MEMORIAL DE INGENIEROS.

MEMORIAL

DE INGENIEROS

DEL EJÉRCITO.

COLECCIÓN DE MEMORIAS.

CUARTA ÉPOCA.—TOMO XVI.

(LIV DE LA PUBLICACIÓN.)

Año 1899.

MADRID
IMPRENTA DEL MEMORIAL DE INGENIEROS.
1899

ÍNDICE

DE LAS OBRAS SUELTAS QUE COMPRENDEN LAS ENTREGAS

DEL

MEMORIAL DE INGENIEROS DEL EJÉRCITO,

publicadas en el año de 1899.

MARTÍ.—*Memoria descriptiva del proyecto de reconstrucción del Castillo de San Juan en la plaza de Tortosa*, por D. Ramón Martí y Padró, teniente coronel de Ingenieros.—Consta de 31 páginas, dos láminas y cuatro vistas.

SUÁREZ DE LA VEGA Y ROJAS.—*Los globos en la guerra.—Aplicaciones, organización y material del servicio acrostático en los ejércitos.*—Memoria escrita en cumplimiento de la Real orden de 24 de abril de 1896, por el coronel de Ingenieros D. José Suárez de la Vega y el capitán del mismo Cuerpo D. Francisco de Paula y Rojas.—Consta de 233 páginas y 25 láminas.

LA LLAVE.—*Marina de Guerra, Guerra Marítima y Defensa de las Costas*, por el coronel graduado, teniente coronel de Ingenieros D. Joaquín de la Llave y García, profesor de Fortificación de la Escuela Superior de Guerra.—Consta de 234 páginas.

CASTILLO DE SAN JUAN, EN TORTOSA.

MEMORIA DESCRIPTIVA

DEL

PROYECTO DE RECONSTRUCCIÓN

DEL CASTILLO DE SAN JUAN

EN LA PLAZA DE TORTOSA,

POR

D. RAMÓN MARTÍ Y PADRÓ,

TENIENTE CORONEL DE INGENIEROS.

MADRID.

IMPRENTA DEL MEMORIAL DE INGENIEROS.

1899.

MEMORIA DESCRIPTIVA

DEL PROYECTO DE RECONSTRUCCIÓN

DEL CASTILLO DE SAN JUAN

EN LA PLAZA DE TORTOSA.

Bajo dos aspectos aparece la necesidad de la obra que motiva este proyecto: es el primero la precisión que tiene el ramo de Guerra de conservar una posición que, si mirando al pasado ha sido siempre el último refugio de la defensa de la plaza, la que una vez agotados todos los medios de defensa ha impuesto condiciones para su rendición, como lo atestiguan los sitios que ha sufrido durante distintas guerras, mirando al porvenir ha de ser uno de los pivotes de la doble cabeza de puente que deberá construirse, cuando le toque el turno de ser fortificada y convertida en plaza de guerra y de depósito; pues hoy, con los adelantos actuales, es indispensable que los que antes jugaban el papel de fuertes destacados (Tenaza-Castillo de San Juan y fuerte de Orleans) sean las partes flanqueantes de la cabeza de puente de la orilla izquierda del Ebro, cubriendo y dominando los cinco puentes que, en una extensión de 300 metros, cruzan tan importante vía fluvial, pasando la defensa de la plaza á ocupar las alturas que, en forma de anfiteatro, cobijan posición militar tan importante. El segundo aspecto, de tanta importancia como el primero, y en el que está interesado, no solo el ramo de Guerra sino también, y de un modo muy directo, la población de Tortosa, es el que se refiere á que, si bien estos fuertes no sirven para resistir un ejército con los medios de ataque con que hoy cuentan los regularmente organizados, sirven aún para el caso de una guerra civil; comprende también este segundo aspecto una cuestión humanitaria, y faltaríamos á un sagrado deber de conciencia no exponiéndola de un modo explícito, y esta es que, dada la forma y altitud del promontorio sobre que se asienta el castillo de San Juan, su proximidad y dominación sobre las edifi-

