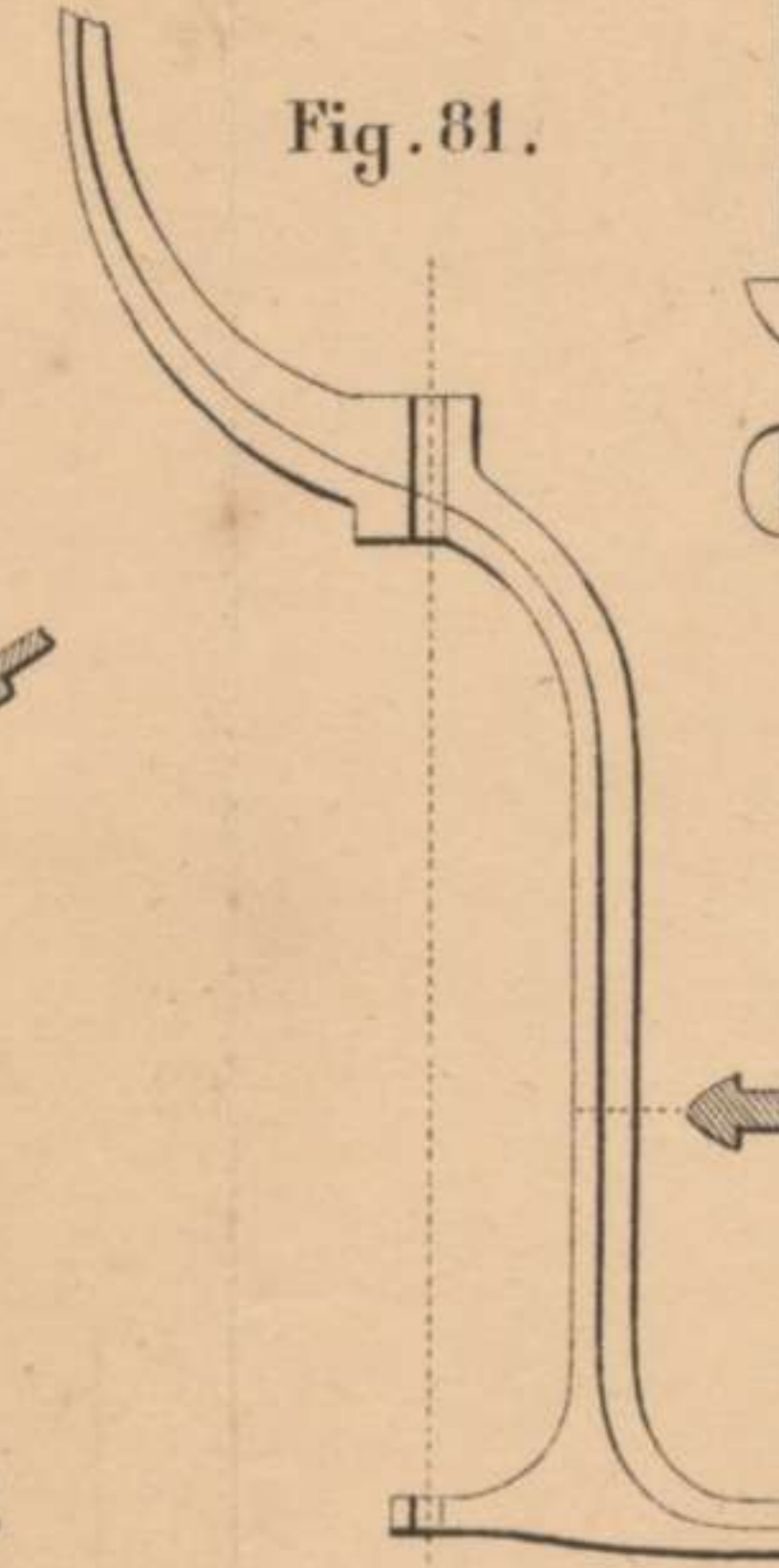


Fig. 80.

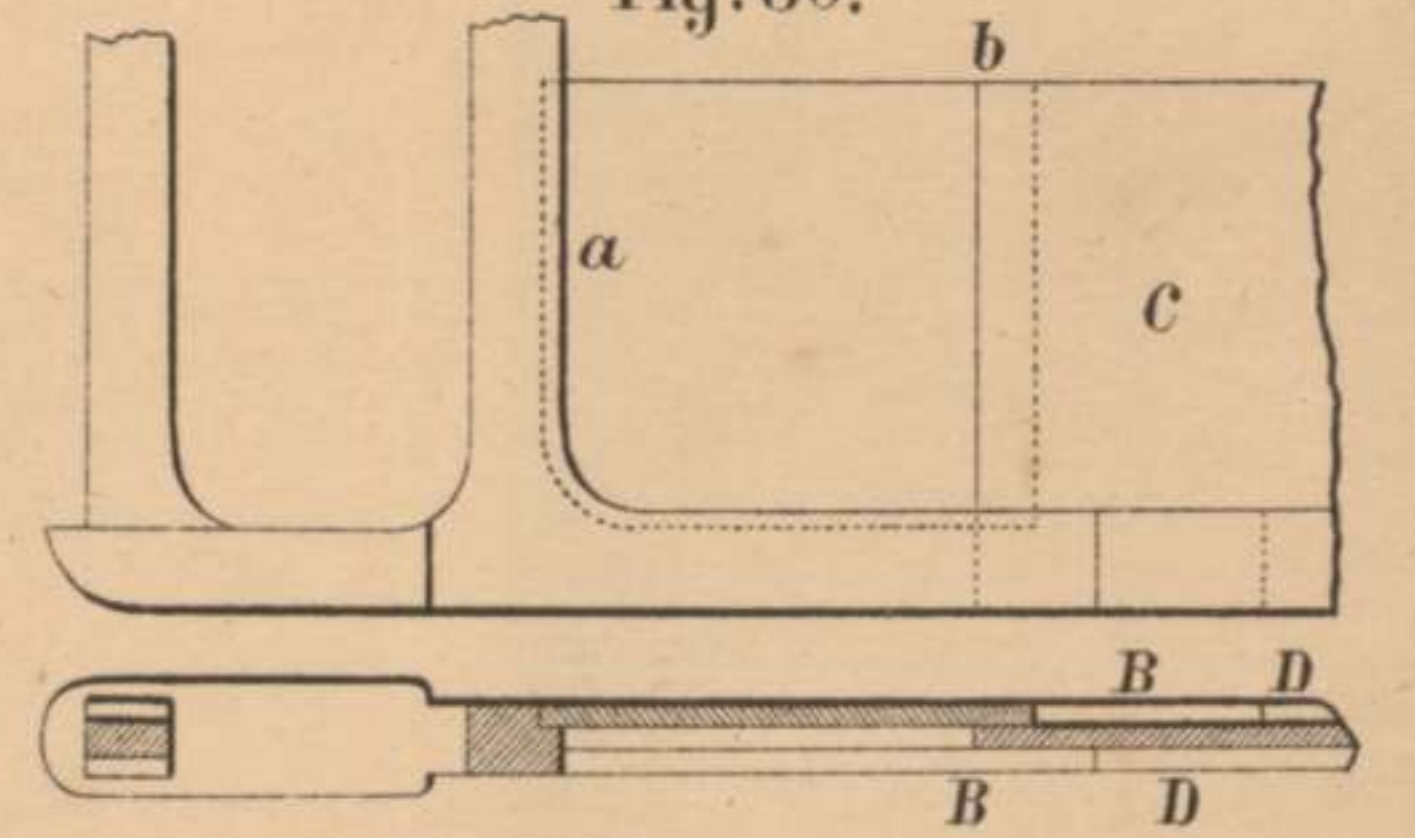


Fig. 62.

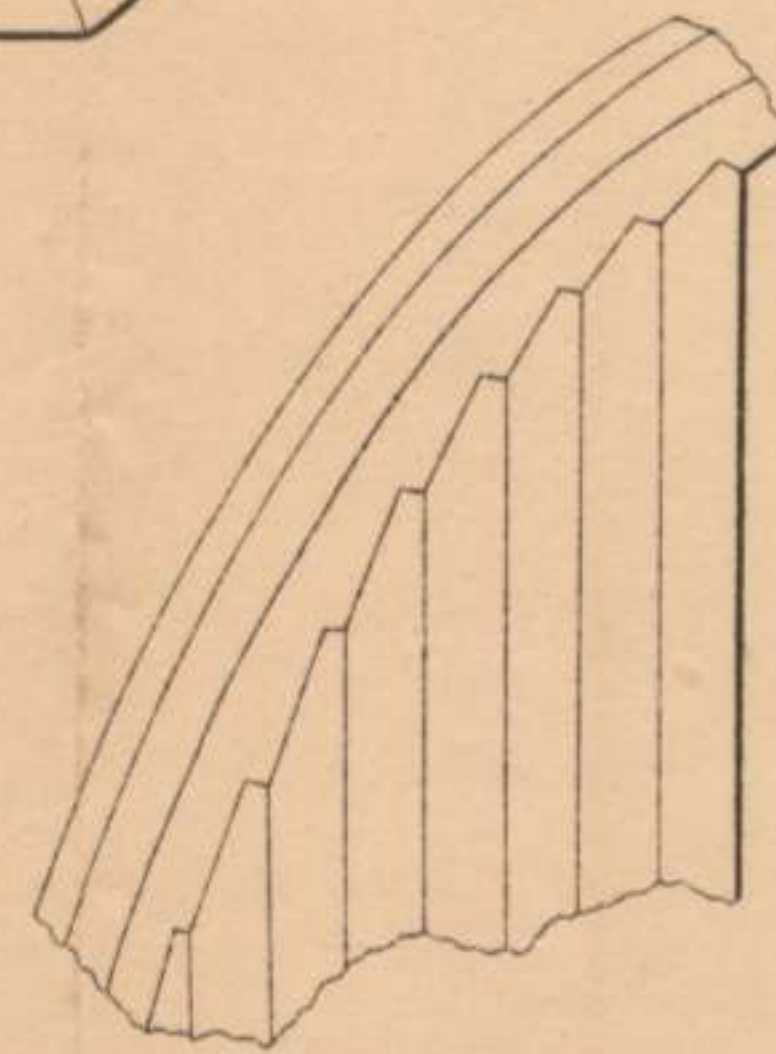


Fig. 66.

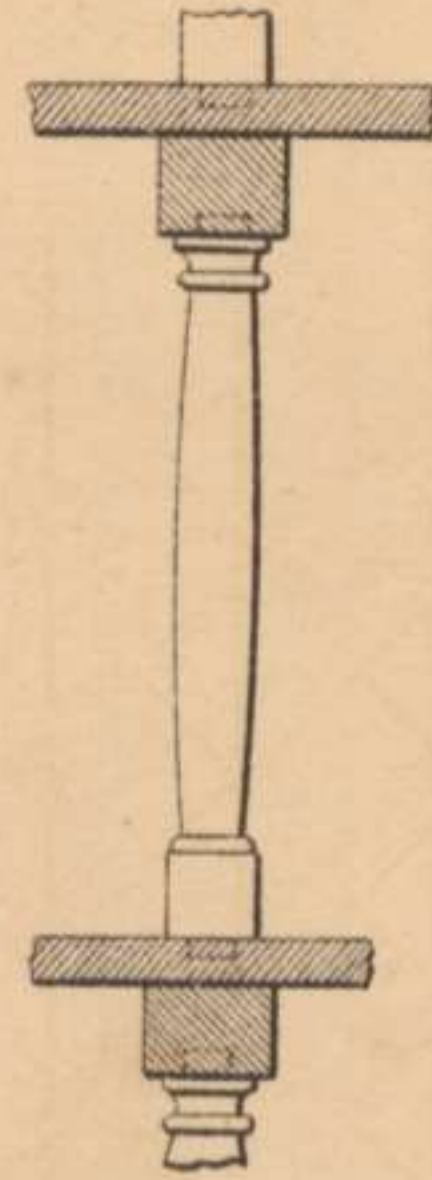
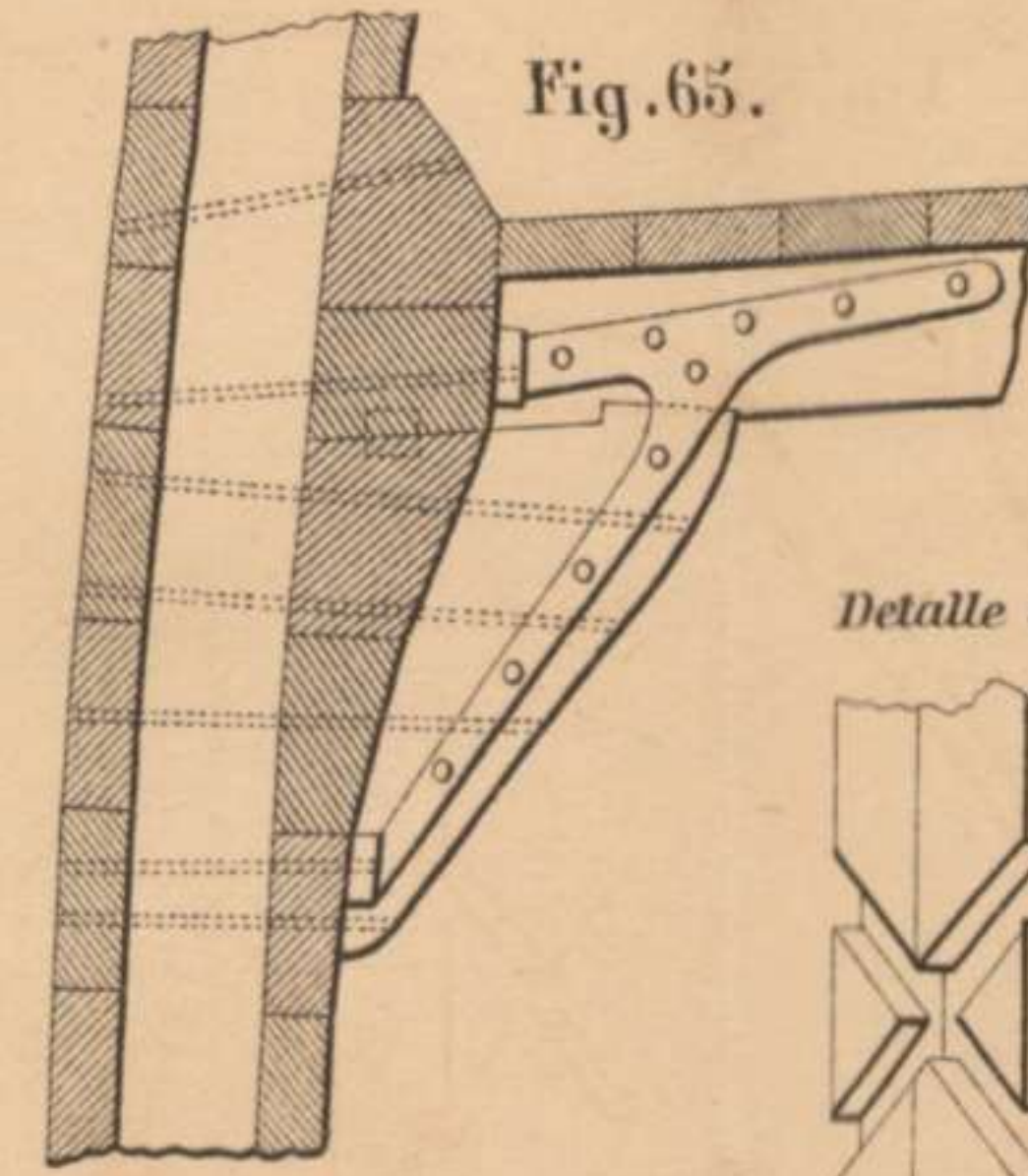


Fig. 65.



Detalle de a

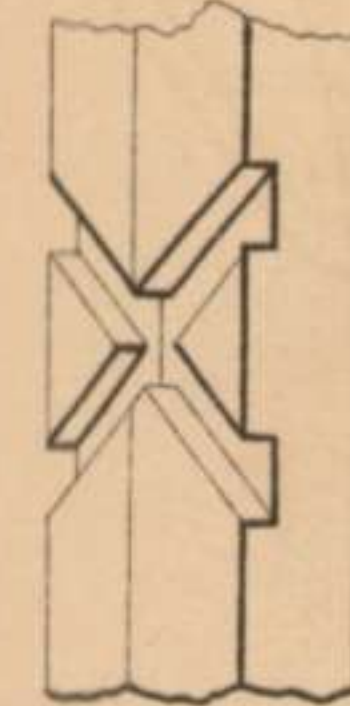


Fig. 69.

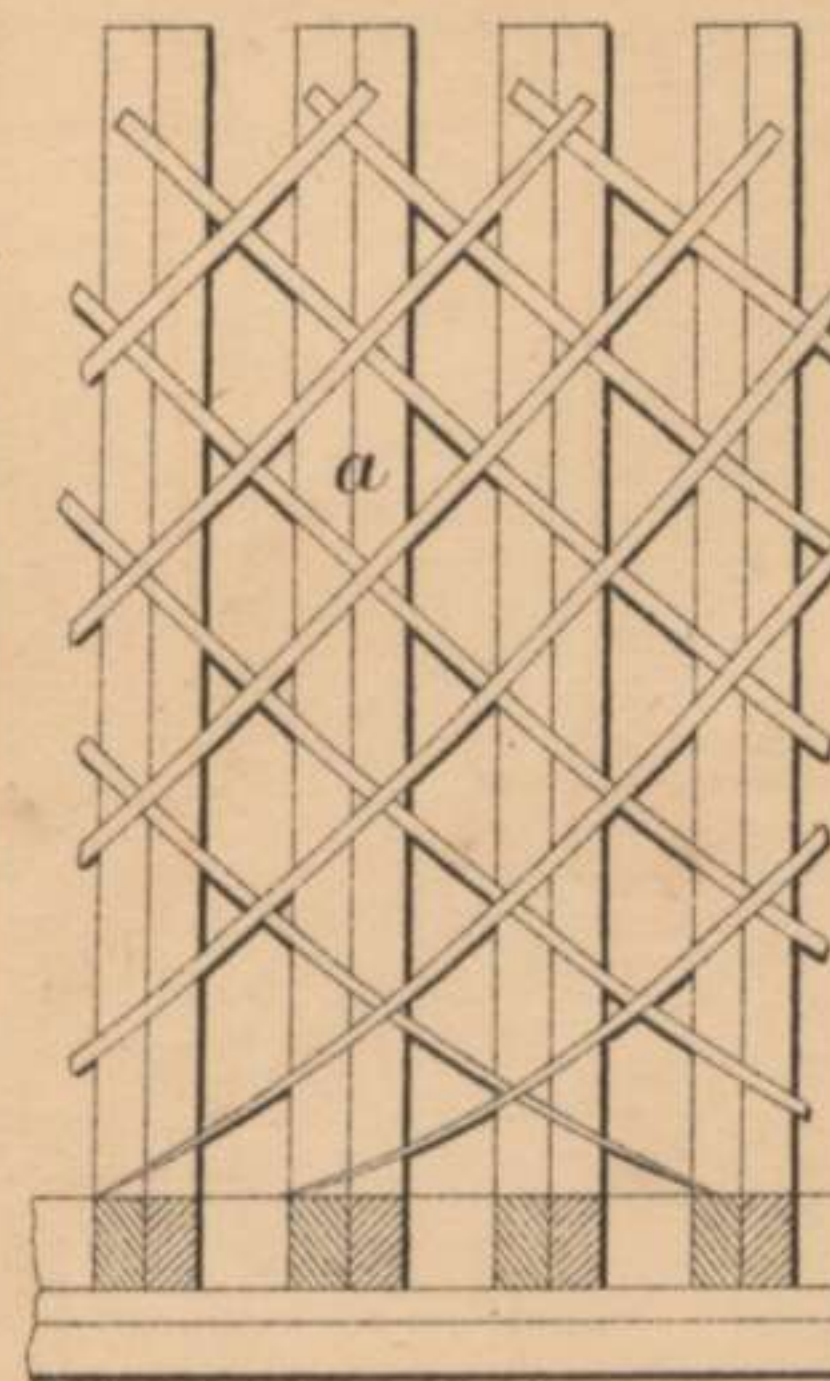


Fig. 82.

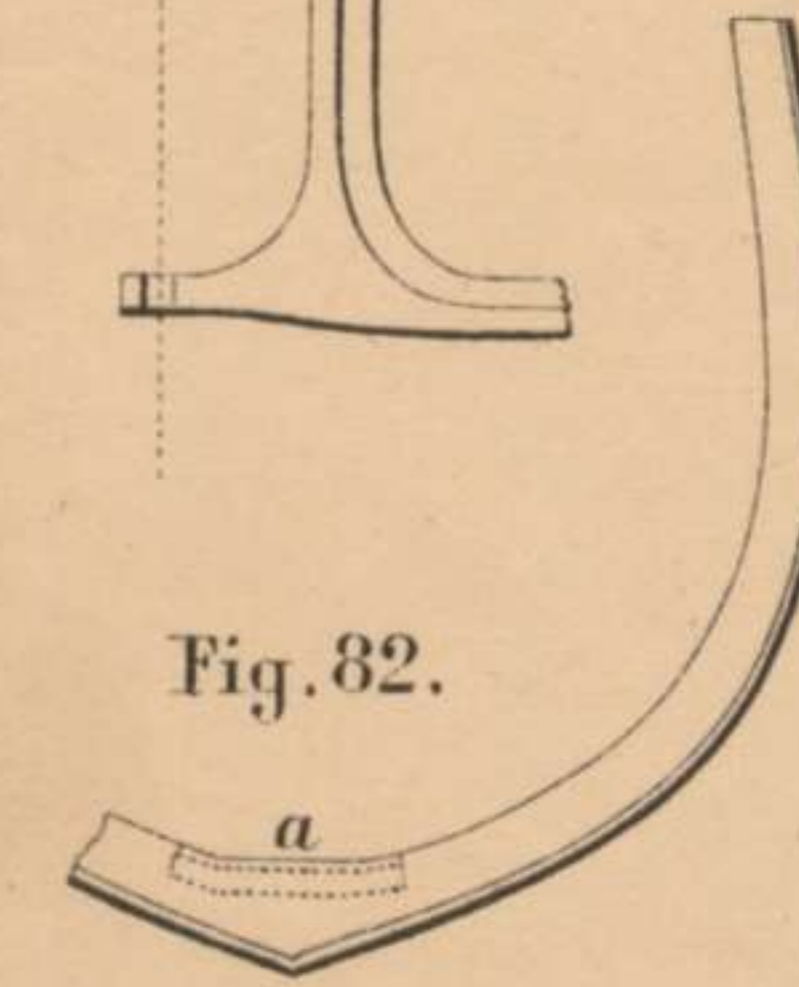


Fig. 83.

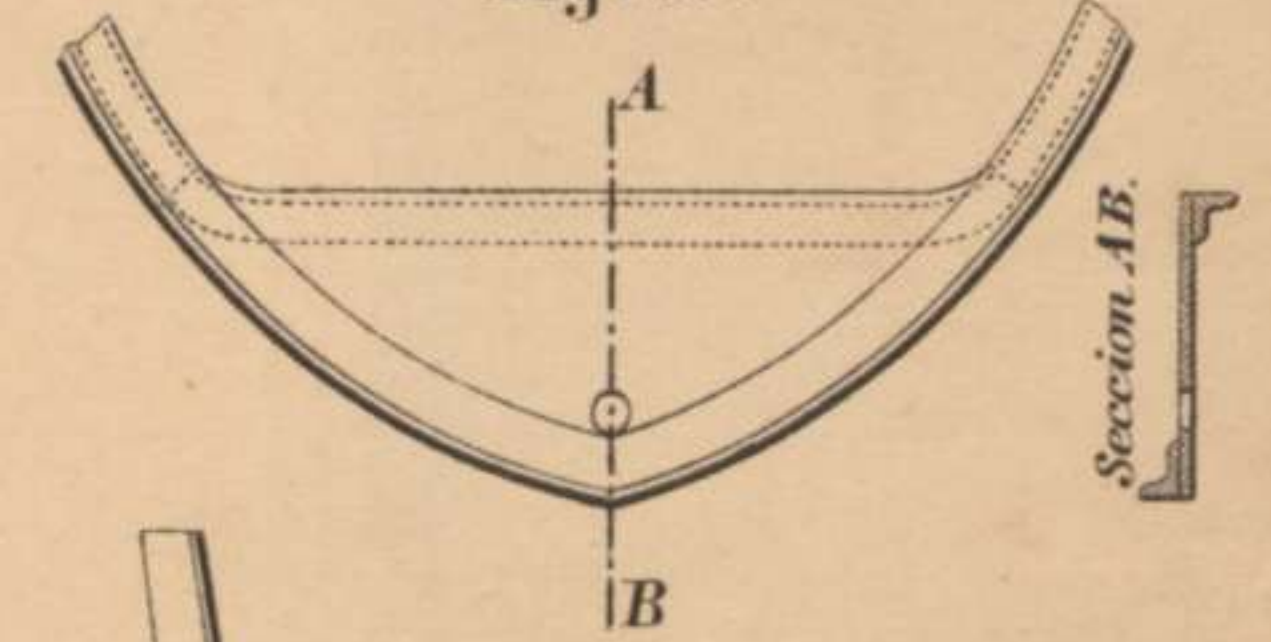


Fig. 59.