caciones que le circuyen por su extremo occidental; la constitución geológica del subsuelo y de el de las inmediaciones; los fenómenos observados en toda la comarca durante los seis meses últimamente transcurridos, y en especial en los alrededores de la plaza; y por último, los datos y estudios que hemos tenido ocasión de hacer y que expondremos detalladamente para sacar debida enseñanza de ellos; existe un peligro y es obligación nuestra dar la voz de alerta, y aunar los esfuerzos de los unos y los otros para impedir que en la obra de demudación activa, de que ha sido teatro la comarca de Tortosa, pueda en lo sucesivo convertirse la antigua Zuda, la que con tan legítimo orgullo ostenta Tortosa en su escudo, en la causa de su destrucción y ruina.

Es indispensable, por lo tanto, un proyecto encaminado á levantar partes derruidas: primero, para que la fortaleza quede cerrada para el caso de una guerra civil; segundo, para conservar la posición que está llamada á desempeñar misión importante en lo porvenir, y tercero, para evitar hecatombes como las ocurridas en varios puntos de constitución geológica igual ó parecida, como tendremos ocasión de citar y comprobar más adelante.

No se crea que nos dejamos llevar por el pesimismo; nuestra firme convicción se funda en hechos y datos adquiridos durante un mes en que, en cumplimiento de nuestro deber, estuvimos sin separarnos de la fortaleza de que tratamos, ya para evitar derrumbamientos de partes resentidas, ya para enlatigar las que quedaban aisladas, ya para impedir movimientos que se iniciaban y para que otros no sobrevinieran, poniendo al descubierto las causas de la catástrofe ocurrida el día 16 de enero de 1898.

En estos interminables días durante los que, cuando un peligro se conjuraba otro nacía, hubo en apariencia motivo para hacer desocupar la fábrica del gas, desalojar el cuartel de Santo Domingo y el colegio de San Luis. Efectivamente, cuando se derribaban lienzos de mamposterías, que quedaron suspendidos sólo por la adherencia de los materiales, aparecieron grietas en el macho del castillo, acusando movimiento (vista núm. 2); cuando éste se paró, aligerando el muro de la sobrecarga y construyendo el contrafuerte que liga la grieta, apareció un banco de arcilla debajo de la torre Oeste del castillo, que, reblandecido, se escu-

rrió por debajo de una masa de conglomerado de 14 metros de espesor (vista núm. 3); cuando el resbalamiento se contuvo, se inició una grieta en el ángulo que se ve en la vista núm. 1, á cuyo pie existen muchas edificaciones, y aparecieron desplomes en los muros que dan al gasómetro y al balneario del Sr. Porcar y Tió, y cuando se creía todo conjurado se observó una ligera grieta que atravesaba la mayor parte de los merlones de las baterías del lado Norte del castillo, grieta que de no haber pasado, no una sino varias veces todos los días, tanto por la parte superior como por la cimentación, hubiéramos creido que databa del día 16; y *si* á todo esto se añade que los datos que íbamos tomando de lo que ocurría en la comarca acusaban nuevos deslizamientos, y que de la confrontación de donde ocurrían éstos y los que la Providencia ponía á nuestra vista en el castillo se deducía una semejanza aterradora, se comprenderá que todo inducía á tomar la resolución, para nosotros favorable, y que ponía á cubierto nuestra responsabilidad, de mandar desalojar todos los alrededores del castillo de San Juan. Sin embargo, no lo hicimos así: redoblamos la vigilancia, procuramos imprimir el máximum de rapidez en los trabajos y no parar en nuestras investigaciones hasta formarnos idea exacta de la constitución geológica del emplazamiento del castillo, poniendo en juego todas las energías de que puede ser capaz el que obra á impulsos del cumplimiento de su deber. De no haber obrado así, á él hubiéramos faltado, como faltaríamos hoy al no proponer los medios que creemos conducentes para alejar el peligro. No se trata de una base de conglomerado alternando con capas de una roca de arenisca arcillosa, en donde las erosiones, por ser muy lentas, dan tiempo para impedir caídas; se trata de una capa de arcilla descubierta, cuya situación se ha fijado, y que de no impedir que las humedades lleguen hasta ella como llegaron ahora, y de no tomar precauciones para que no se escurriera, podría dar lugar á días de luto para Tortosa.