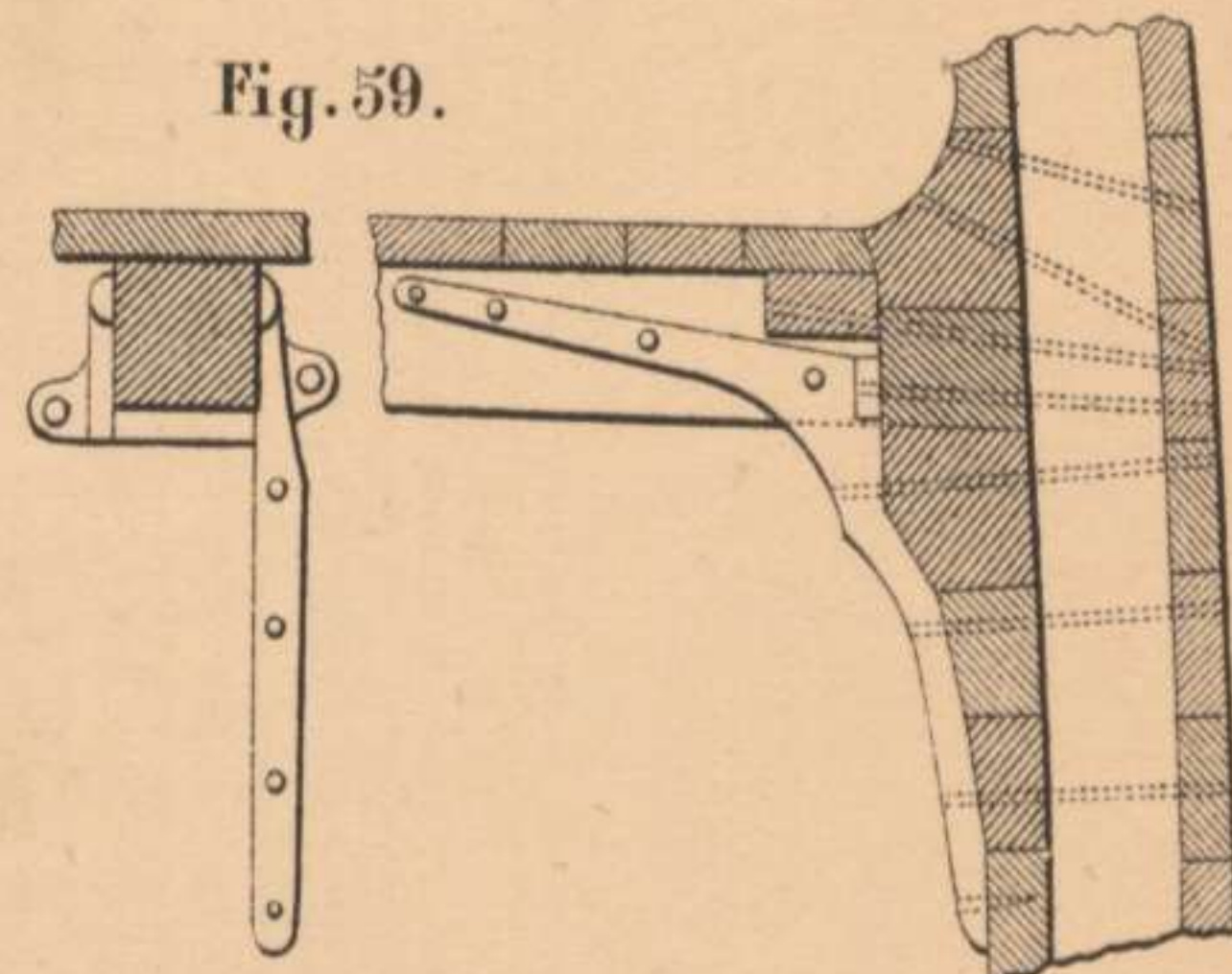


Fig. 84.

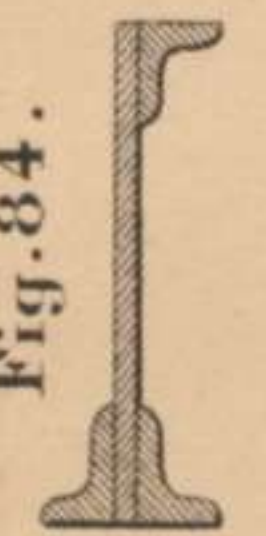


Fig. 85.

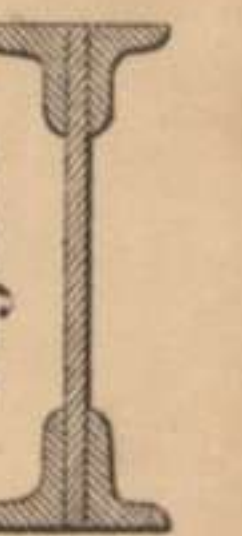


Fig. 60.

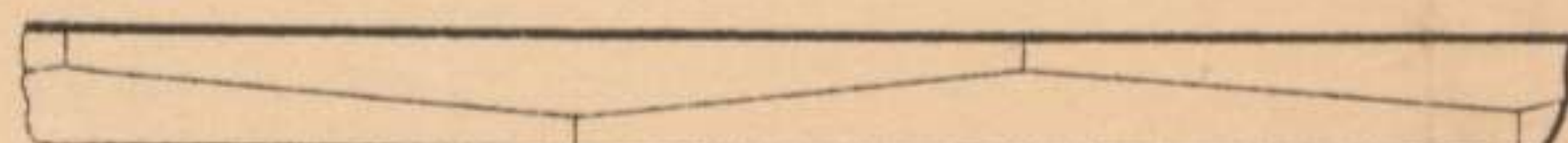


Fig. 67.

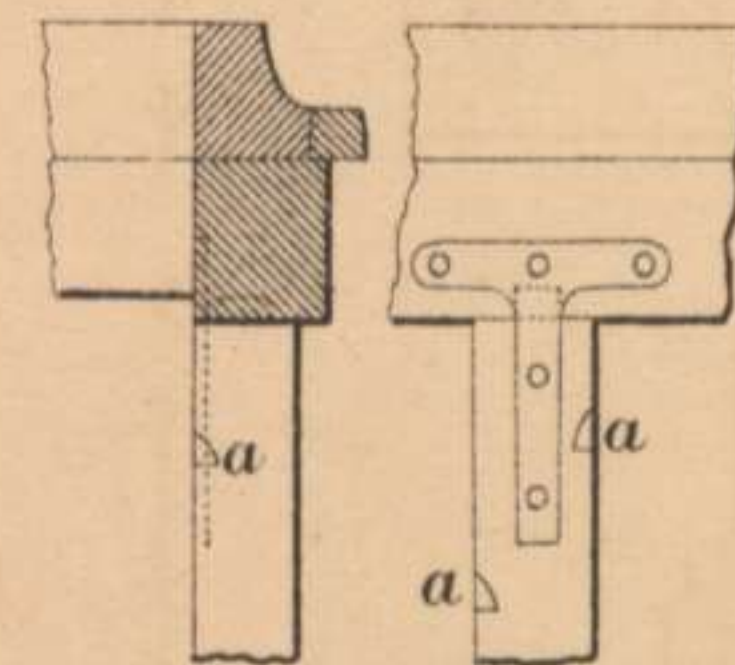


Fig. 68.

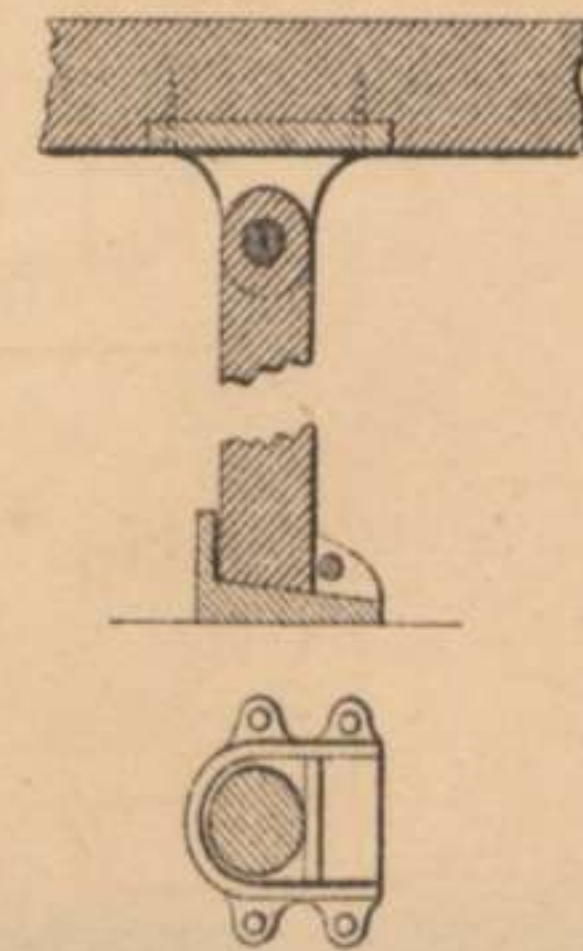


Fig. 79.

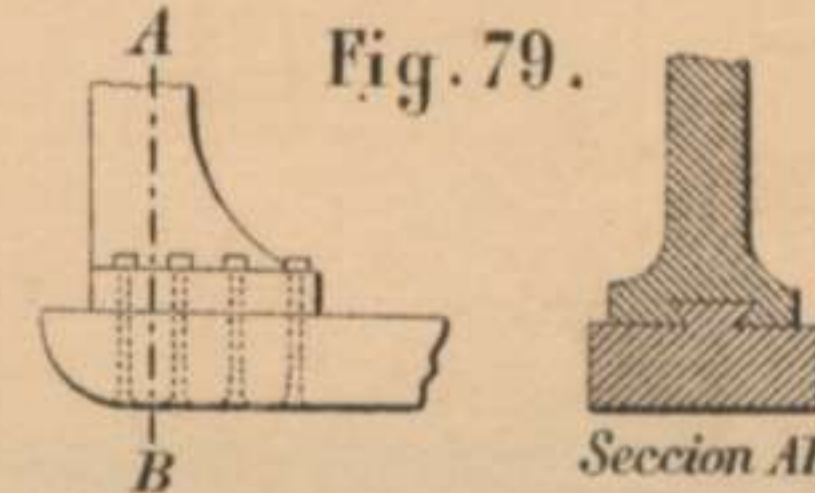


Fig. 86.

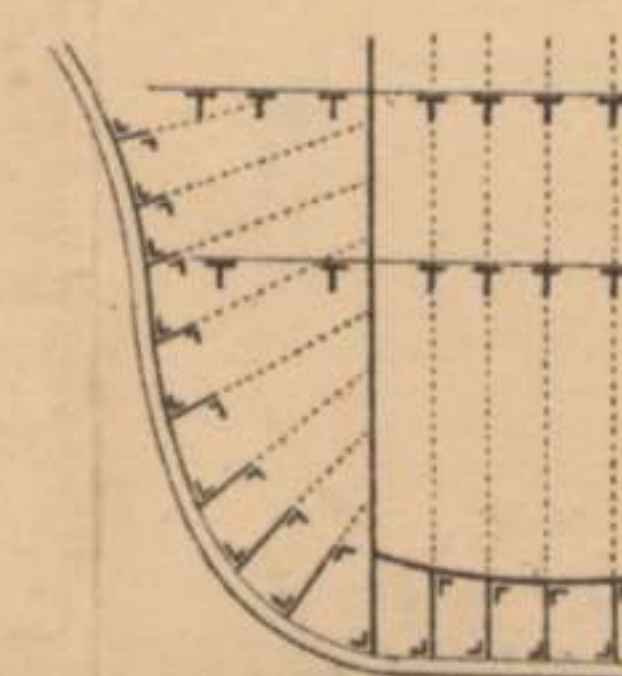
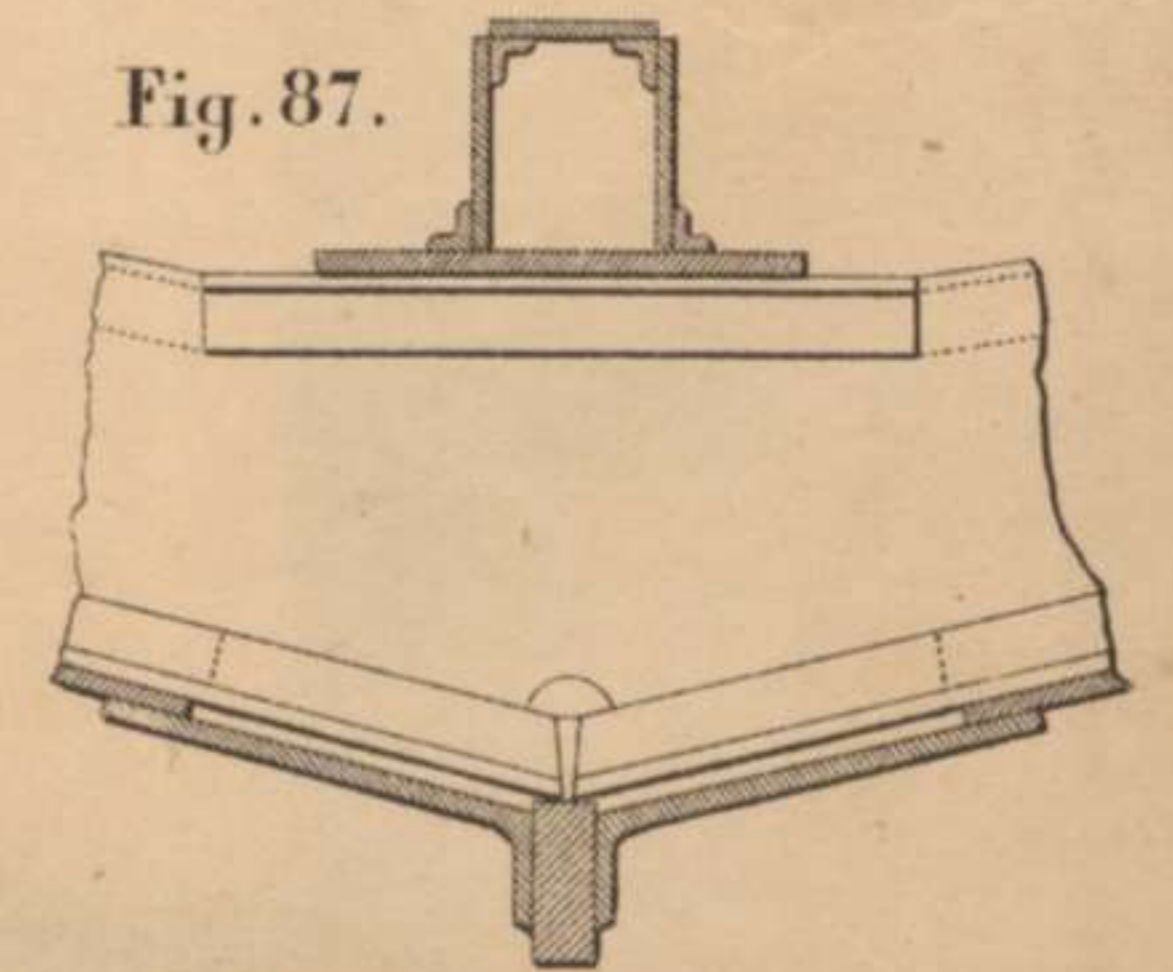
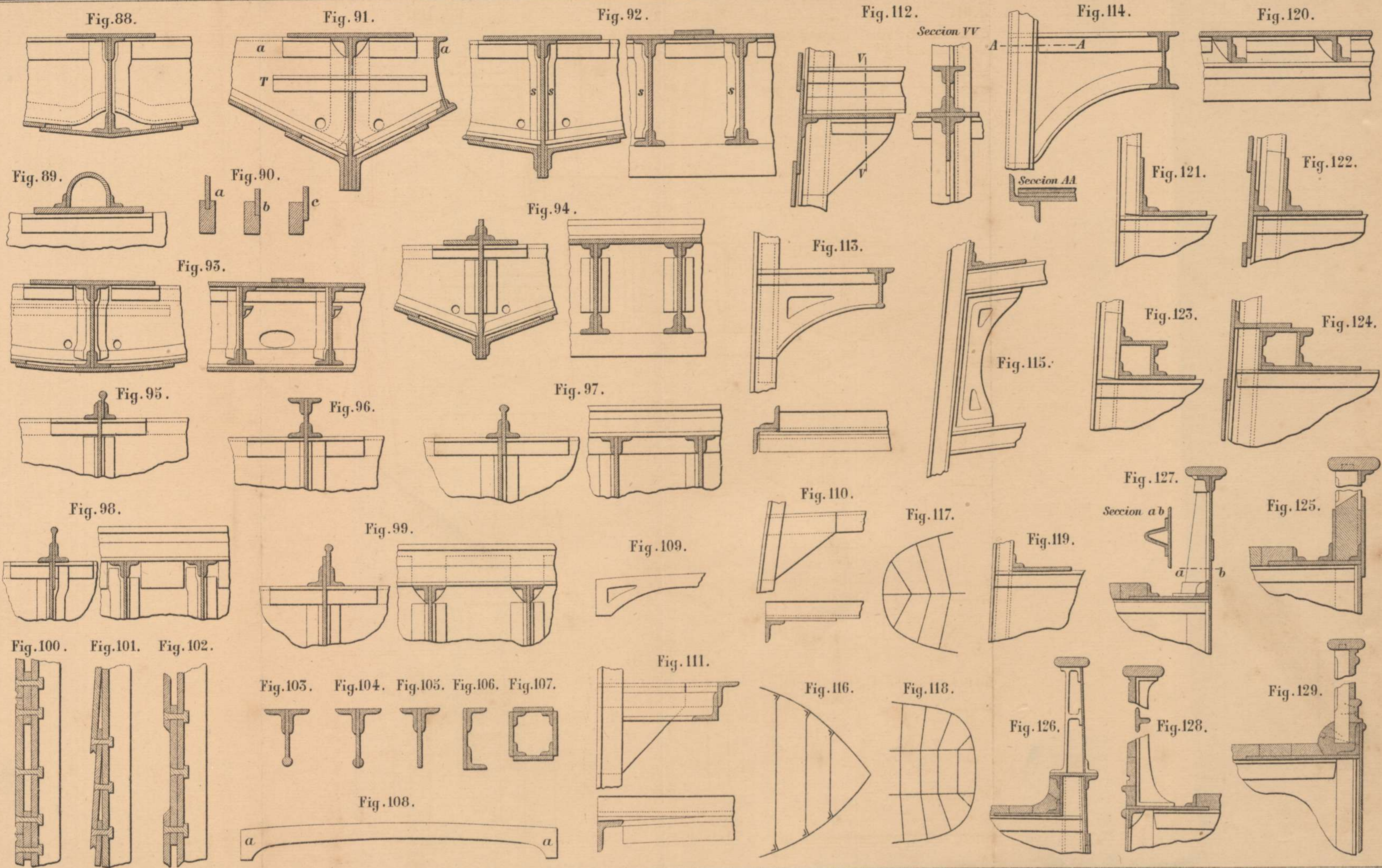
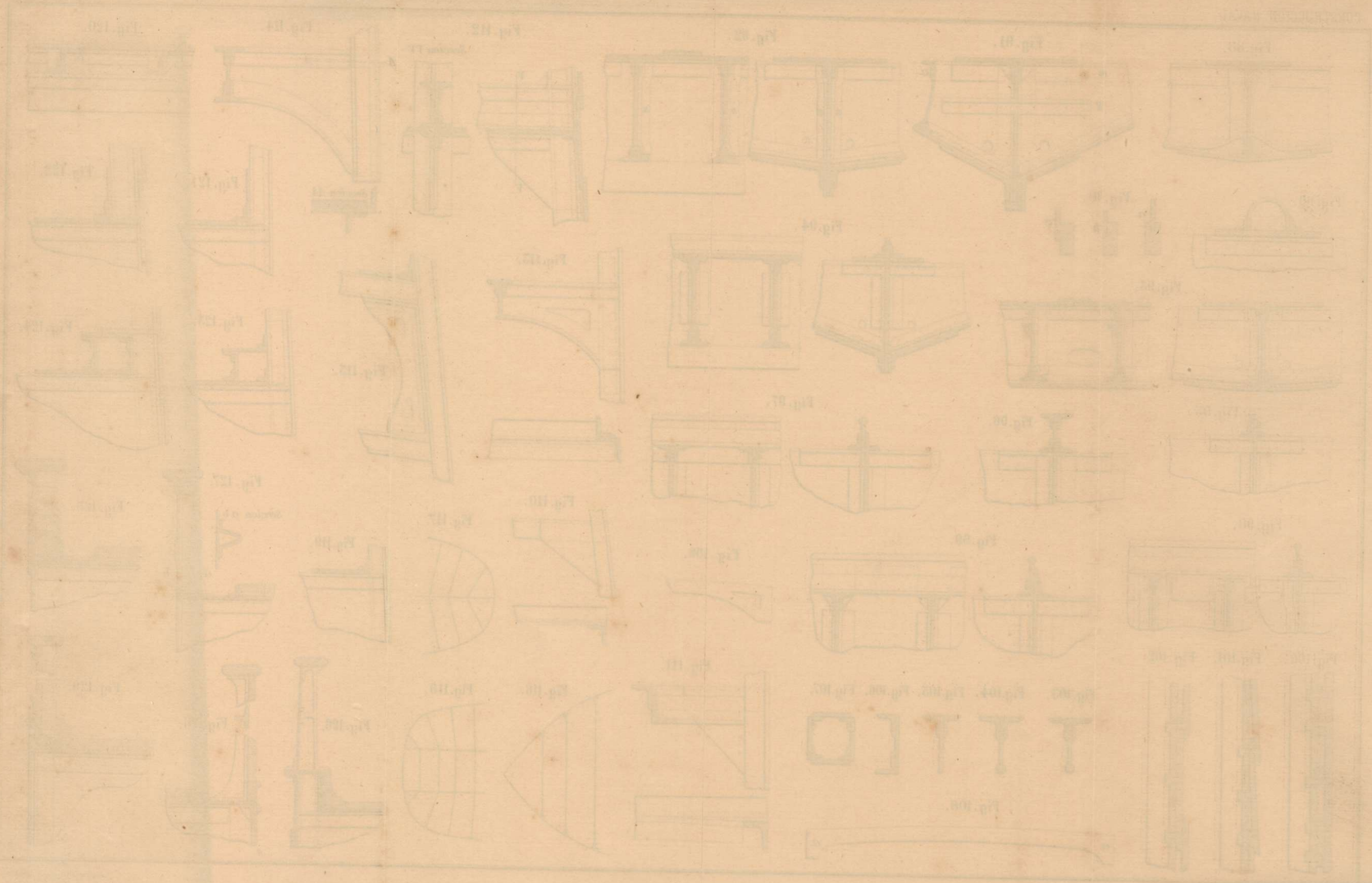


Fig. 87.







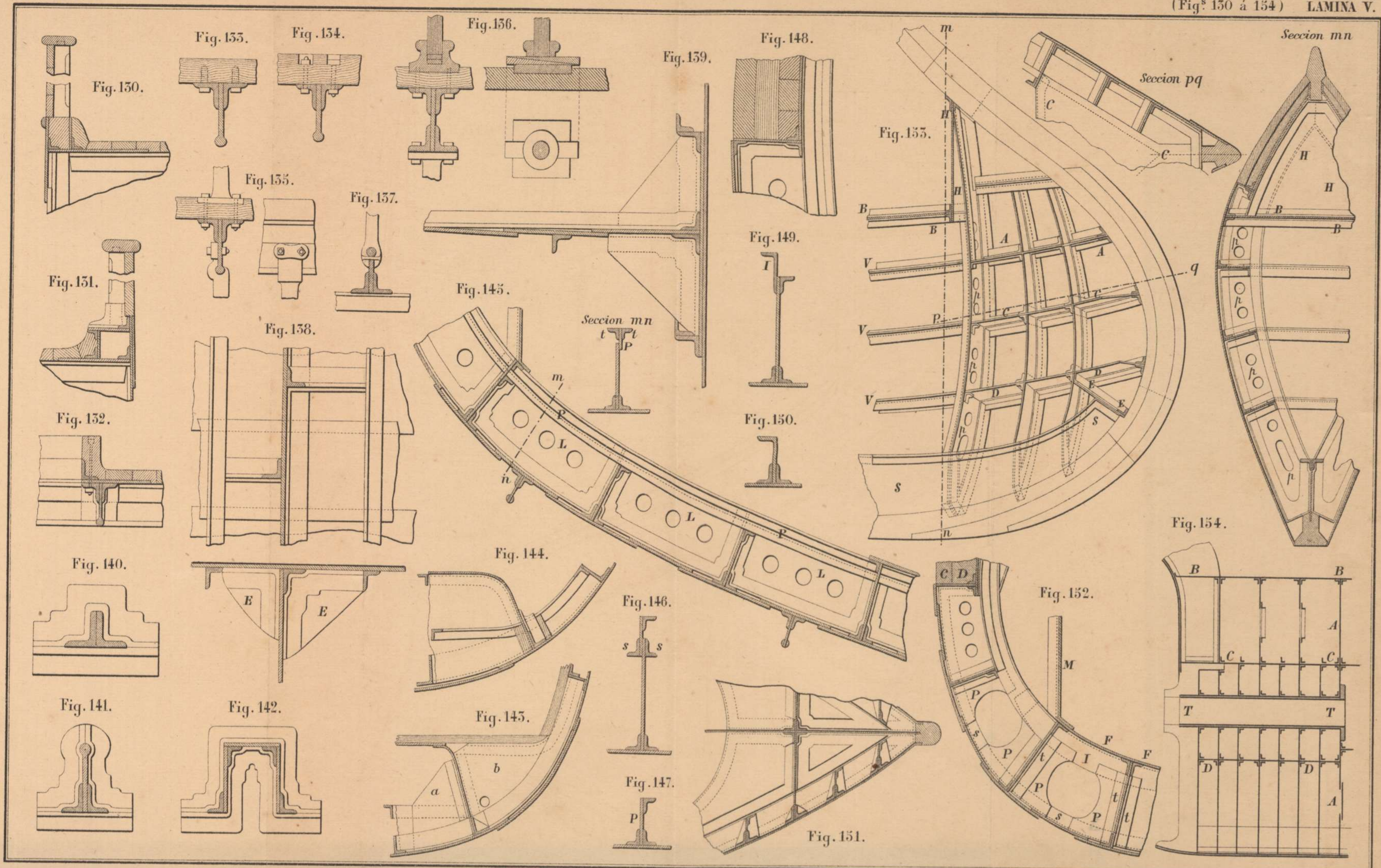


Fig. 155. Fig. 156.

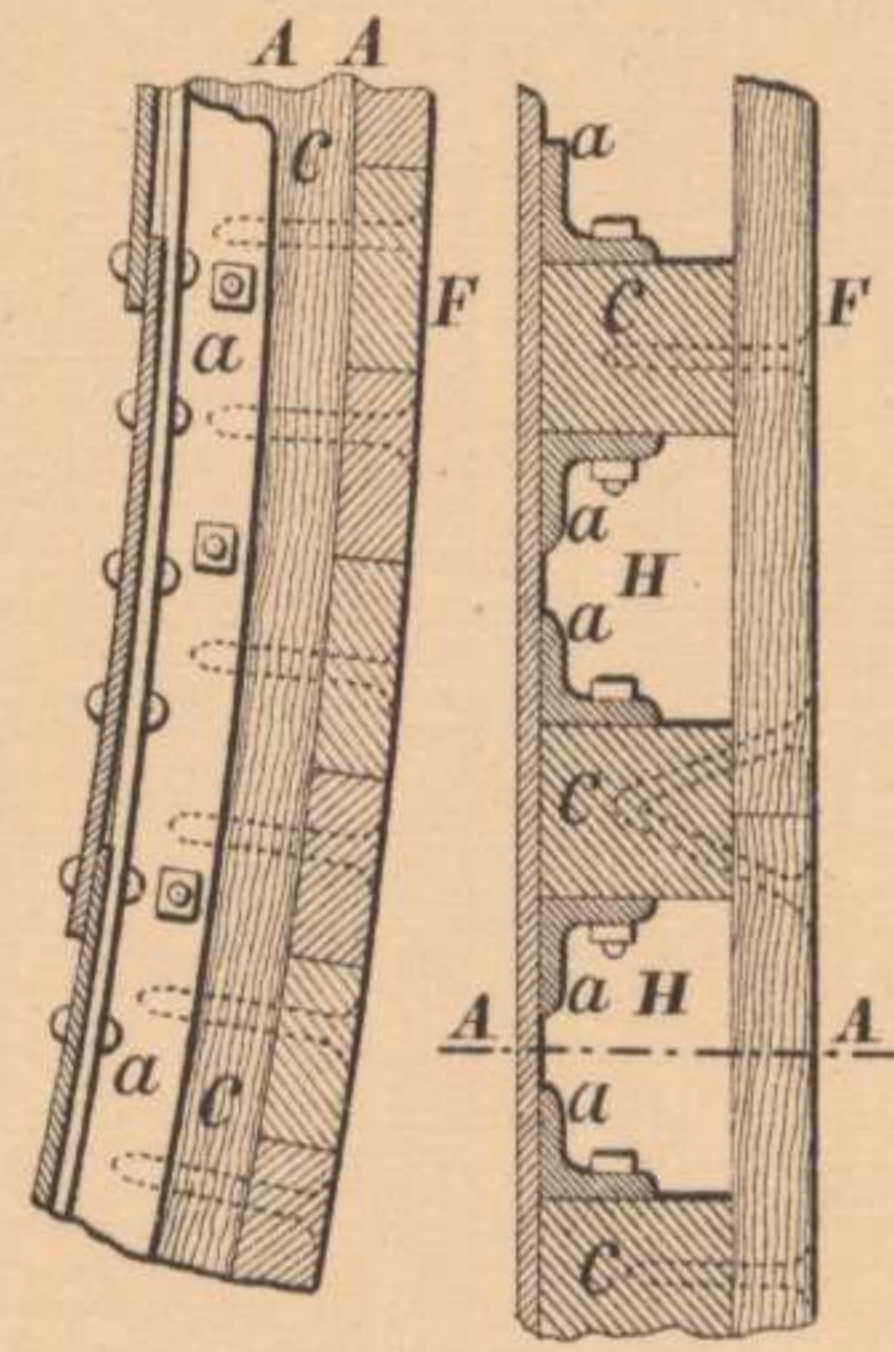


Fig. 159.

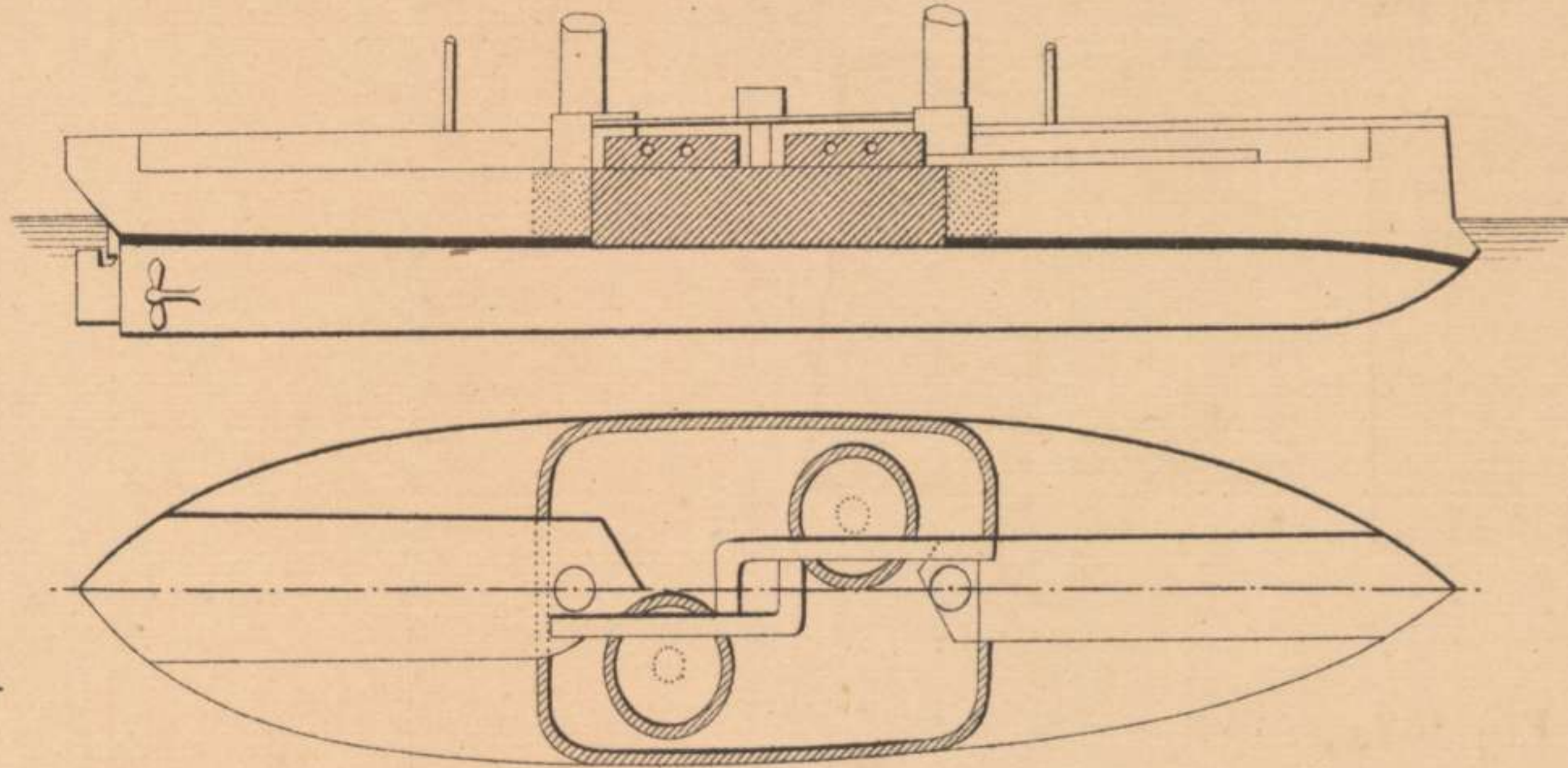


Fig. 163. Fig. 164.

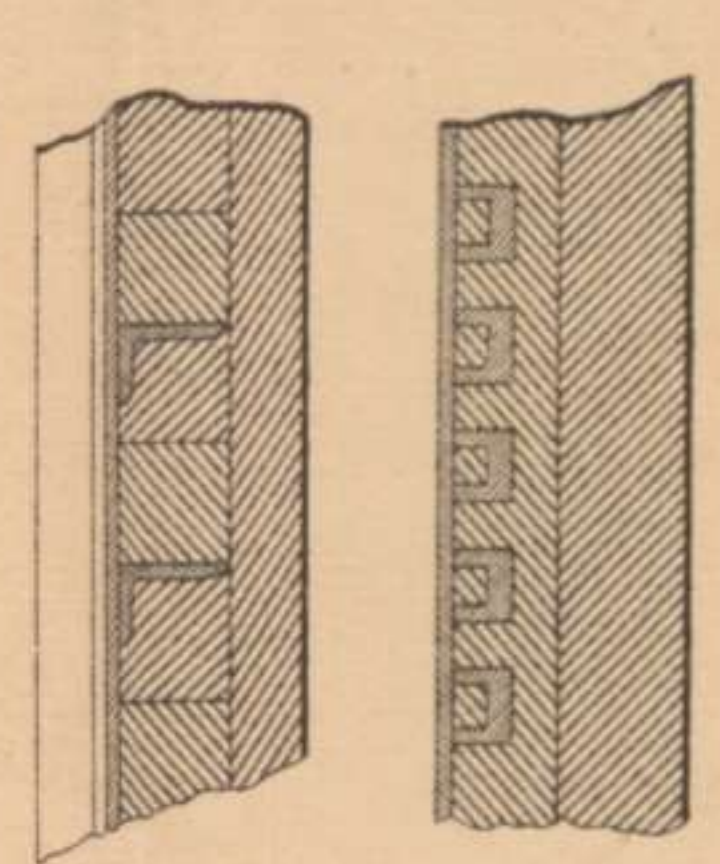


Fig. 166.

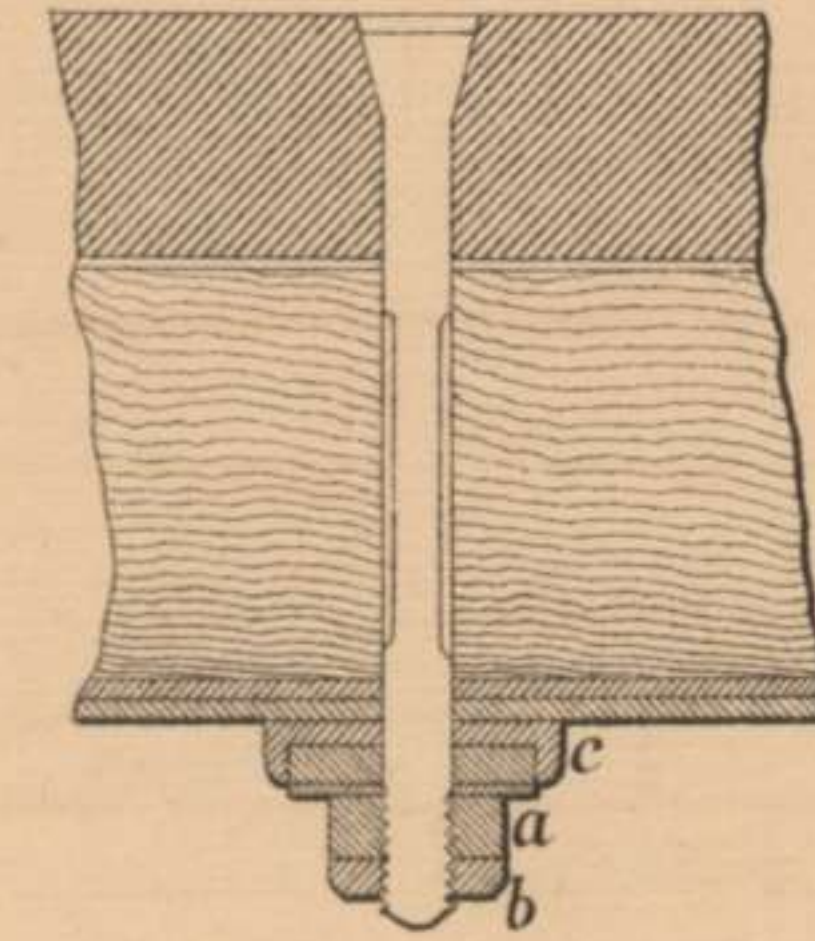


Fig. 167.

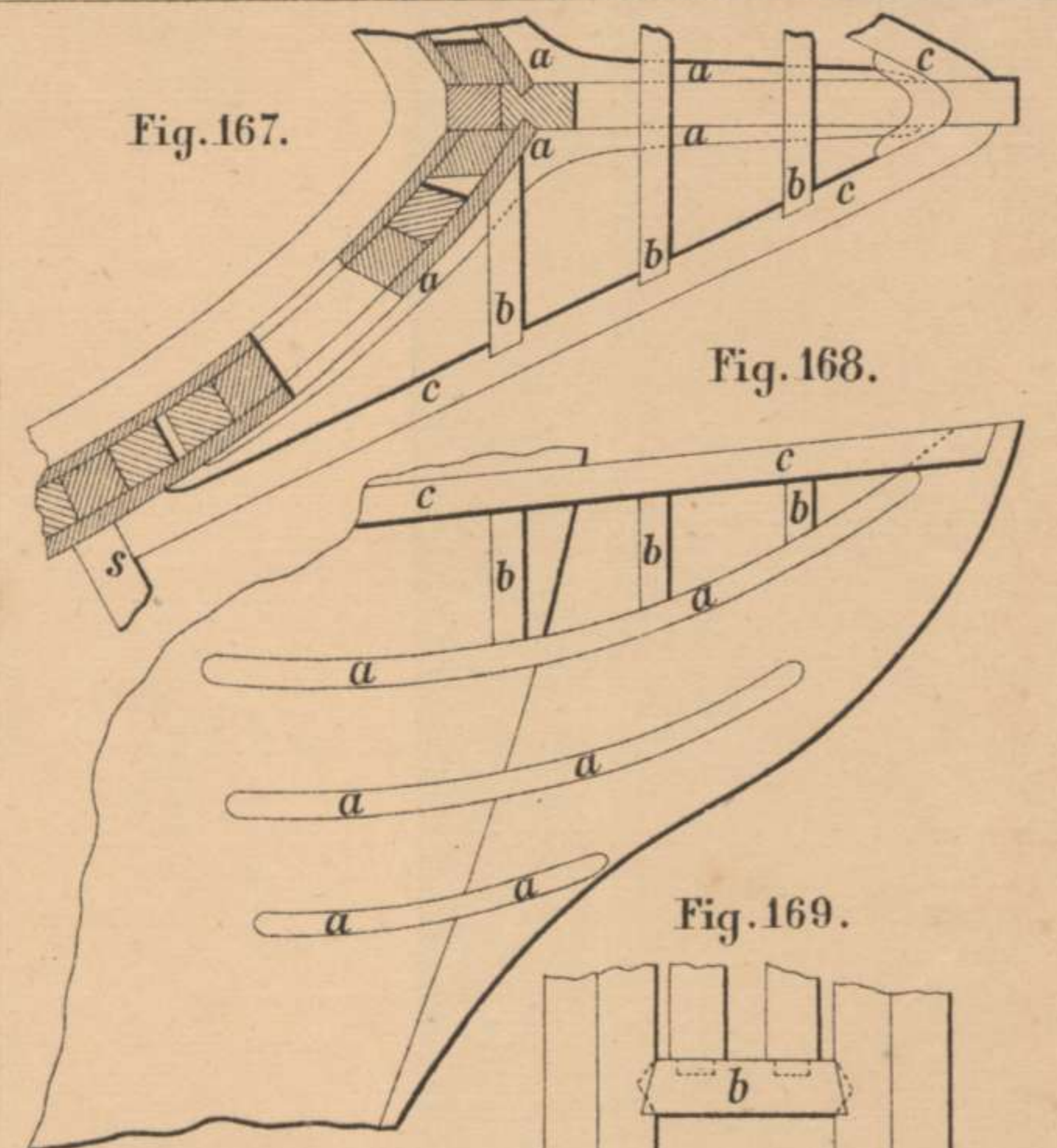


Fig. 168.

Fig. 162.

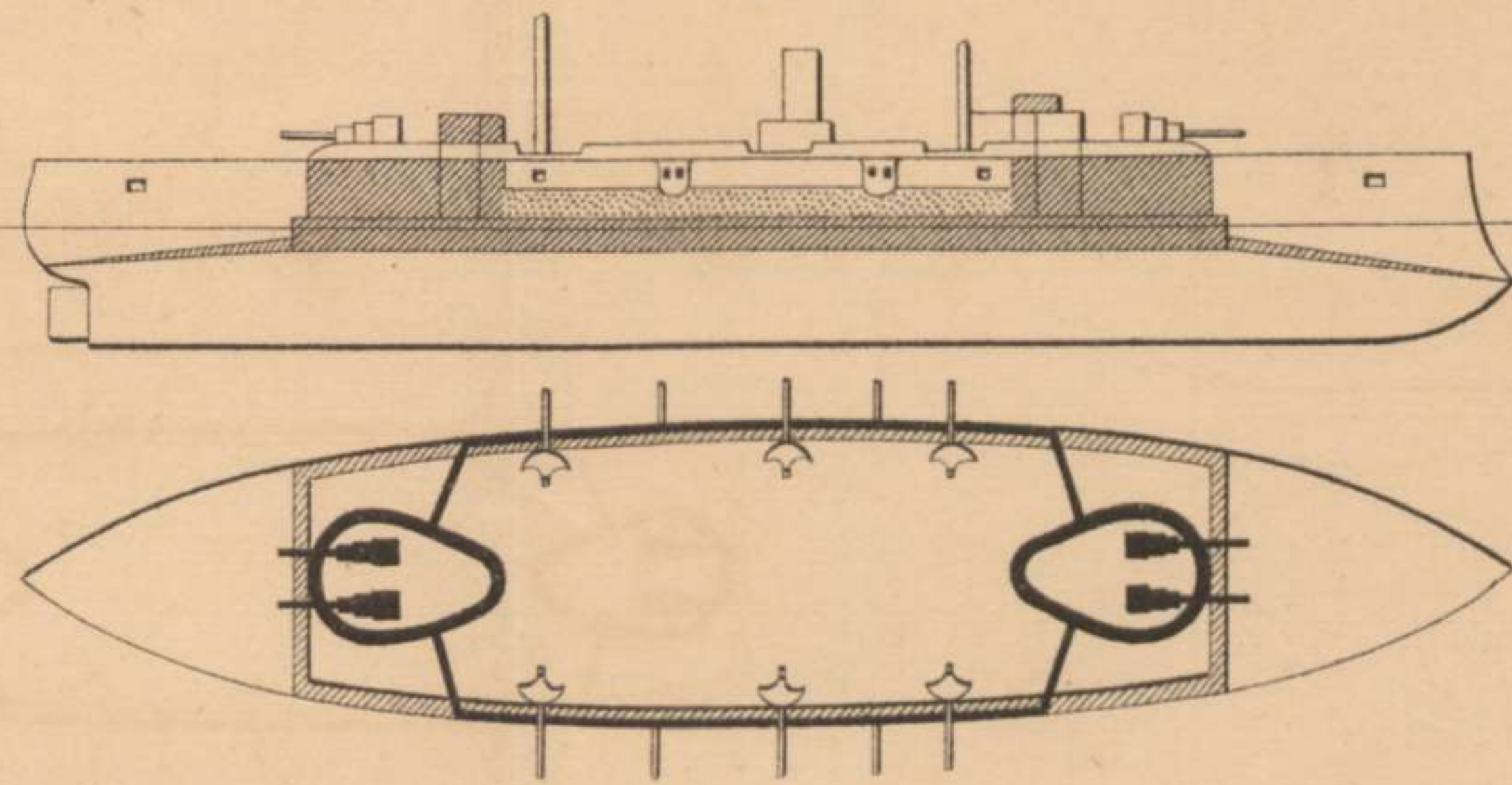


Fig. 158.

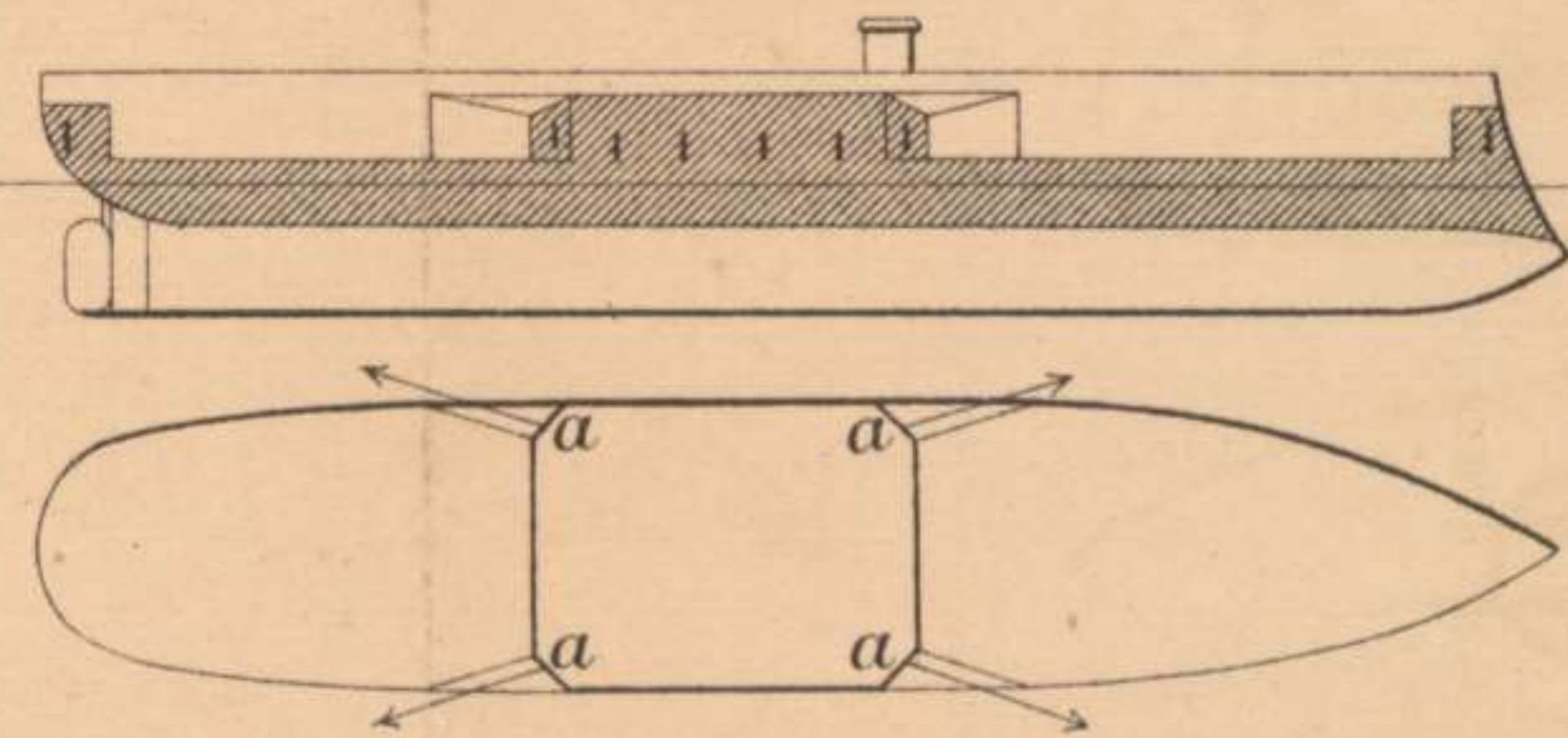


Fig. 157.