En un proyecto oficial hemos demostrado, fundándonos en hechos y datos puestos á la vista: primero, que el derrumbamiento ocurrido el día 16 de enero fué completamente fortuito; segundo, que era necesario ejecutar varias obras, y añadimos que de dichos datos se desprendía lo que debía hacerse en lo porvenir. Estos datos son de tres clases: geológicos, numismáticos é históricos. Pasemos á ocuparnos seguidamente de ellos.

Datos geológicos.

En el año 1887 trataron de abrir en el Colegio de San José, de Tortosa, un pozo artesiano, y como en aquella fecha teníamos obras en curso de ejecución en dicha plaza, aprovechamos nuestras visitas á ellas para ver al propio tiempo la clase de terrenos que la sonda atravesaba. La boca del pozo está próxima al fondo ó talweg del barranco del Rastro; tiene la cota de 12 metros sobre el nivel del mar y está 49 metros más baja que la plaza de armas del castillo de San Juan; los terrenos atravesados son capas de conglomerados, alternando con capas de areniscas flojas arcillosas, conocidas en el país con el nombre de *taperot*, y con capas de arcillas que iban en aumento de potencia ó espesor, mientras que los conglomerados (pudingas) disminuían. Se llegó cerca de los 100 metros de profundidad (149 desde la parte superior del castillo), notándose que las rocas arcillosas cambiaban pronto de especie, aumentando su estado de petrificación, resultando ser cenicientas, y entrando en su composición la *mica*, formando parte de las efervescentes; las primeras eran plásticas y algunas de ellas muy ávidas de la humedad; las otras margosas, muy finas, estaban atravesadas por vetas limosas de un verde oscuro, procedentes de los légamos de los lagos en que se formaron. Los profundos barrancos que partiendo de Coll del Alba vienen á morir en Tortosa, aislando las alturas donde están emplazados los fuertes Tenaza, castillo de San Juan, Bonete y fuerte de Orleans, están caracterizados geológicamente por rocas de conglomerados, formados por cantos rodados unidos por un cemento calizo unas veces y arcilloso otras con diferentes grados de dureza, constituyendo verdaderas pudingas, alternando éstas con una roca impropia para construcciones, arenisca floja cementada con arcilla y con capas de ésta de varios metros de potencia; en la subida á la Tenaza existe una de 20 metros de espesor.

Por regla general, las arcillas están recargadas de arenas, lo que las hace impropias para la confección de ladrillos. Entre las capas de arcilla, y por debajo de ellas, aparecen vetas de margas arcillosas, caracterizadas por su avidez por la humedad, que se desprenden en lajas, presentando fracturas lisas jabonosas y brillantes; vénse, á la proximidad del río, légamos terro-arenáceos, arcillas, detritus y acarreos que van deposi-

tando éste y sus afluentes; los materiales, en fin, que en la obra incesante de demudación se van acumulando para la formación de otras rocas nuevas, formadas con los restos de las antiguas. Si á las proximidades del cauce del río se ven por ambas orillas las pundingas formadas por cantos rodados, cuya procedencia es de aguas arriba del Ebro, notándose que entre ellos no existen detritus de las rocas de la localidad, no sucede así en los que se encuentran remontándose hacia Coll del Alba; en éstos no predomina el canto rodado y sí el detritus de las rocas de las inmediaciones, cementado con carbonato de cal, presentando mucha dureza, y se encuentran canteras de piedra caliza, que vienen á formar parte del terreno tenécico, sobre el cual descansa el descripto, en la parte inferior del sifón, forma que afecta no sólo en su superficie, sino en su estratificación geológica el corte transversal del río, que pasa por Coll del Alba, Tortosa, Roquetas y Puertos de Beceite.