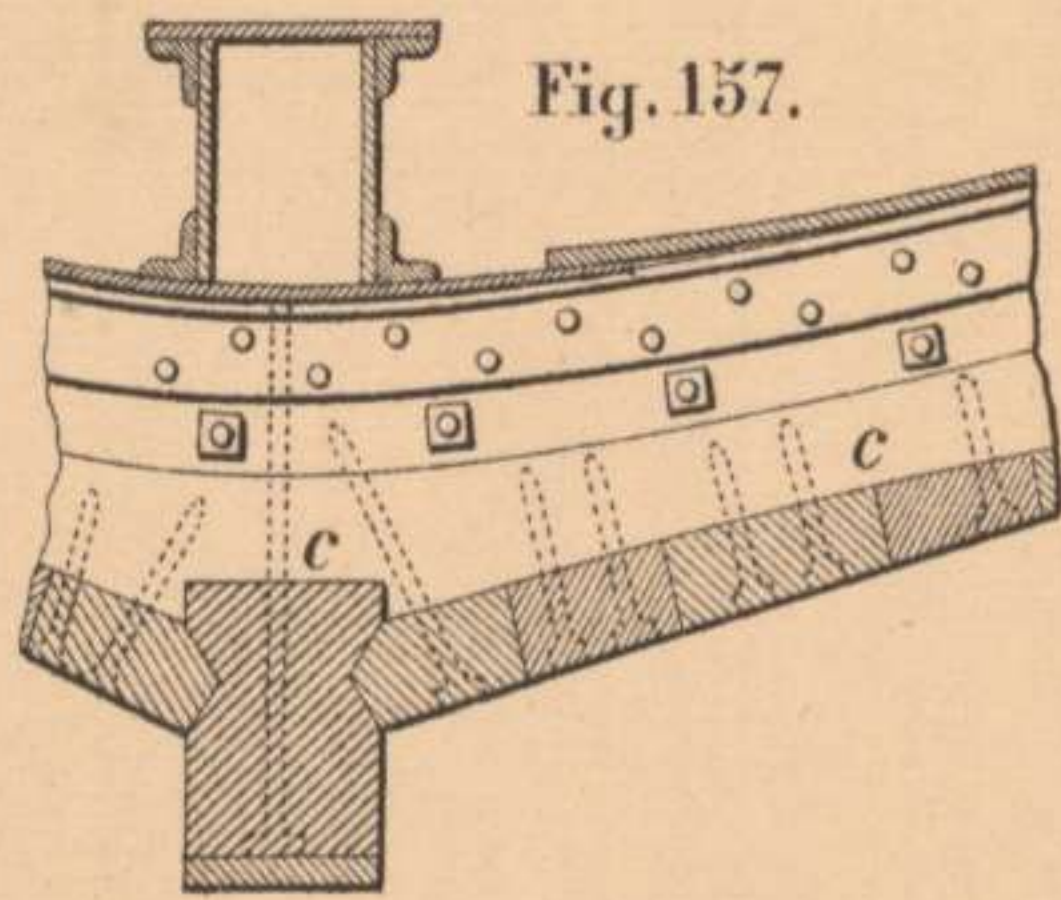


Fig. 169.

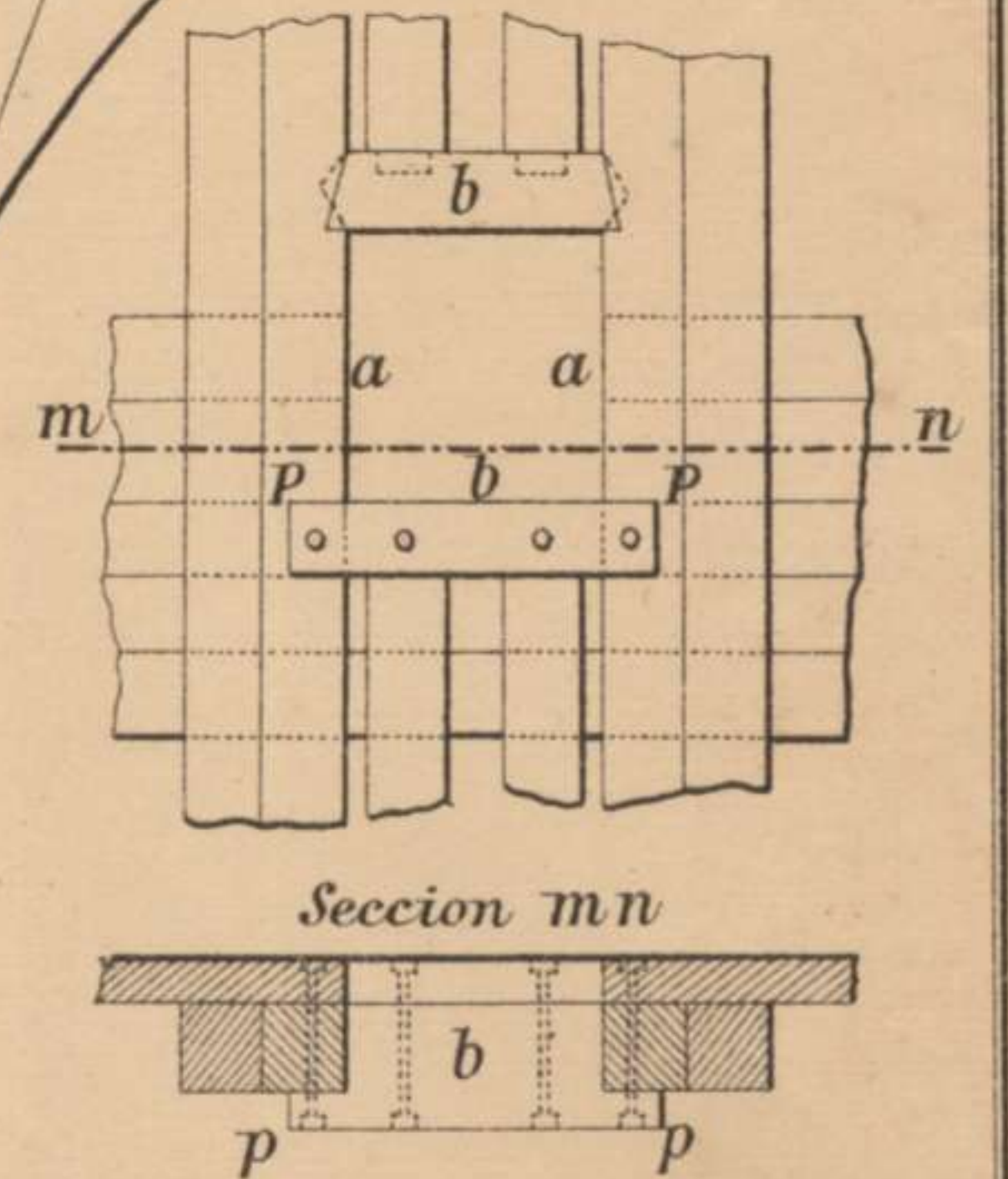


Fig. 165.

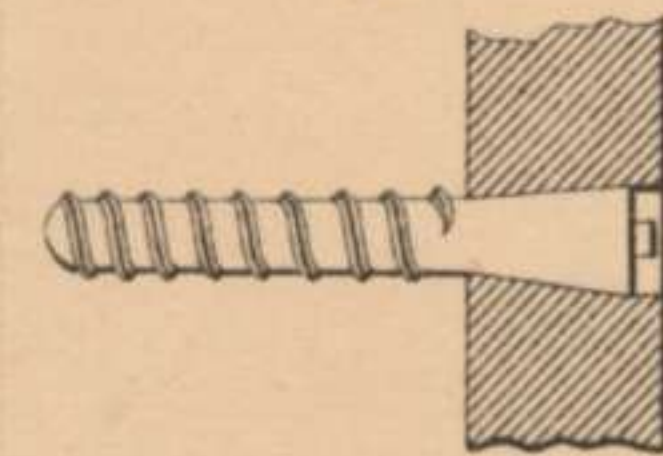


Fig. 170.

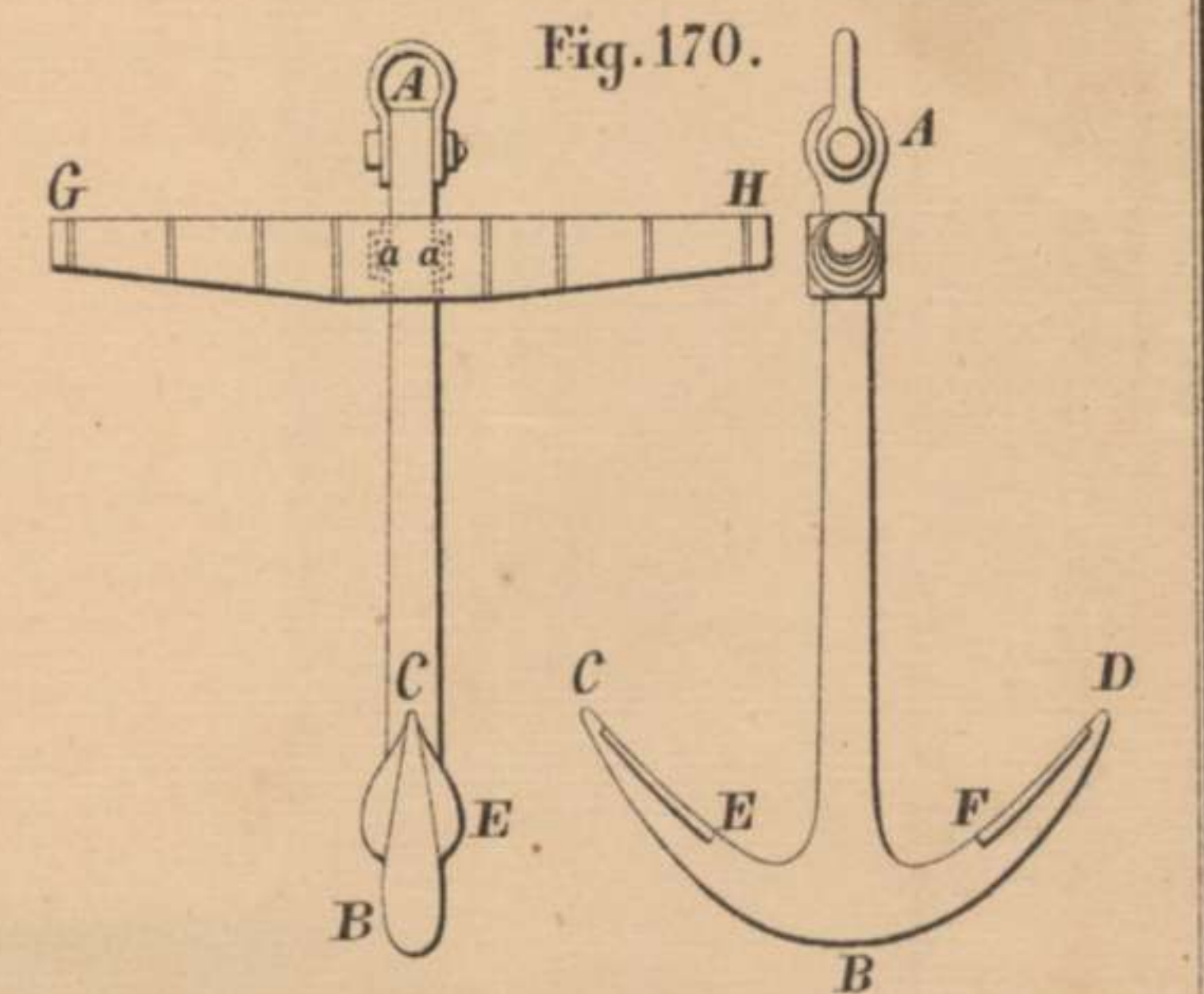


Fig. 160.

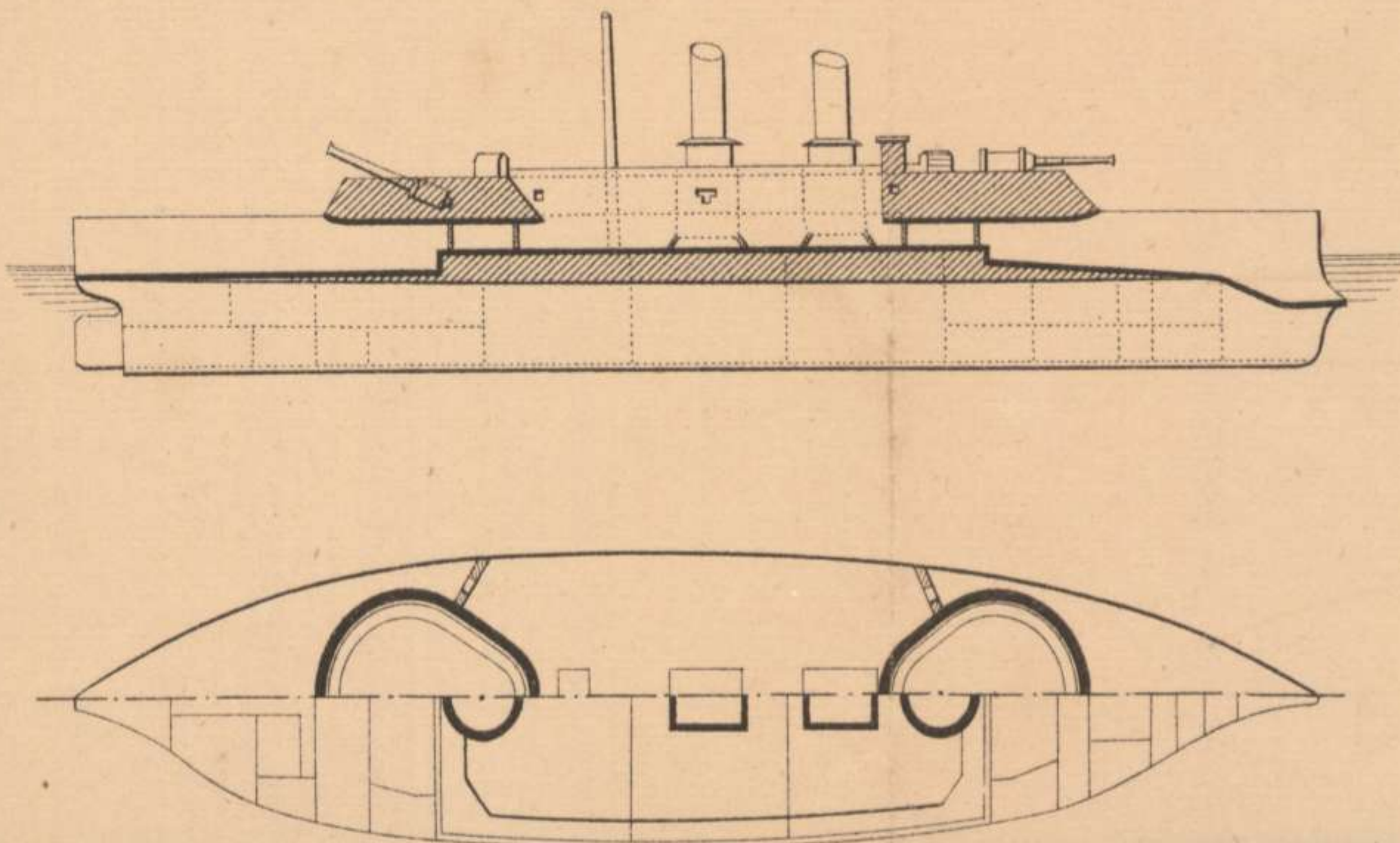
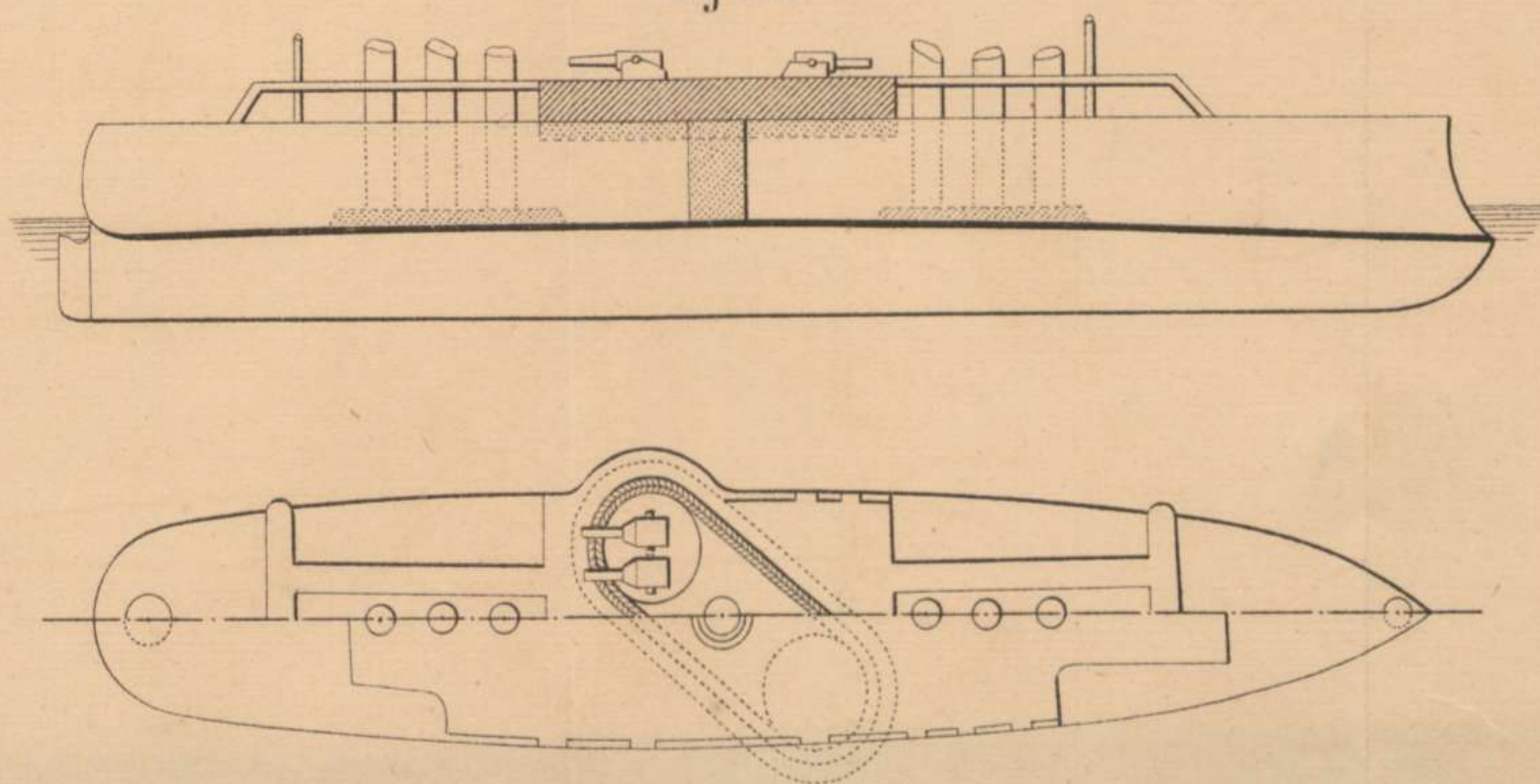


Fig. 161.



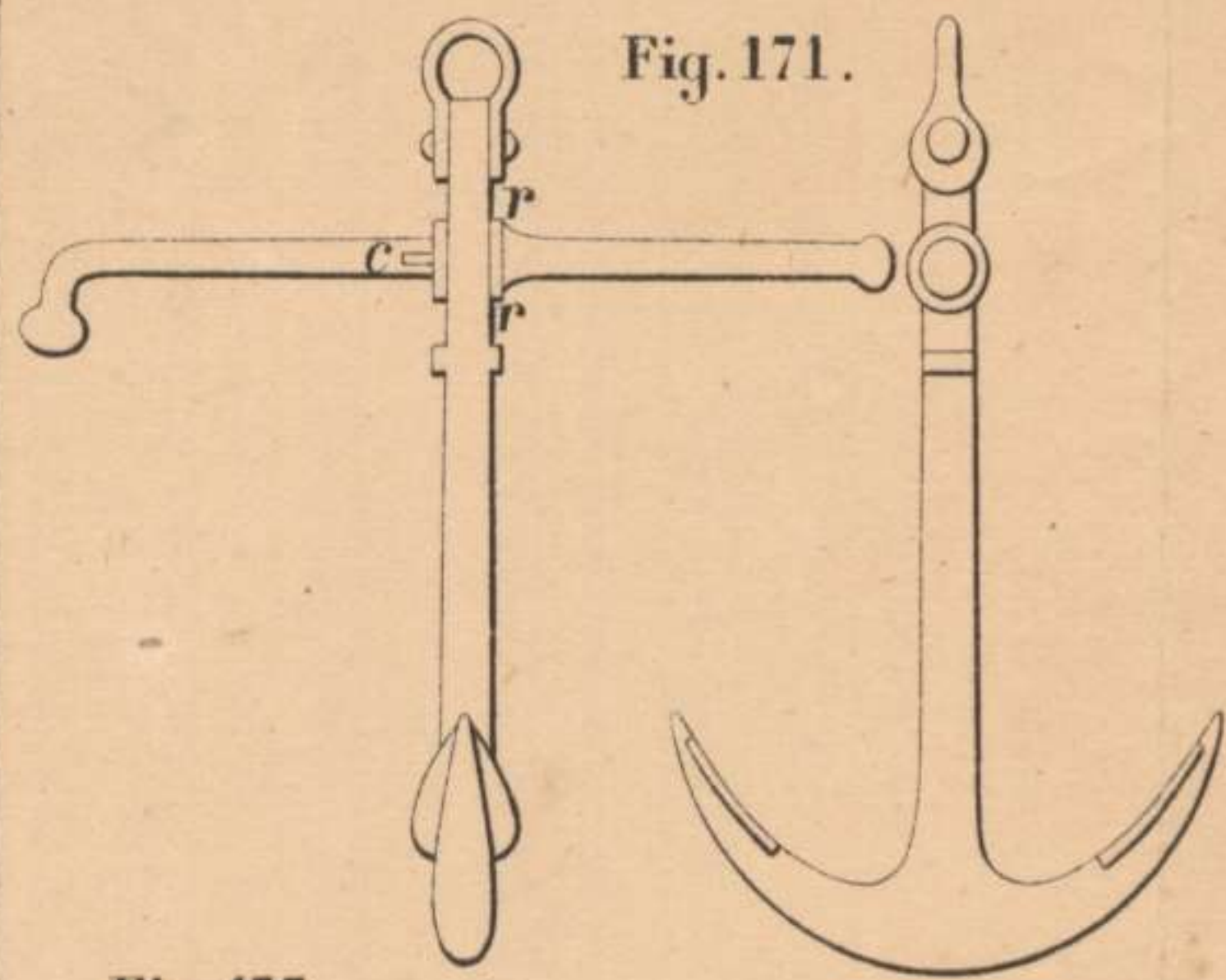


Fig. 171.

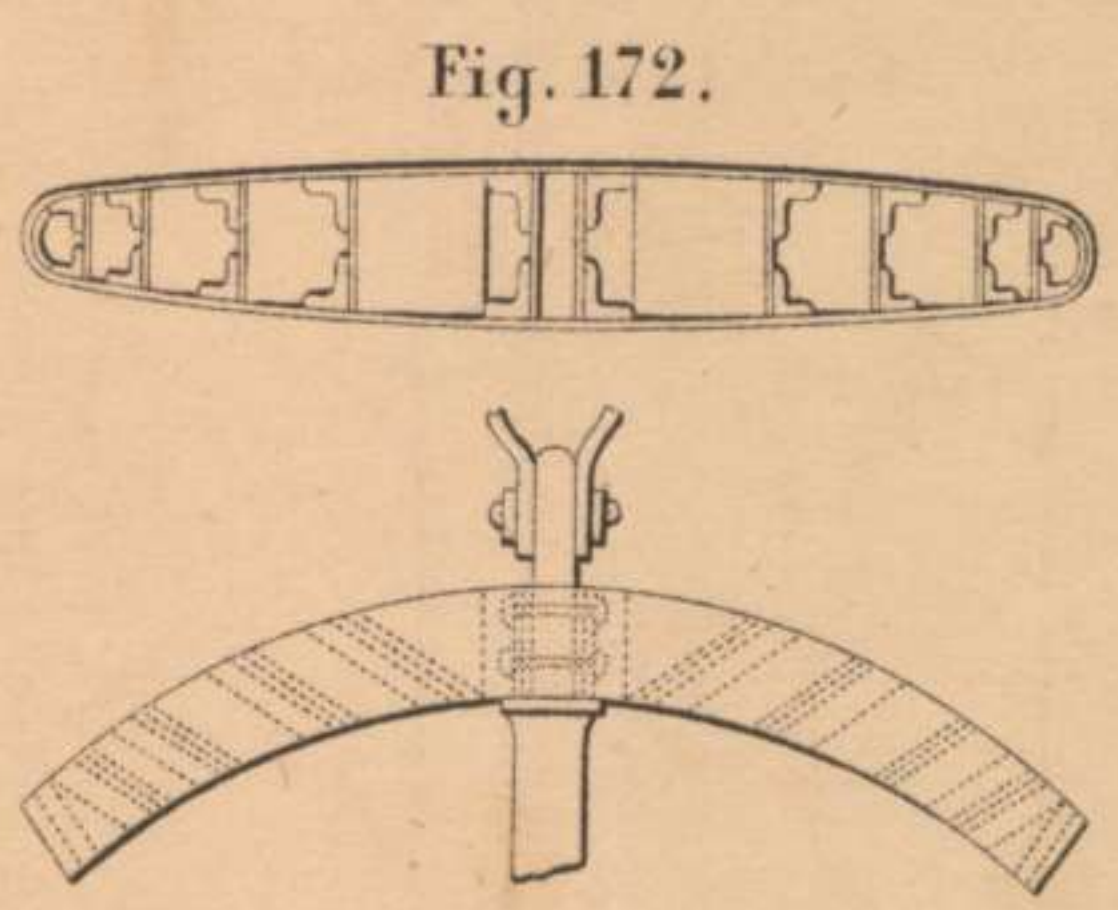


Fig. 172.

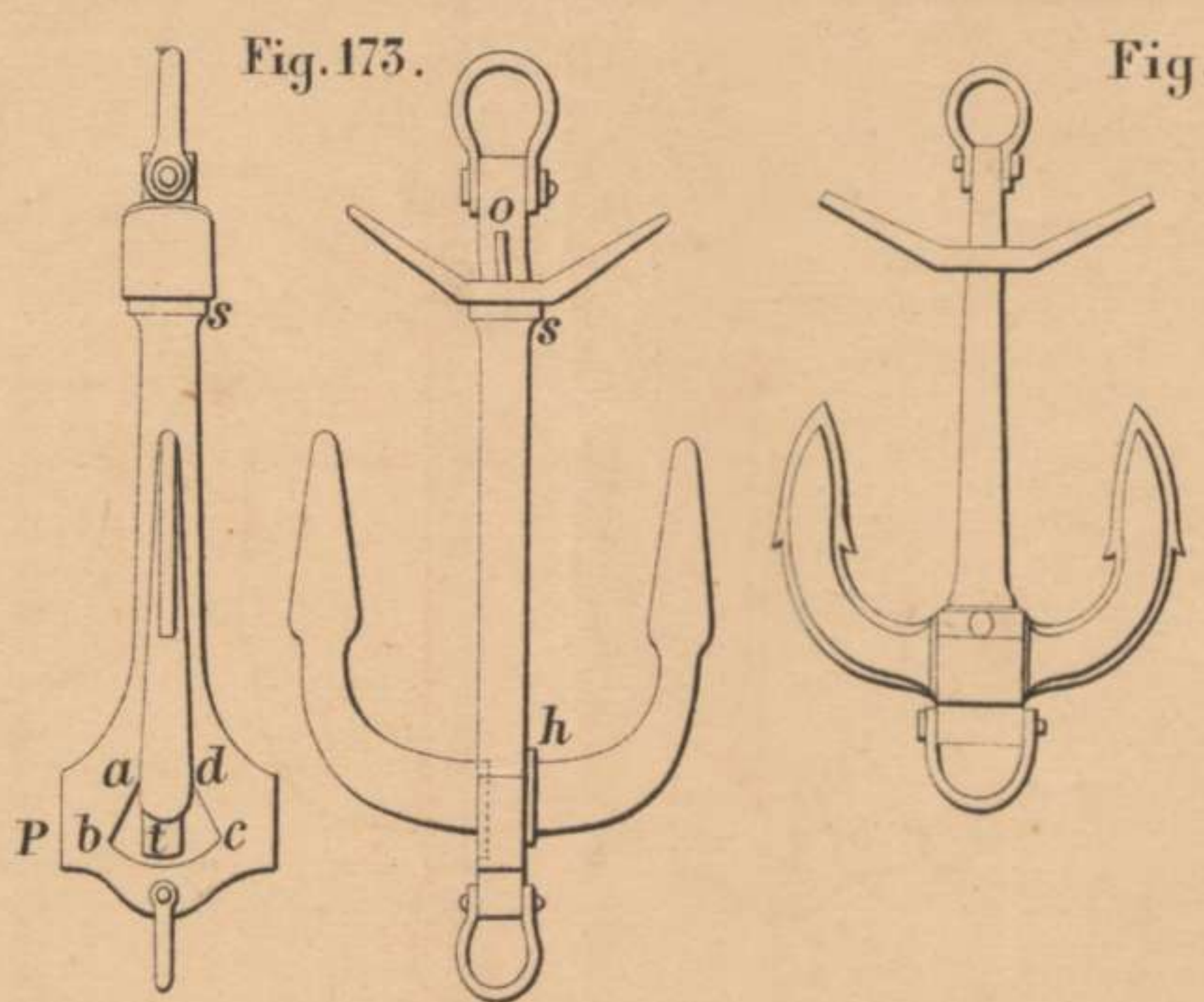


Fig. 173.

Fig. 174.

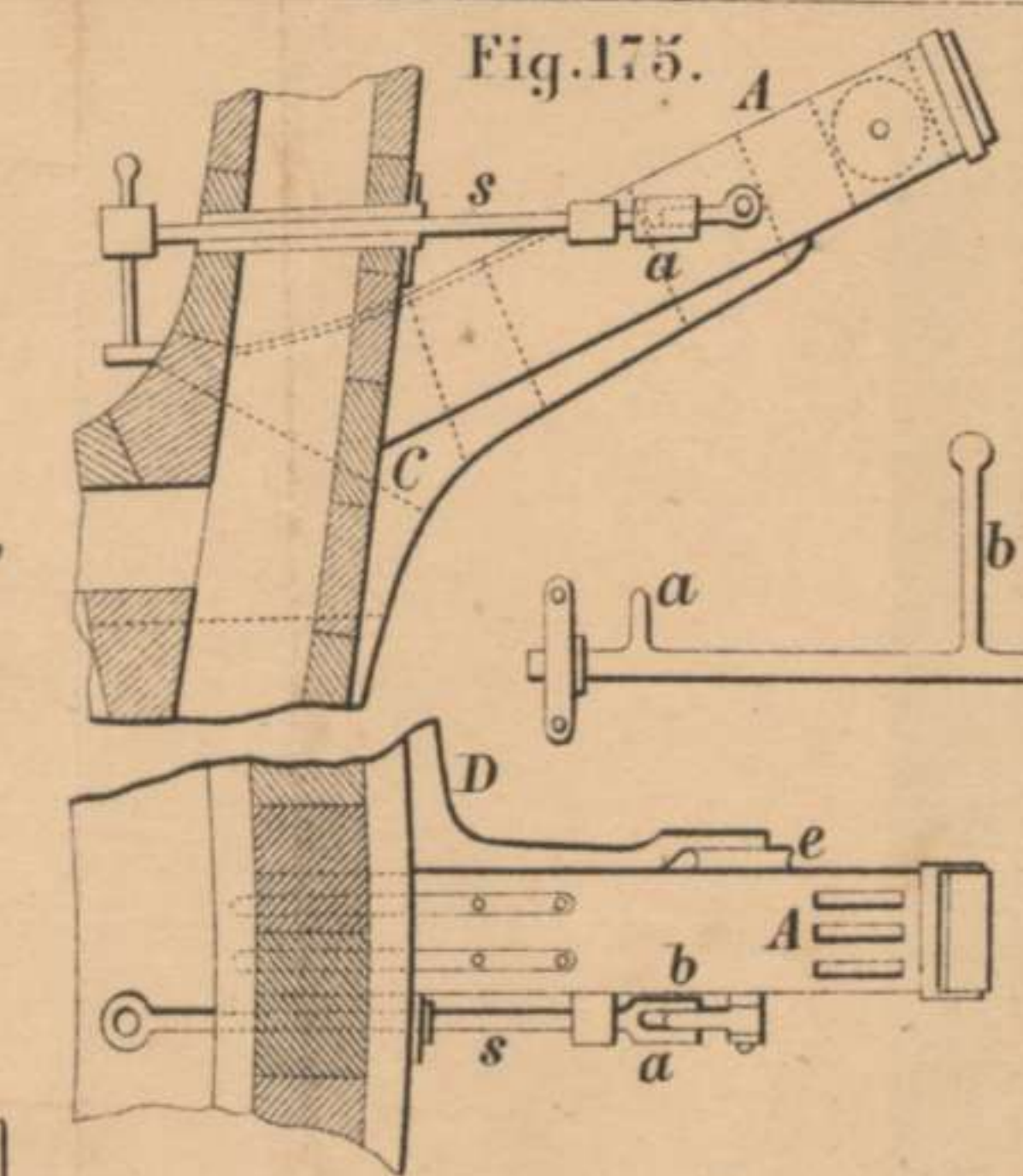


Fig. 175.

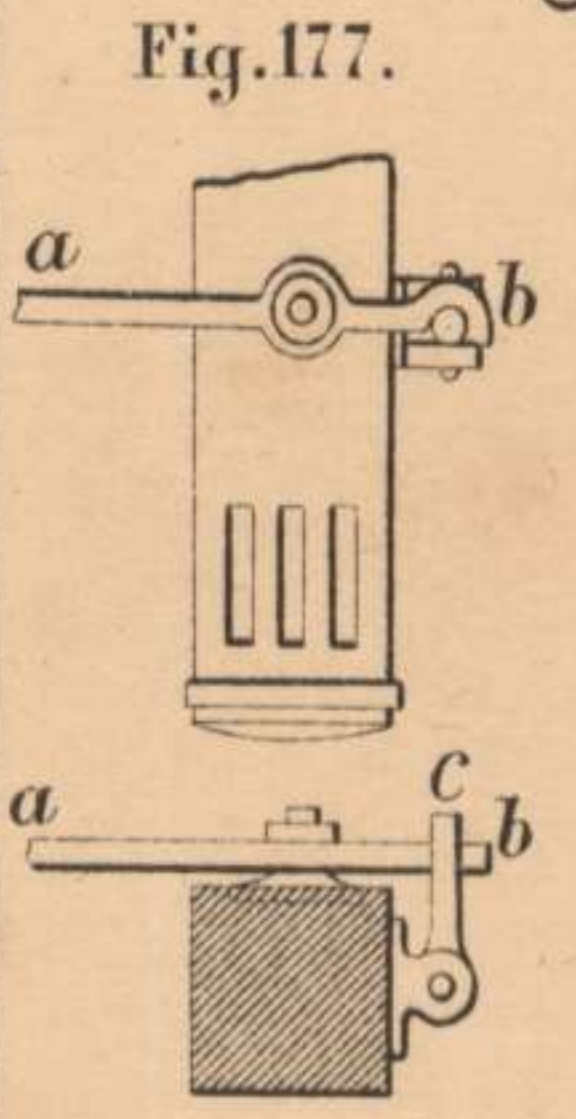


Fig. 177.

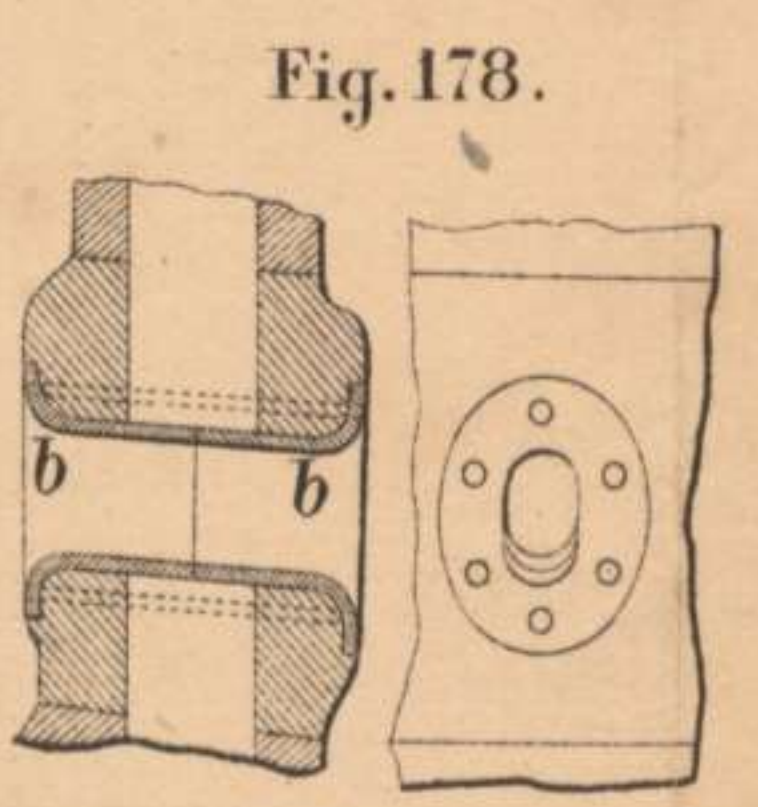


Fig. 178.

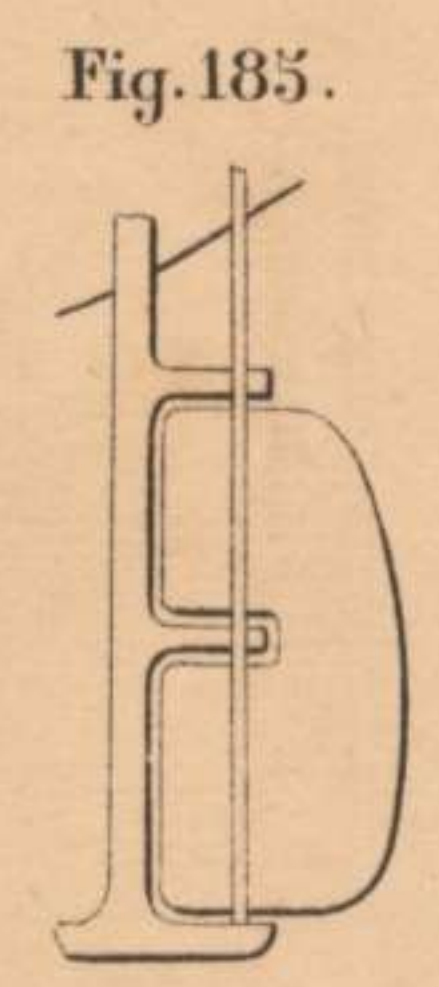


Fig. 185.

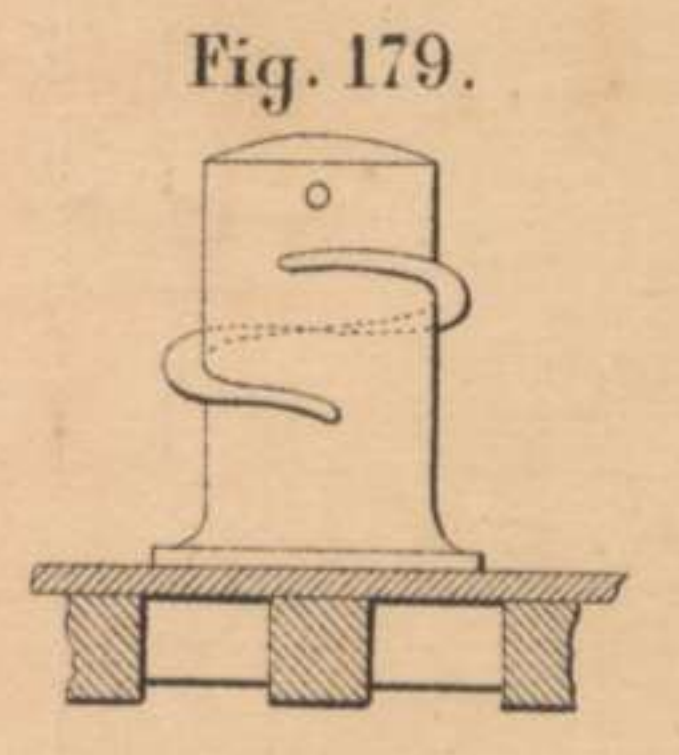


Fig. 179.

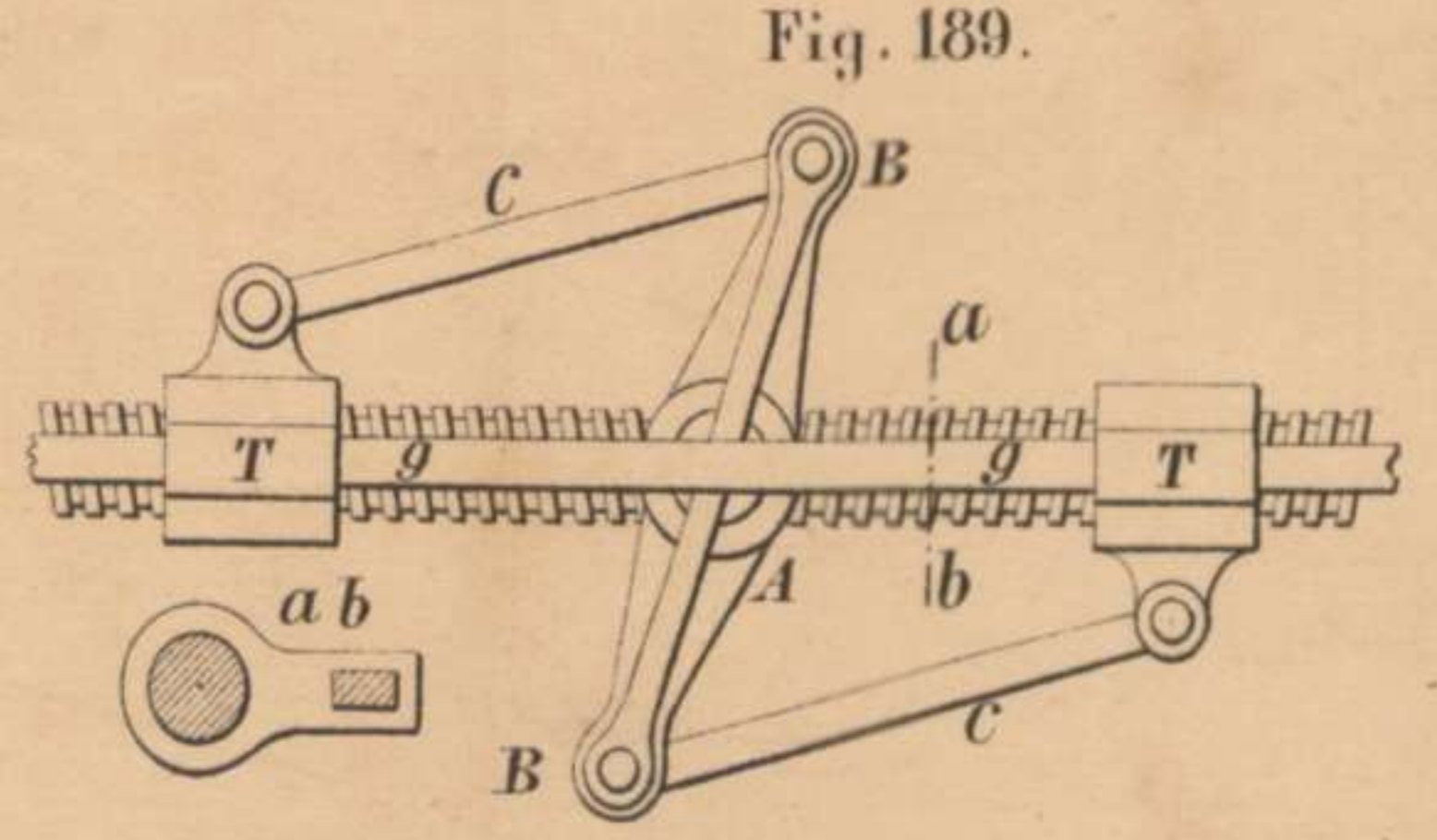


Fig. 189.

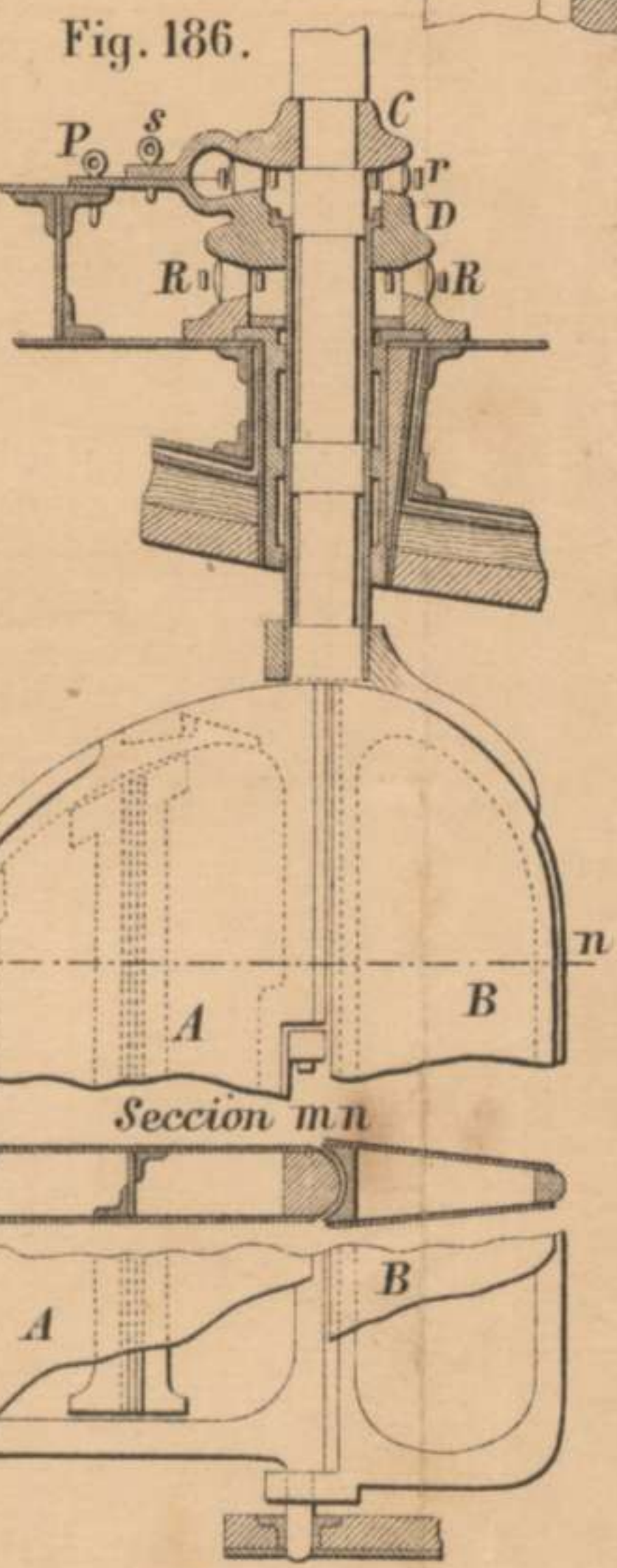


Fig. 186.