Raro es el trabajo que se haya efectuado en la Comandancia de Ingenieros de Tarragona, en el que más ó menos extensamente no hayamos tenido que ocuparnos de la constitución geológica del terreno. En los que hemos tenido ocasión de hacer, se ha hecho constar que el terreno que predomina en Tortosa pertenece á la era cenozóica y á los últimos tiempos de la mesozóica, lo cual basta para nuestro objeto; pero habiendo descubierto una capa de arcilla al pie de la masa de conglomerado que sustenta la batería O. del castillo de San Juan, arcilla que humedecida se escurría, desprendiéndose en grandes trozos, una vez contenida por un fuerte muro construído con mezcla de cemento y arena, comprendimos que al tener que redactar este proyecto, la parte más importante no sería la reconstrucción de los muros deslizados, sino el estudio de esta capa de arcilla, su dirección y buzamiento; análisis químico y geológico de la misma, para fijar qué parte ocupa su formación del gran período terciario, pues de este estudio habían de nacer los medios para neutralizar las causas que podrían ser orígen de catástrofes en épocas lluviosas.

Descubierta la capa de arcilla, que nos era desconocida por estar oculta por un corral adosado á la roca de conglomerado, que en este punto está separada 8 metros del pie de la muralla, y con objeto de estudiar su dirección, mandamos construir una jaula para bajar á un pozo de

43 metros de profundidad que hay en el centro de la plaza de armas. La constitución de las capas es la siguiente: una de conglomerado, unido con un cemento calizo de poco espesor, que alterna con capas de 1 á 2 metros de arcilla arenisca floja (1); sigue un banco de conglomerado, de 19,40 metros, apareciendo á la profundidad de 24 metros el mismo banco de arcilla, de un espesor de 7 metros; sigue después un banco de arenas sueltas, según se detalla en la figura 2. El banco de conglomerado está rajado en dirección E.O. De dicho pozo se sacaron muestras de las arcillas, cuyo análisis químico y geológico ha dado el resultado siguiente. Los elementos predominantes son: arcilla pura, caliza, y como secundarios, mica, granos de arena silícea, hidratos de peróxido de hierro y agua. Contiene, pues, todos los elementos de las arcillas margosas, pero en realidad es una capa de légamos. Tiene avidez por el agua, es pegajosa á la lengua y con la humedad es muy jabonosa, desprendiéndose en trozos por las partes ó vetas verdosas que presenta, que no son más que un limo de los sedimentos de los lagos miocenos en que se formaron. Continuando nuestras investigaciones, encontramos que la misma capa aparece en los puntos que se señalan con las letras *i' i' i' z' i'*, ó sea debajo del castillo, y en las avanzadas con las cotas 29, 33, 35, 38 y 39 sobre el nivel del mar. El exámen del terreno que hay á espaldas de la estación y en la tenaza y el bonete, acusa á igual altitud la misma capa de arcilla debajo del conglomerado, conforme se indica en el perfil figura 4.

En el mes de marzo de 1886, se notó algún movimiento en los cimientos de las bóvedas de la catedral, correspondientes á la capilla de San José. Encargado el arquitecto Sr. Abril de la obra de contención, que llevó á feliz término, encontró ser la causa una cueva subterránea que abrieron en una casa inmediata, por la cual se deslizaba la arcilla sobre que está cimentada la capilla citada; arcilla que por su proximidad á la capa descubierta al pie del castillo (30 metros), hace fundadamente suponer es de la misma clase que la de éste. Además, si trazamos una horizontal por la parte inferior de la capa, en el pozo (fig. 2), se ve que su prolongación pasa por el cimiento de la catedral.