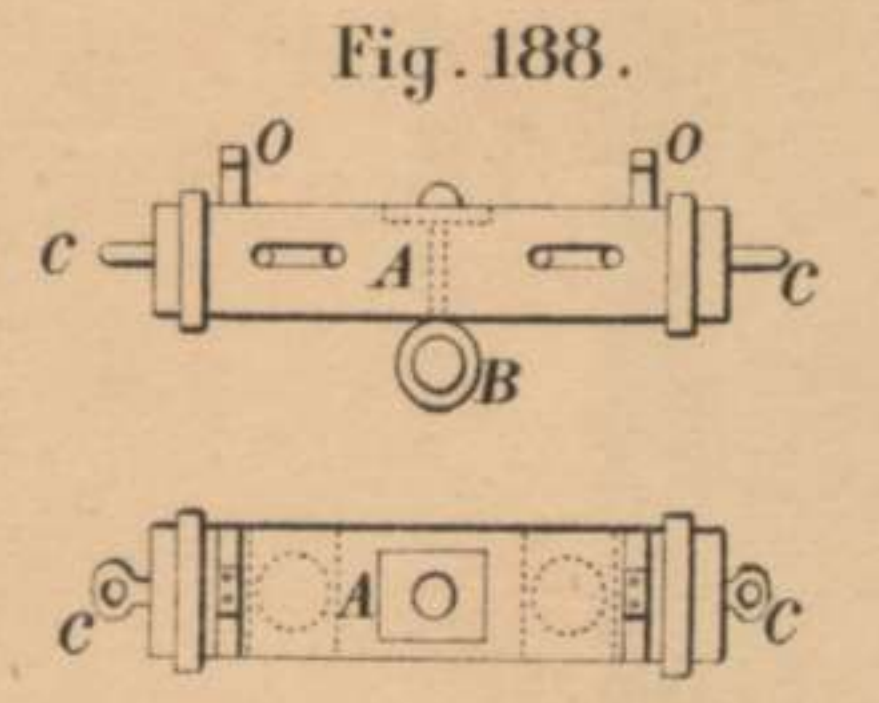


Fig. 188.

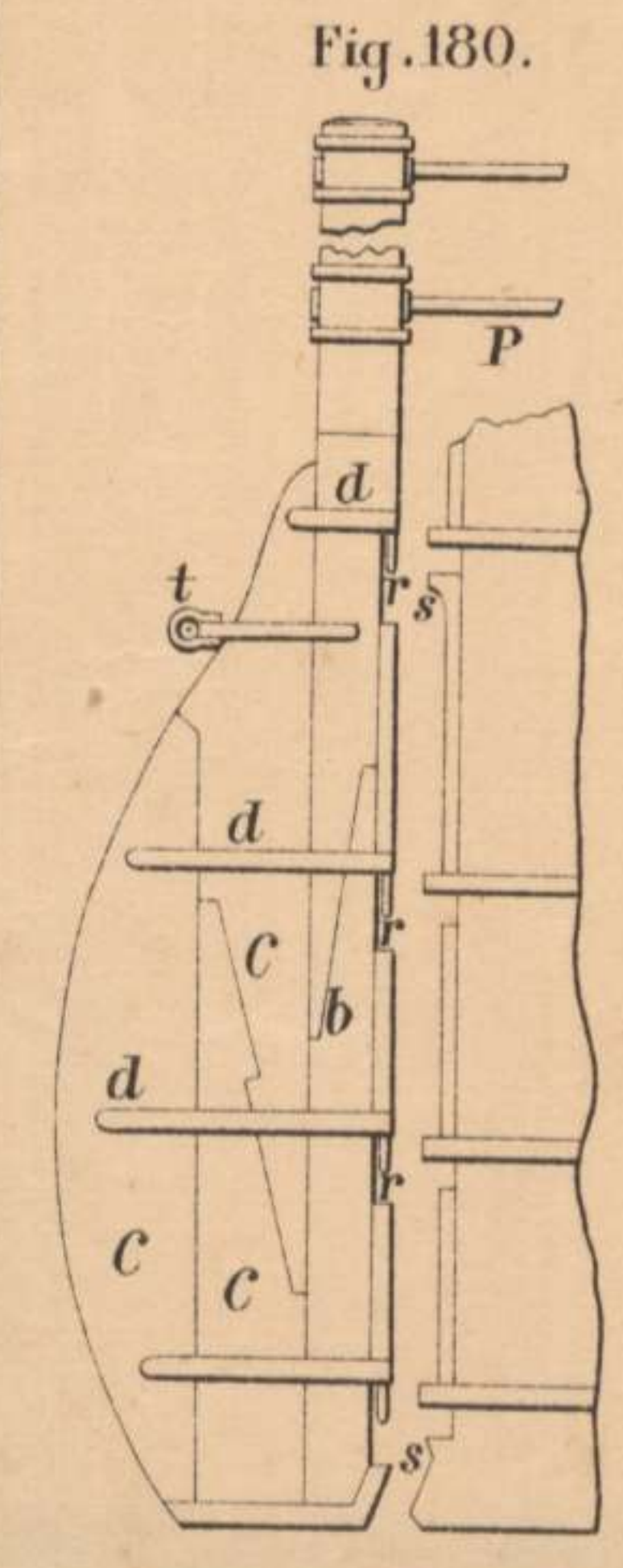


Fig. 180.

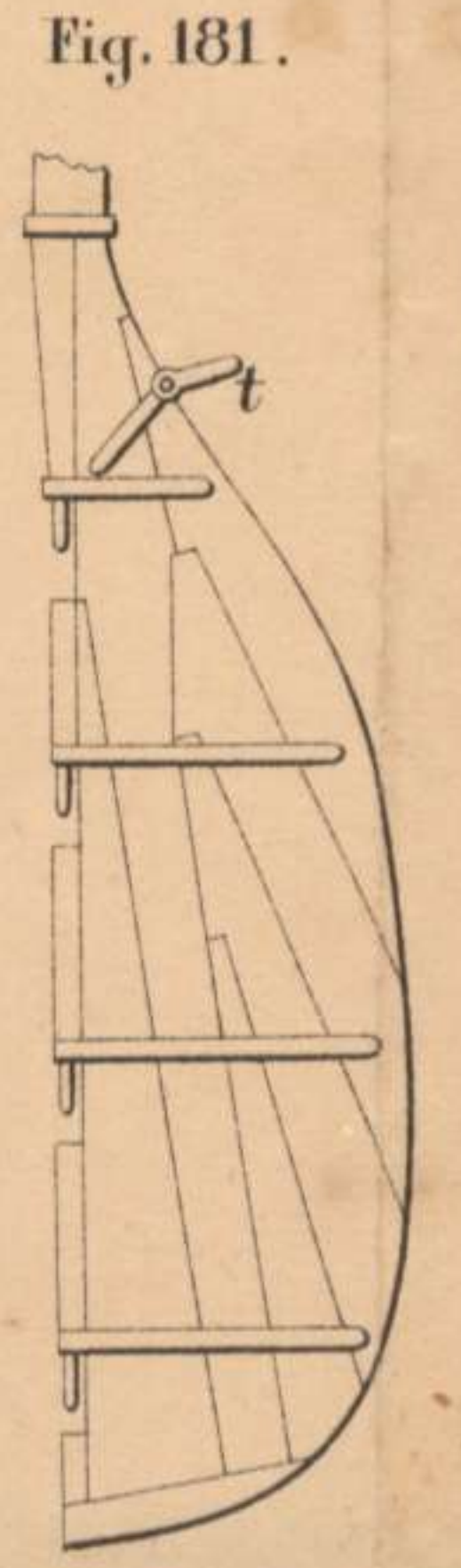


Fig. 181.

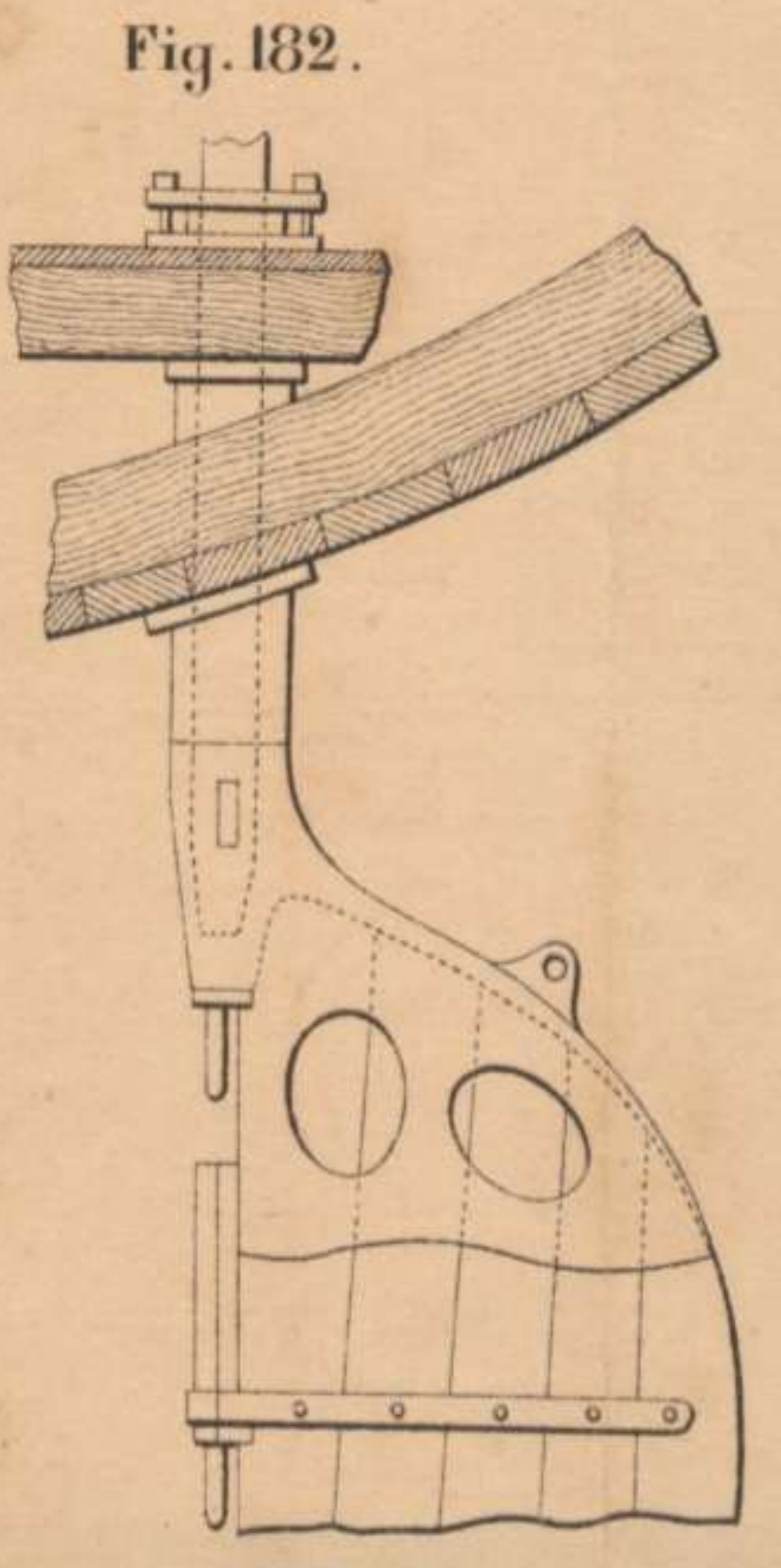


Fig. 182.

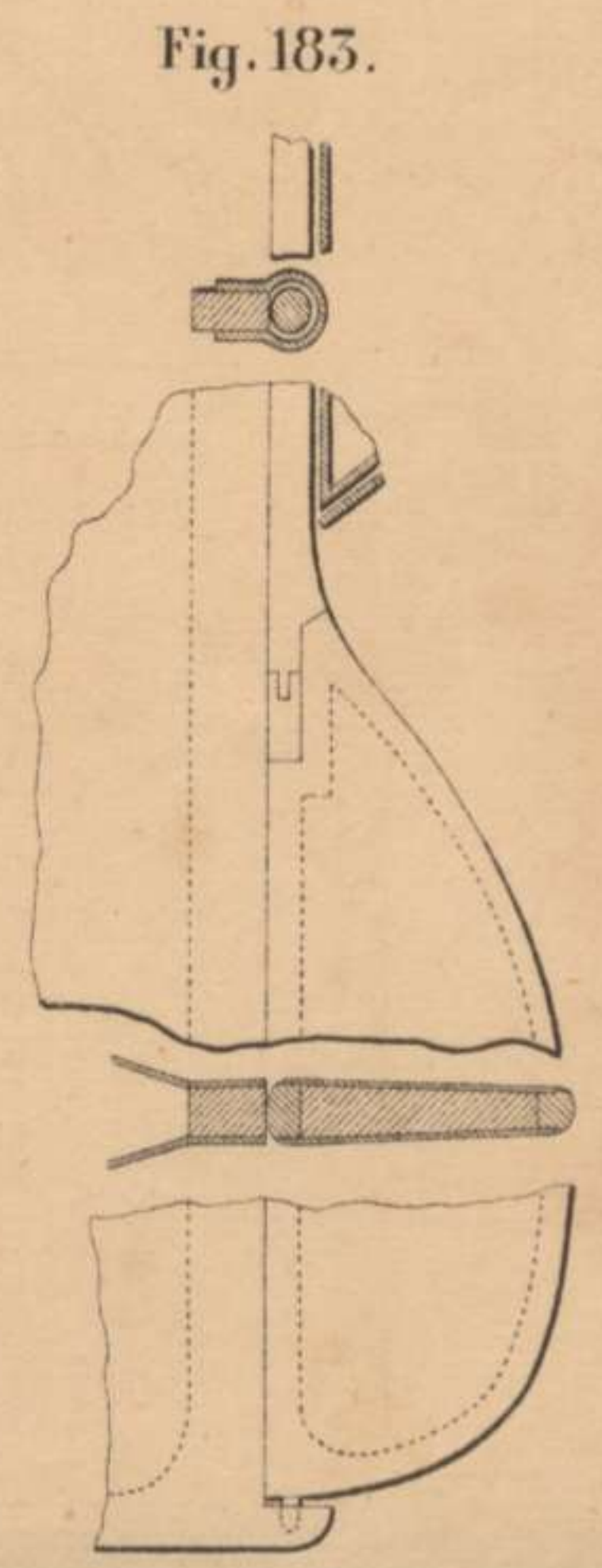


Fig. 185.

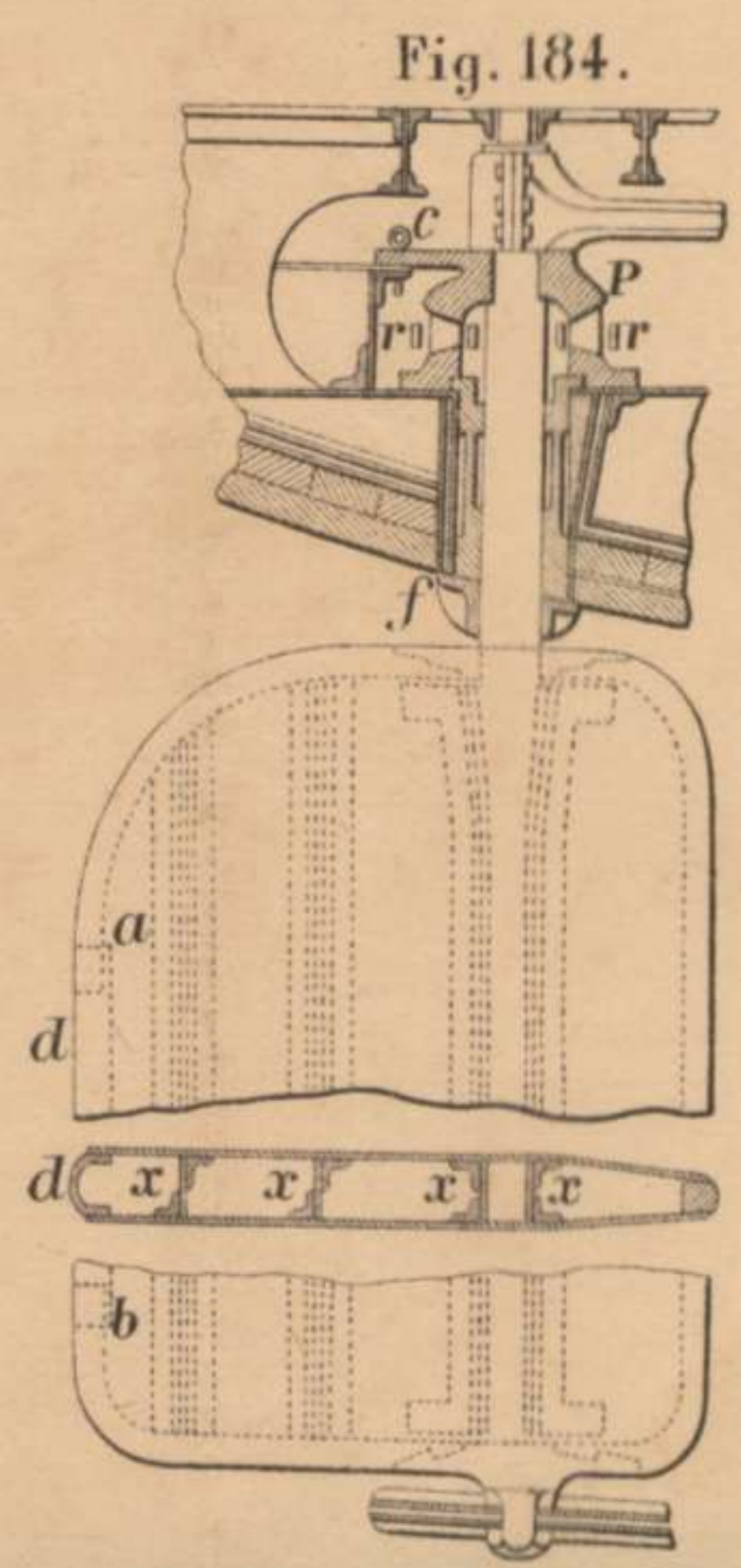
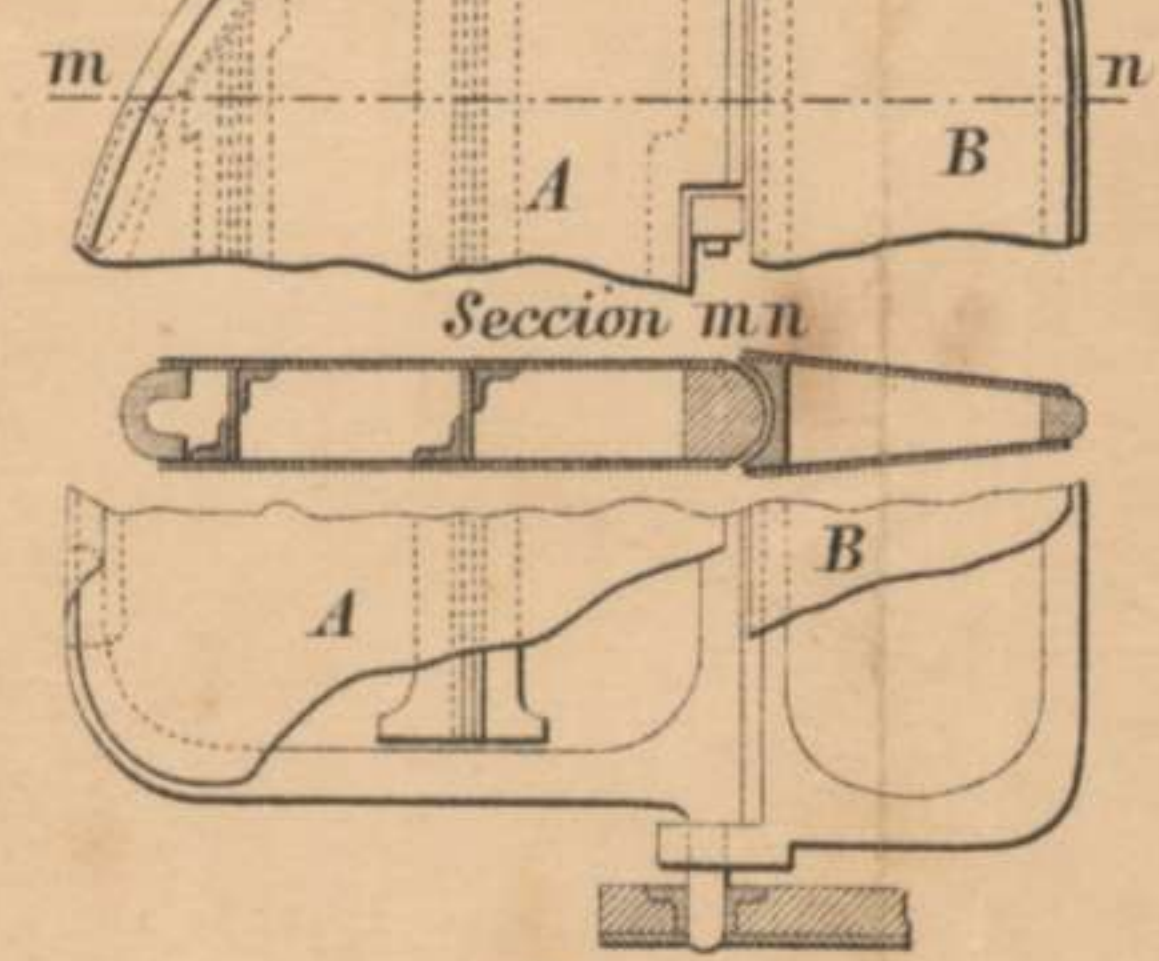


Fig. 184.



Seccion mn

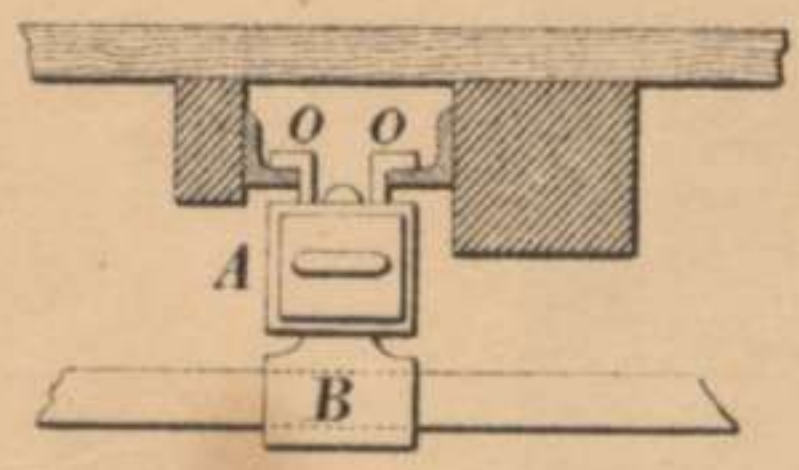


Fig. 191.

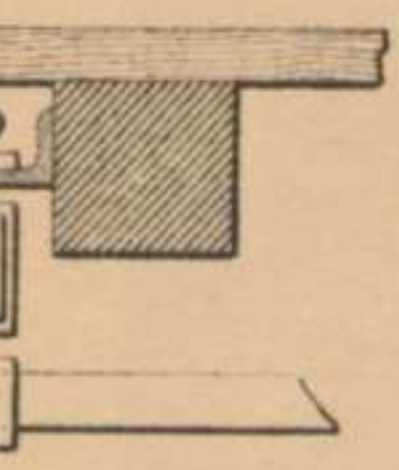


Fig. 192.

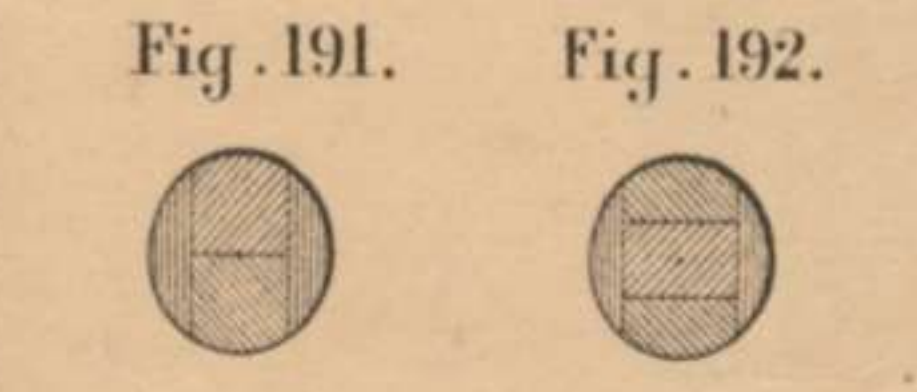


Fig. 195.

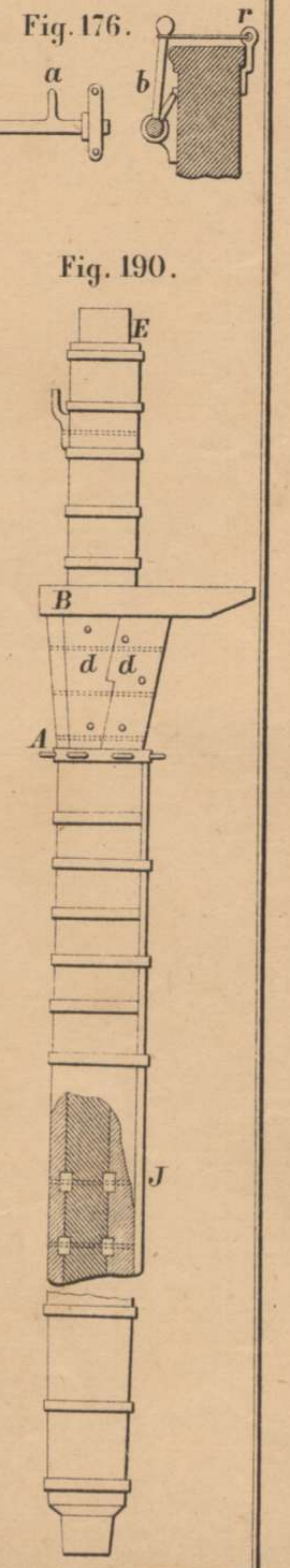


Fig. 176.

Fig. 190.

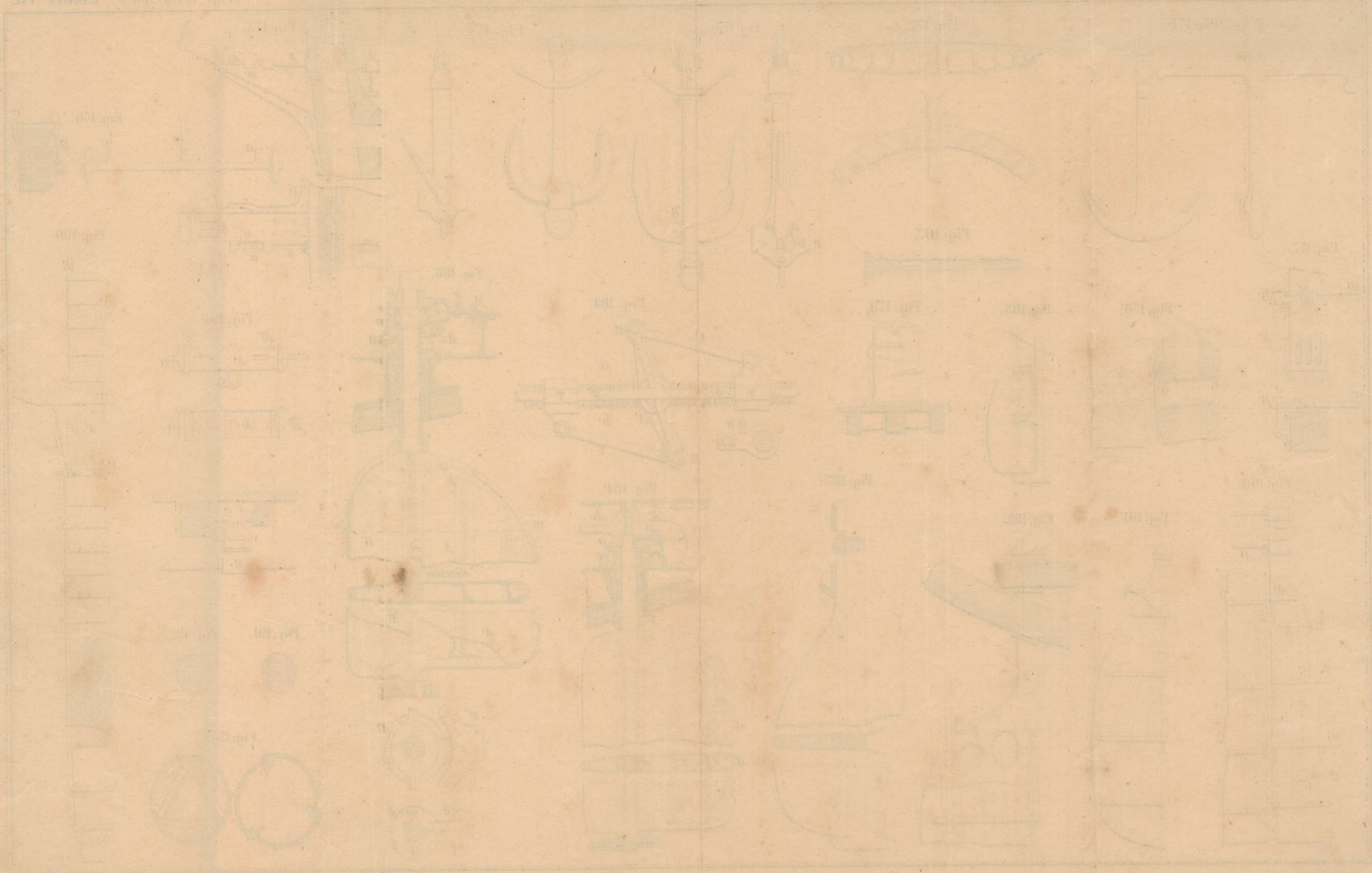


Fig. 194.

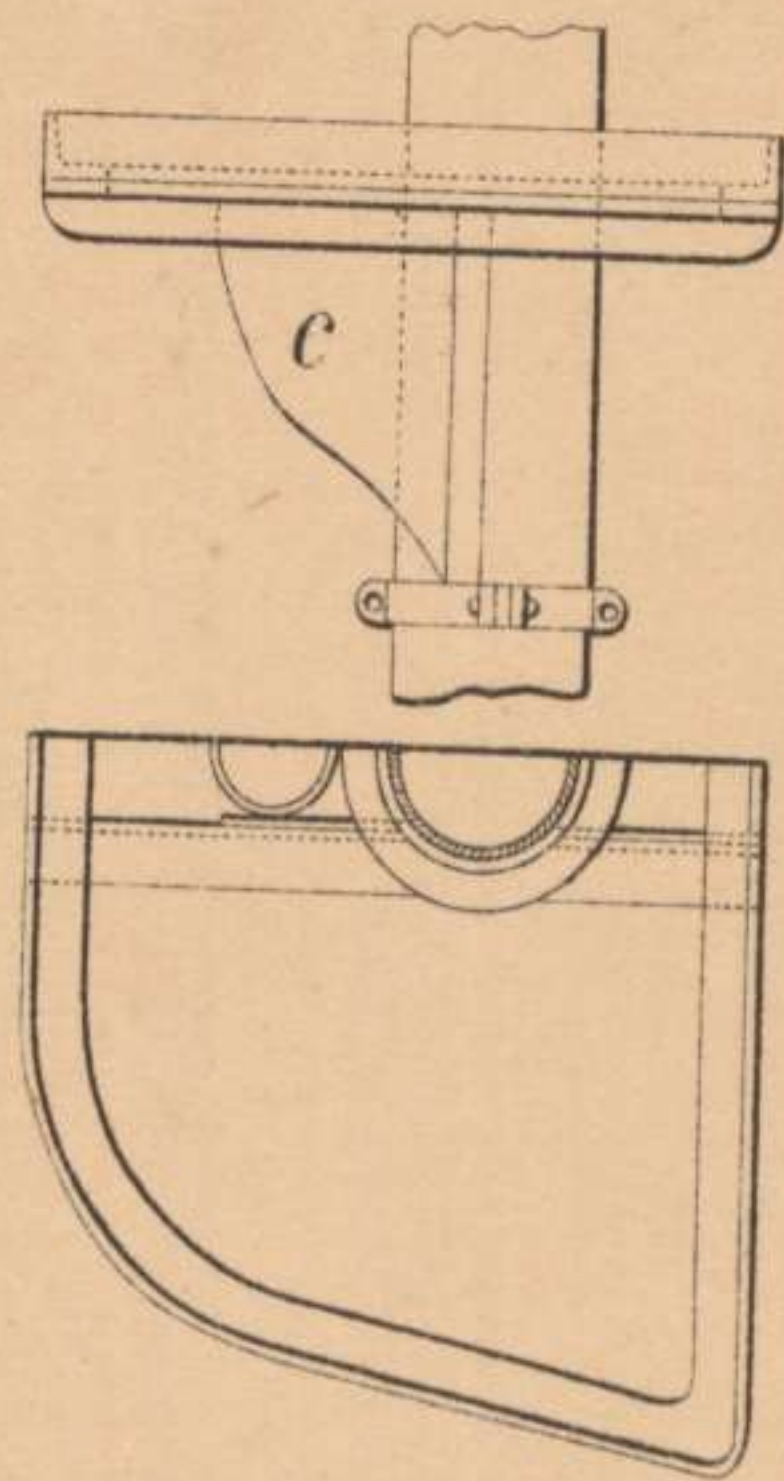


Fig. 197.

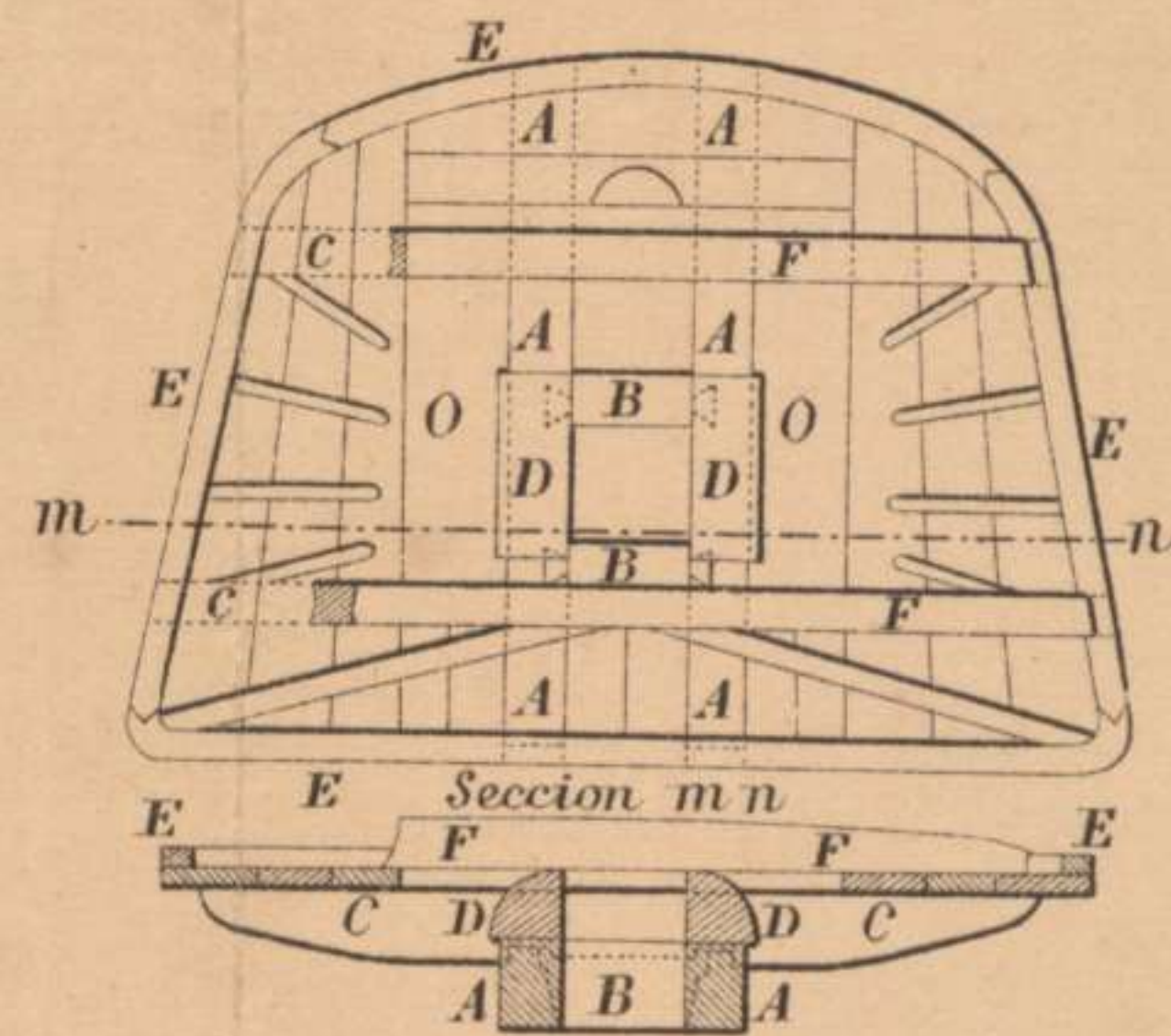


Fig. 207.

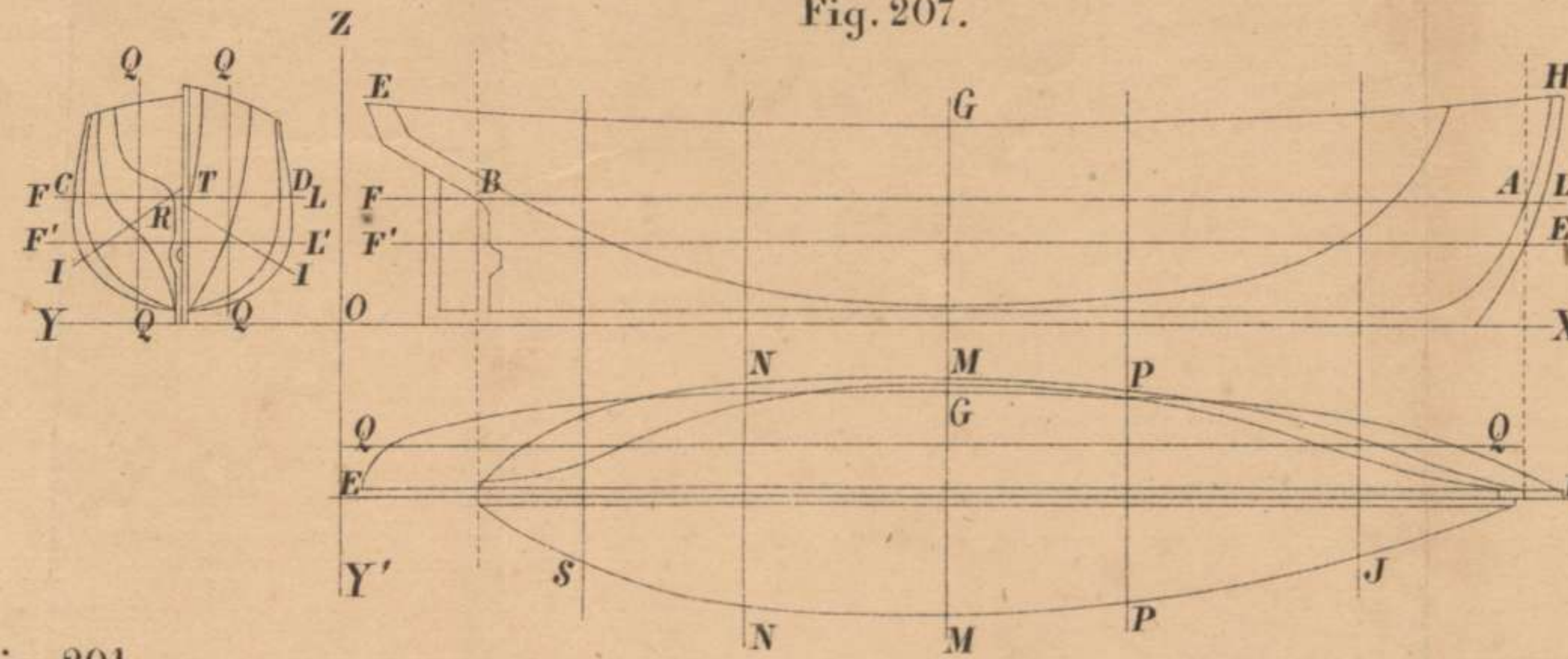


Fig. 212.

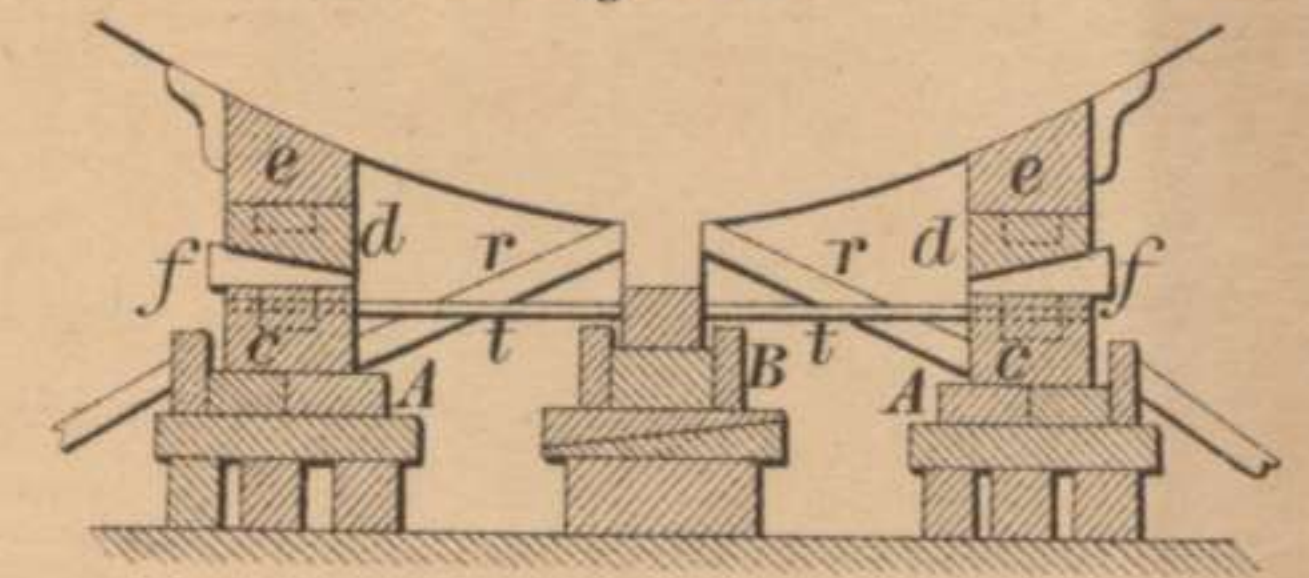


Fig. 201.

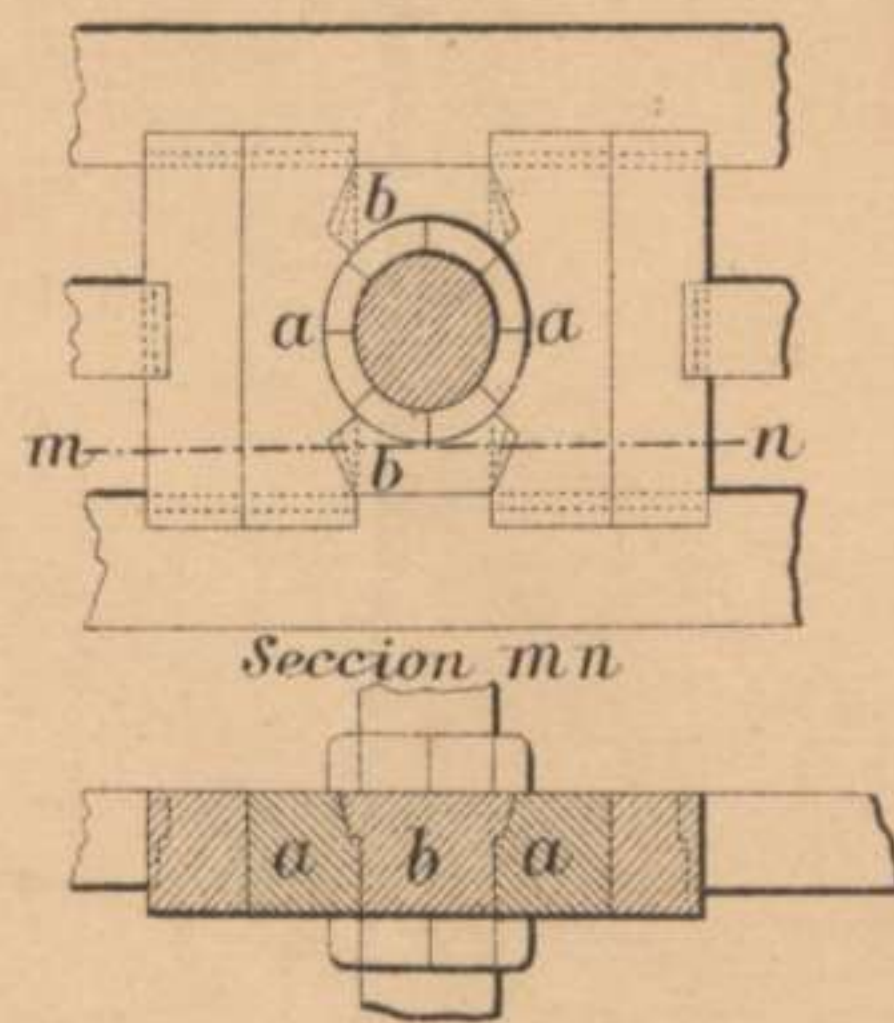


Fig. 198.

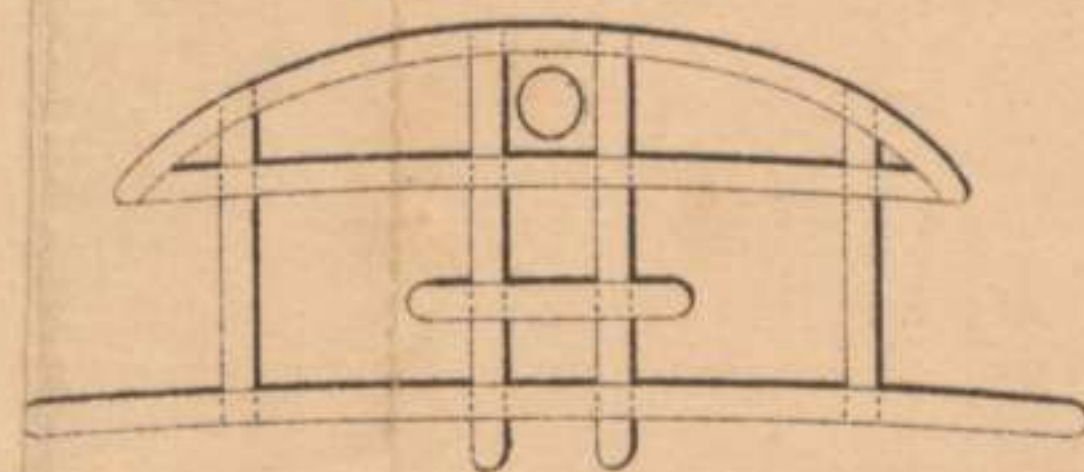


Fig. 210.

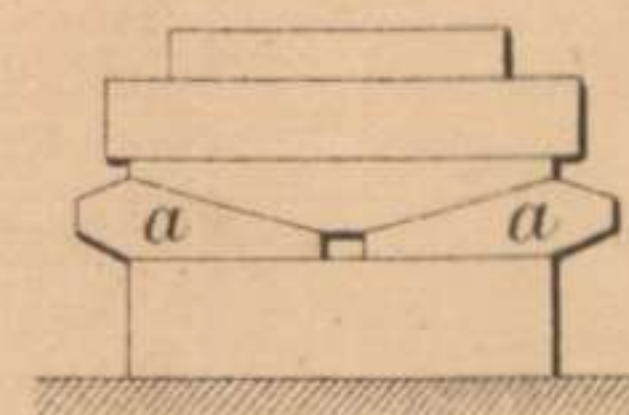


Fig. 211.