---

(1) Esta arenisca no sirve como material de construcción.

Con estos datos lithológicos y el estudio de los puntos por donde pasa la capa de arcilla, teníamos los suficientes para nuestro trabajo; pero son de todo punto deficientes para fijar de un modo cierto la edad geológica de las pudingas y arcillas de que se componen todas las alturas donde se sientan los fuertes exteriores de la plaza de Tortosa. Para conseguirlo, hay que acudir á la fauna y á la flora de la región y este trabajo nos le da hecho el ilustre hijo de Tortosa D. José F. Landerer, en su notable estudio geológico-histórico de la región oriental de España en la época miocena; estudio que se refiere especialmente á las pudingas y arcillas de que tratamos. Estas últimas, sacadas del desmonte que se hizo para la fábrica del gas, que está al pie del castillo, eran de color ceniciento, muy finas y en un todo iguales á las que atravesaban el pozo de San José que antes hemos citado; tenían, entre otras varias, las especies fósiles que insertamos á continuación, y que dicho señor tuvo la atención de enseñarnos.

Son las siguientes:

Cigloscoma elegans (fig. 5).—Su concha es de un color violado claro y se halla provista de rayas finas longitudinales, y la espira, que es muy visible, se compone de cuatro circunvalaciones. Esta especie se halla también fósil en el mioceno de otras localidades, pero no es característica de dicha época, pues ha vivido después. El Sr. Vilanova la encontró en el mioceno de Libros en la provincia de Teruel; pero dicho ejemplar difiere más del tipo actualmente vivo que el citado que encontró el señor Landerer en la arcilla de la fábrica del gas de Tortosa.

Acer triangulilobum (fig. 7).—Especie de arce, que prosperaba durante la época miocena en Alemania, Suiza y Provenza. La aparición de este tipo, que se remonta á los últimos tiempos del cretáceo, alcanzó su máximo desarrollo en la segunda mitad del mioceno y se continúa en nuestros días.

Populus betuloides (fig. 6).—Especie de álamo, cuyas hojas llevan de tres á cinco nervaduras principales, que vivió en la época miocena en Alemania, Hungría y Rusia.

Salix media (fig. 8).—Sáuce, exclusive asimismo á la época miocena, que vivió en Alemania y Suiza. Este género cuenta con 105 especies. Los fósiles bien determinados no exceden de 54.

Cinnamomum Schenchzeri.—Esta especie de laurinea miocena fué muy común en Rusia, Alemania, Italia y Suiza.

Leucothoe arcinervis.—Especie de andrómeda que vivió en Provenza.

Ficus pulcherrima.—Higuera miocena que ha vivido en Provenza.

Grevillea myrtifolia.—Ha vivido en Provenza.

Planorvis crasus.—Característico del mioceno de Francia y Teruel.

Si con los datos que anteceden recordamos que el mioceno superior está caracterizado por las pudingas, margas grises y arcillas con plantas fósiles; si comparamos los datos lithológicos y paleontológicos citados con los de localidades clásicas, como Fournés y Vaquières, en el departamento del Gard; Cabrières, en el de Vaucluse y el monte Leberon, se llega á deducir que el terreno que se expresa en el perfil transversal pertenece al final de la época miocena; y si á esto añadimos que los tres tipos de calizas del terreno tenéncico inferior, están caracterizadas por ser unas compactas, grises y verdosas y contener *Plezorera pelagi*, *Pospinosa*, *Terebratula Dafue;* otras calizas amarillas y encontrarse en ellas *Janira Paulii Mytilus Vilanovæ*, *Panopra aptiensis* y otras duras sin fósiles, llegaremos á la conclusión de que el terreno considerado pertenece á la era cenozóica, abrazando parte de la mezozóica, desde el primer tercio de la época tenéncica, abarcando los periodos desde el cretáceo, y que coincide su relieve definitivo con los últimos tiempos del mioceno.