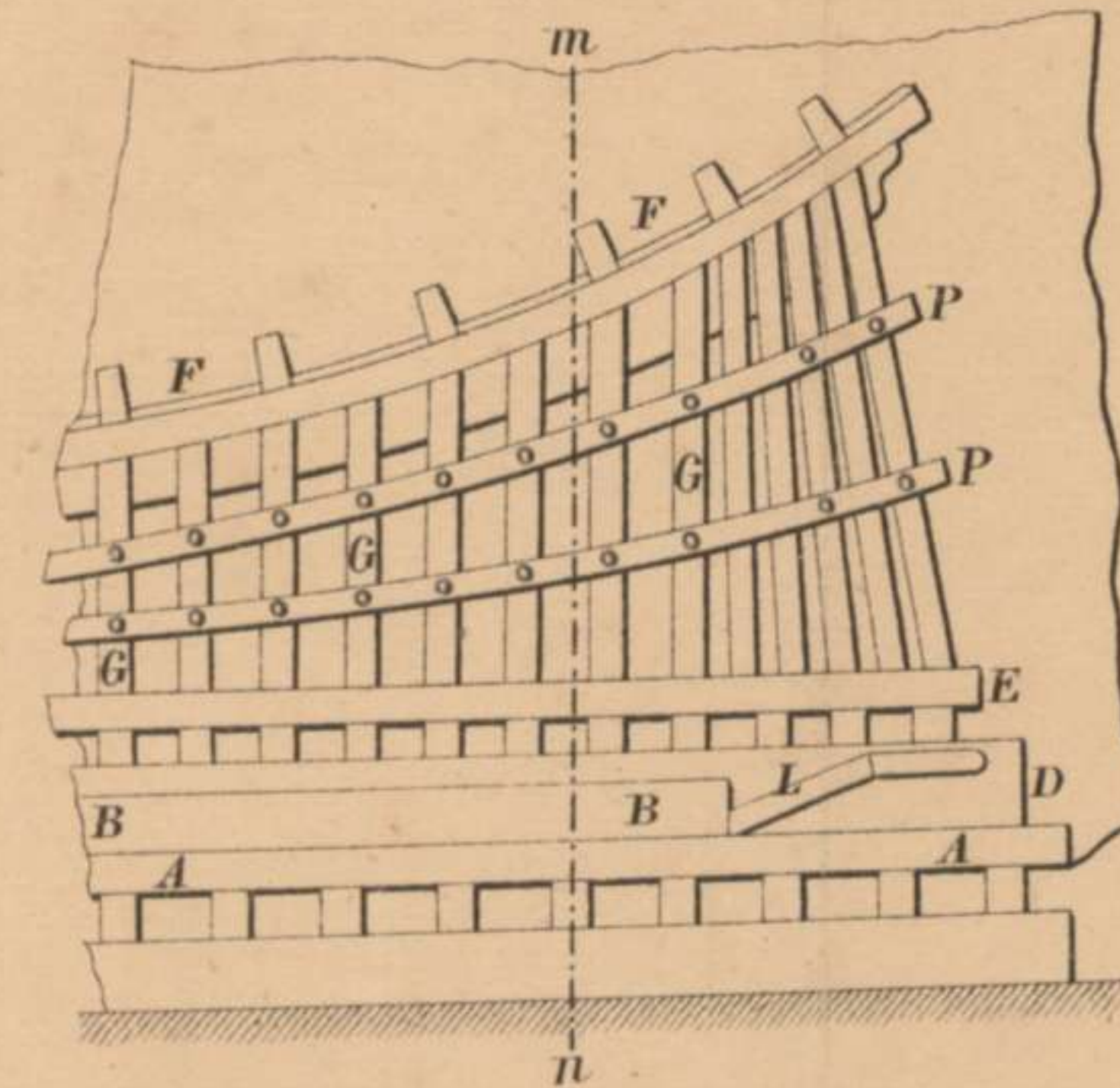


Fig. 213.

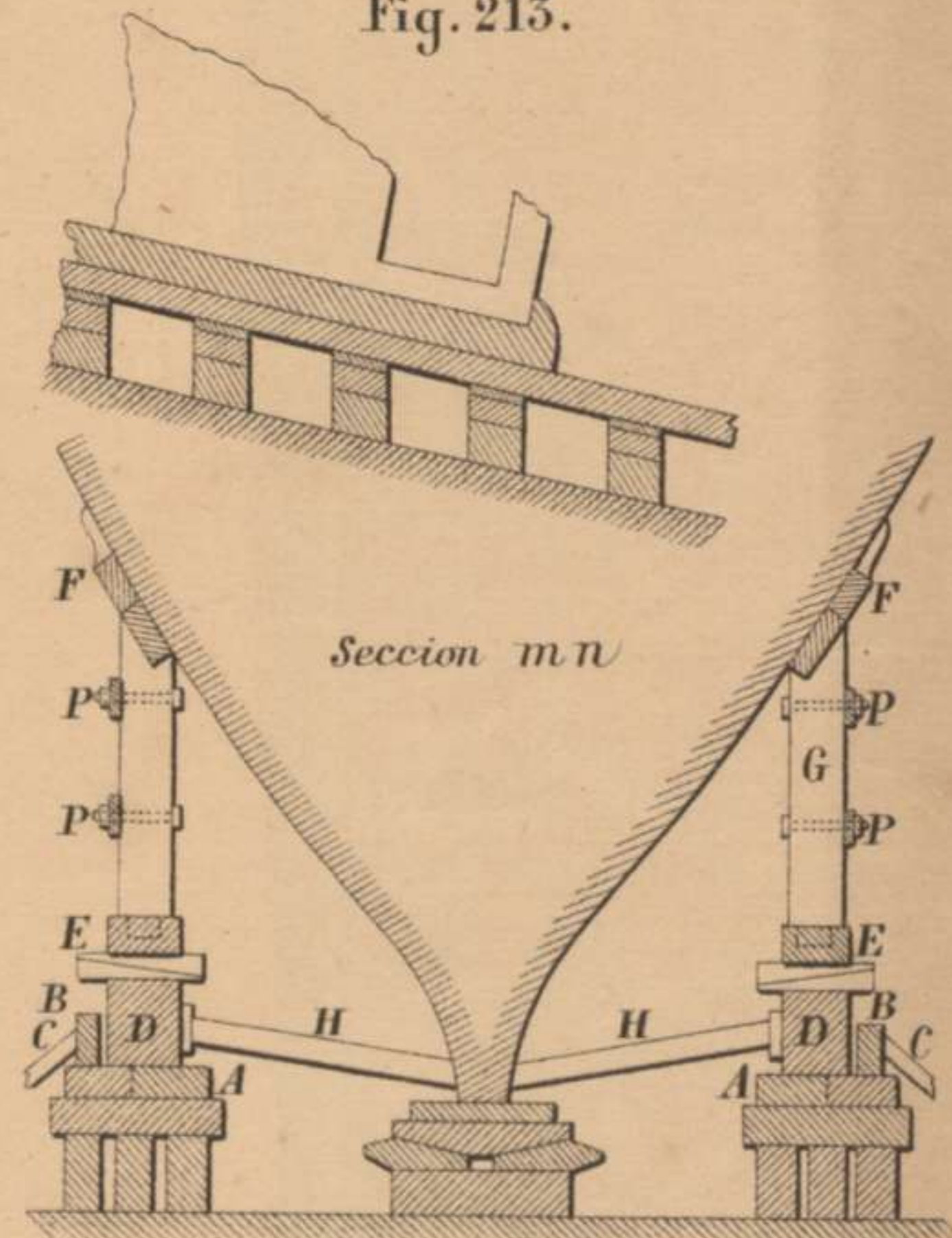


Fig. 195.

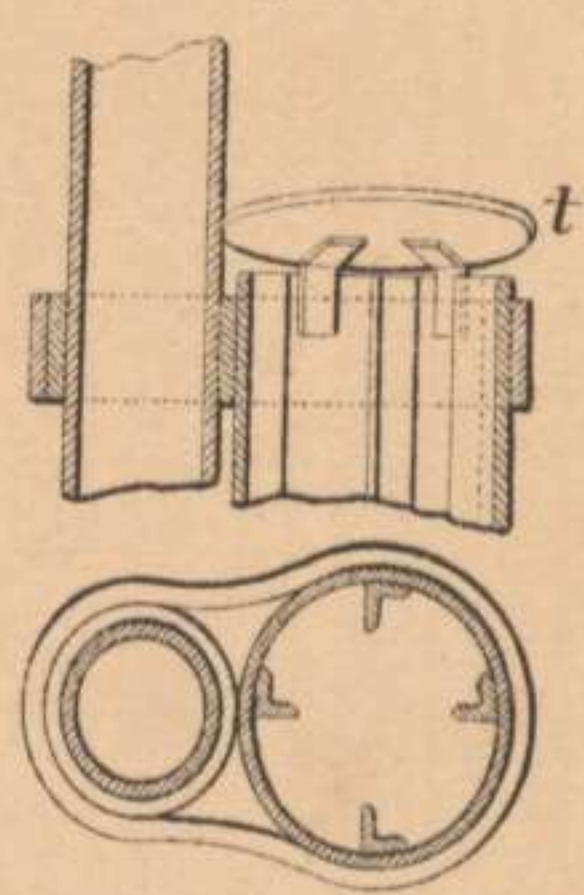


Fig. 199.

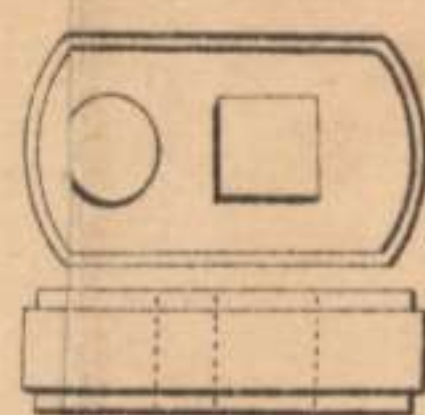


Fig. 200.

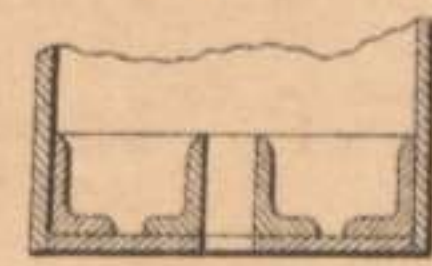
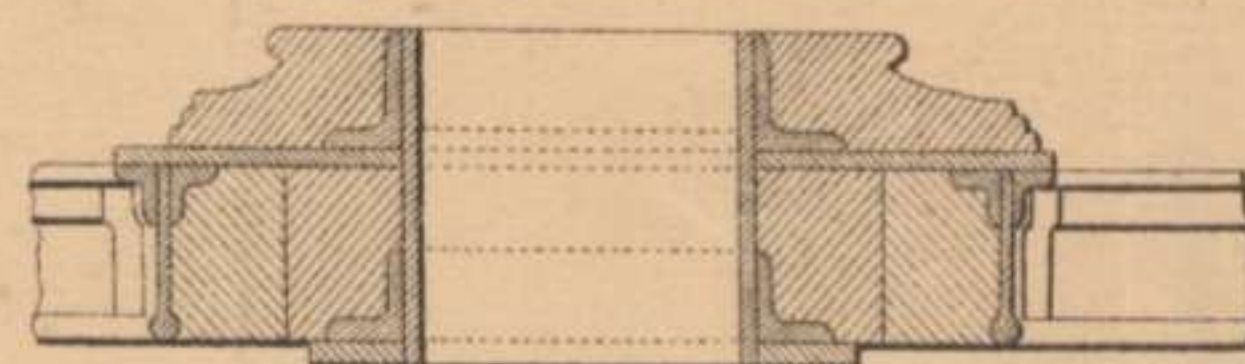


Fig. 202.



Seccion ab

Fig. 196.

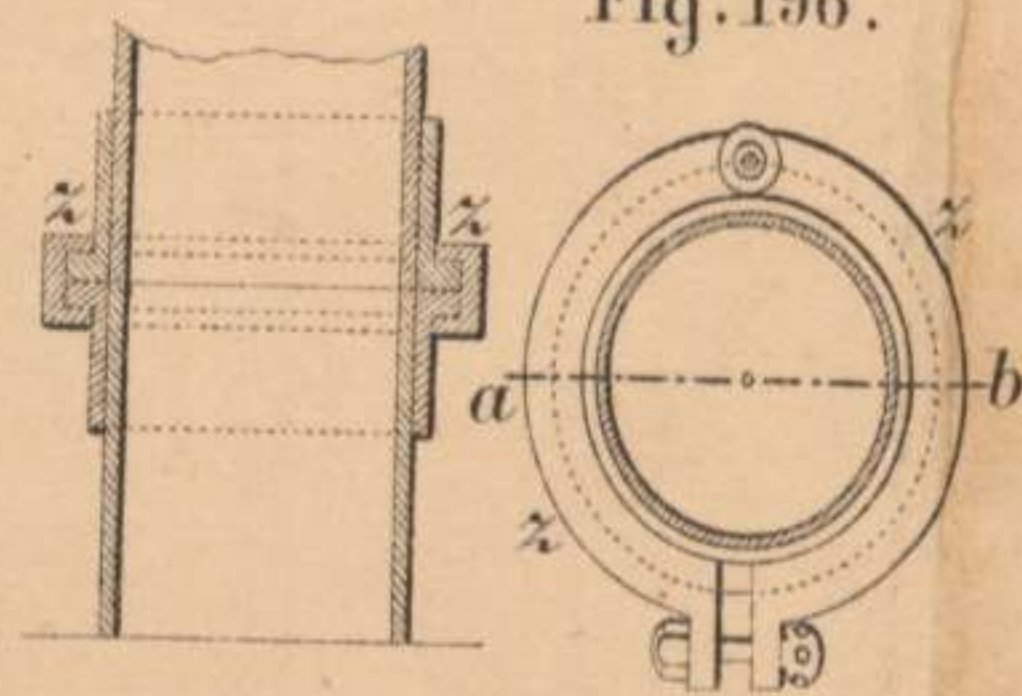


Fig. 205.

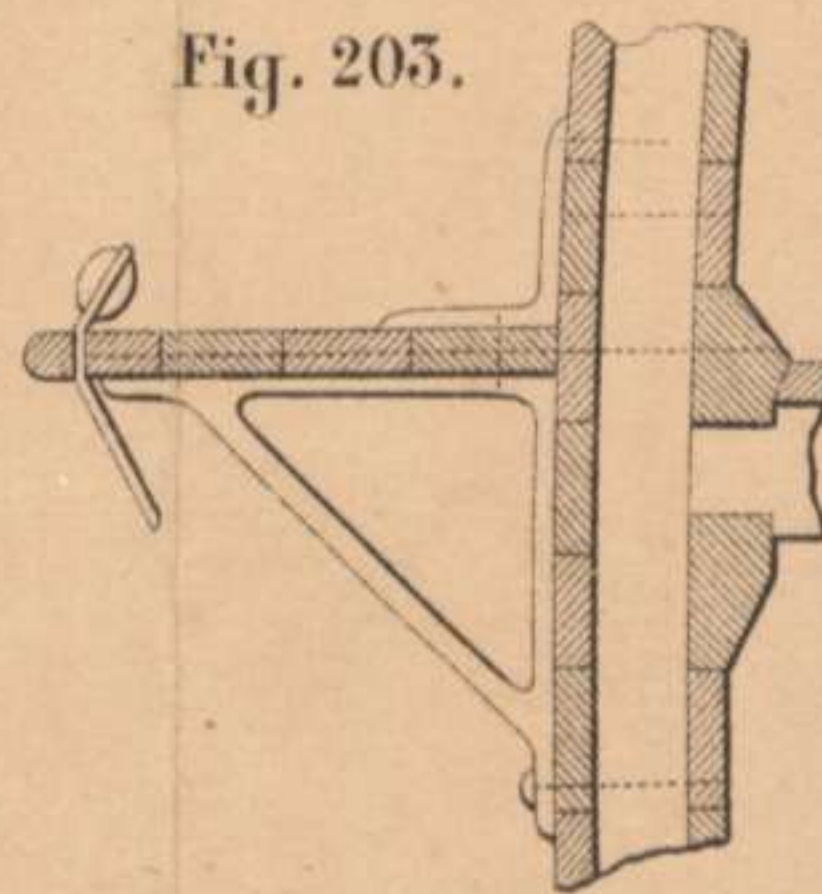


Fig. 204.

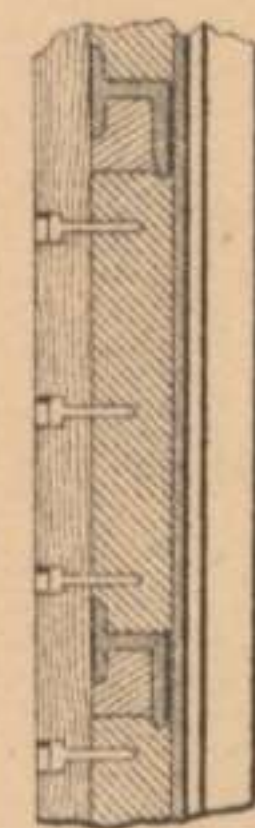


Fig. 205.



Fig. 206.

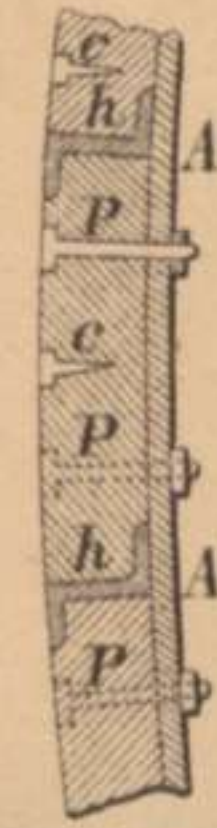


Fig. 208.

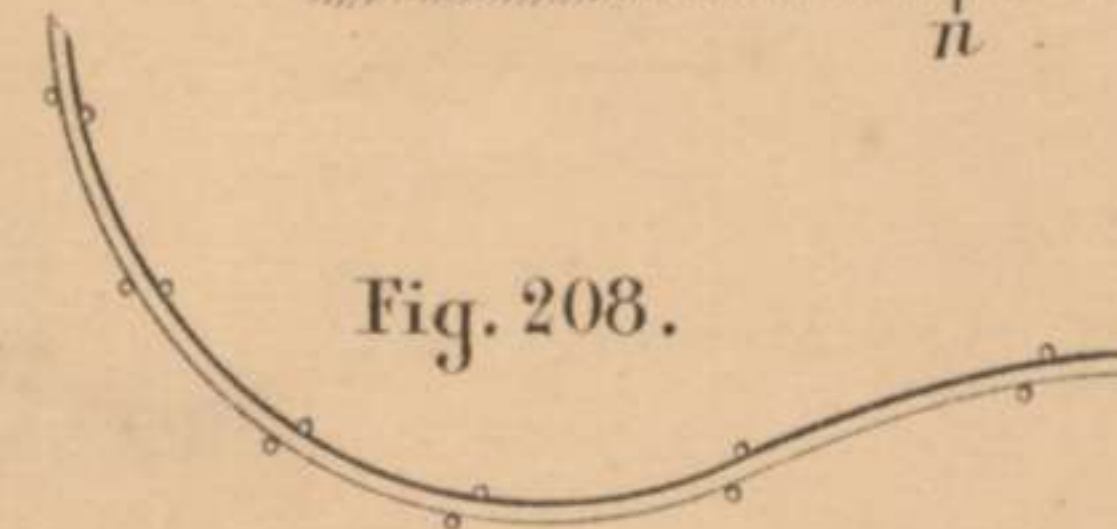


Fig. 209.

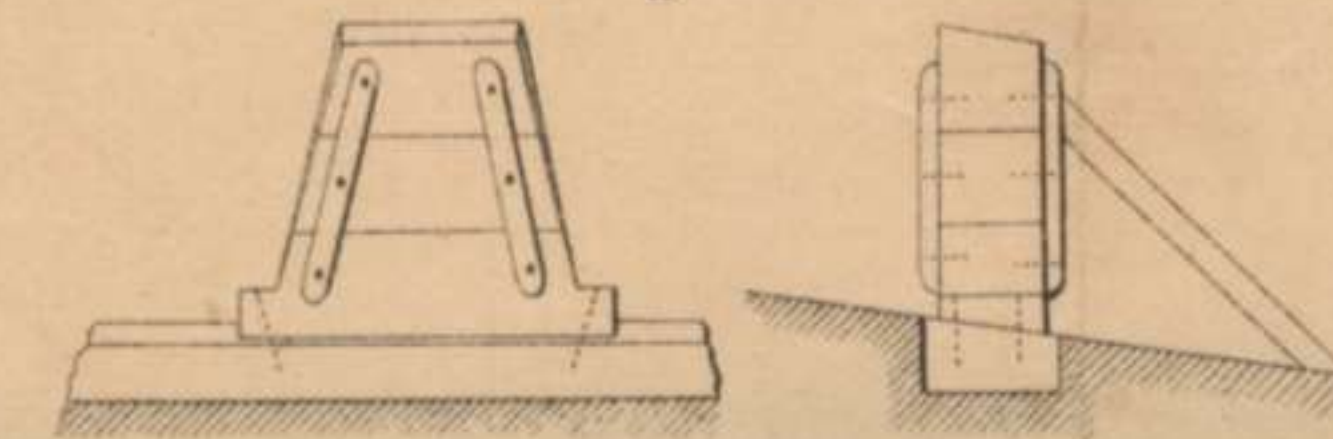
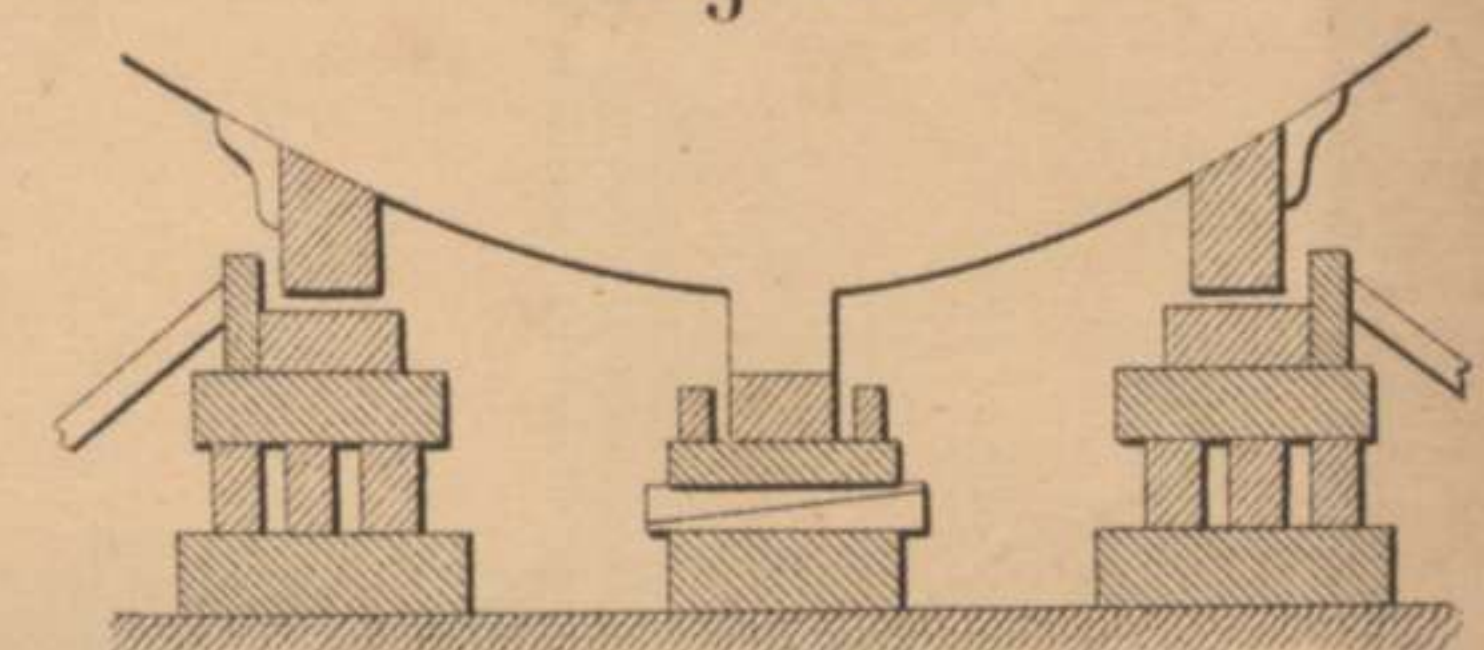


Fig. 214.





$$\epsilon_c = \frac{D_r}{D_c} = \frac{V_r}{V_c}$$

$$C_a = \frac{V_c}{l.m.c}$$

$$V_r = \epsilon_c V_c$$

$$V_c = C_a \times l.m.c$$

$$V_c - V_r = C_a l.m.c - \epsilon_c V_c$$

v



C.D