Sentado esto, pasemos á detallar los fenómenos y datos adquiridos, relacionados con la geología. Uno de los fenómenos que más llamó nuestra atención, fué el que se experimenta en el barranco de San Antonio, distante de la población 3 kilómetros y 24 del mar. Consiste aquél en que muchas veces baja agua dulce por el barranco sin llover, y esto ocurre siempre cuando reinan vientos de Levante durante varios días seguidos. Otro fenómeno más reciente, pues data de las inundaciones que han asolado la comarca en estos últimos tiempos, es la sima abierta perpendicularmente á la vía férrea, y de la cual brota abundante agua. Para cegarla se echaron más de 200 vagones de piedras, sin conseguirlo.

Durante el período de las inundaciones, que empezaron en el mes de octubre y continuaron hasta febrero, una casa de campo de las inmediaciones de la Ermita de Mix-camí, desapareció volviendo á cerrarse el

terreno, elevándose éste 1 metro en las inmediaciones. Desde esta ocurrencia dieron comienzo los deslizamientos de terrenos desde Coll del Alba hasta Tortosa y se cuentan por docenas las medias laderas desaparecidas, que arrastraron caminos y propiedades. Más cerca aún de Tortosa, en la proximidad de la estación del ferrocarril, en una media ladera de una altura que existe frente al derruído fuerte de Orleans, hubo el día 19 de enero un gran resbalamiento; olivos corpulentos fueron transportados á varios metros de distancia, y grandes bloques de conglomerado, rajados como si hubieran experimentado los efectos de una mina. Frente al fuerte del Bonete, se abrió una gran grieta en un banco de conglomerado que está sentado sobre otro de arcilla; en el barranco que existe frente al fuerte de la Tenaza, hubo varios deslizamientos de terrenos; lo mismo ocurrió en la parte Norte de la Tenaza, en donde se desprendieron bloks de conglomerado de varios metros cúbicos. Todos estos últimos datos están expresados gráficamente en la figura. 4.

Deducciones.—Conocida la constitución geológica y admitidas las teorías de la demudación y la de los levantamientos, teorías que nadie puede rechazar por estar fundadas en hechos que se están presenciando, vamos á cimentar sobre ellas nuestras deducciones, que han de ser: 1.ª, explicación científica de los fenómenos observados; 2.ª, clase de obras que deben ejecutarse para impedir deslizamientos en el castillo de San Juan.

A la obra de demudación cooperan sin interrupción los esfuerzos mecánicos y los químicos. Pertenecen á los primeros las erosiones que los agentes atmosféricos, el agua, el viento y las variaciones de temperatura producen al chocar con las rocas existentes; pertenecen al segundo las acciones disolventes de ciertos ácidos, que, como el carbónico, destruyen el granito introduciéndose por sus poros, y disuelven los calcáreos al combinarse con el vehículo agua. La sima abierta en mitad de la vía á 6 kilómetros de Tortosa, la casa desaparecida en las inmediaciones de la Ermita de Mix-camí, las avenidas del barranco de San Antonio, los deslizamientos de terrenos y el derrumbamiento ocurrido en el castillo el día 16 de enero, todo tiene su explicación con sólo considerar que un terreno cenozóico donde predominan las arcillas y légamos y abundan las oquedades con las fallas inherentes á los levantamientos de

su formación, se ha visto en un corto período de tiempo repetidas y consecutivas veces inundado. En efecto: las aguas, filtrándose á través de las rocas y llegando á grandes profundidades, penetraron hasta capas de arcillas que, humedecidas, convirtiéronse en lubrificantes, por donde resbalaron las primeras; de aquí los deslizamientos; donde encontraron huecos, se produjo el aire comprimido y éste originó las roturas y resquebrajamiento de rocas de toda especie, con fenómenos que tienen mucha analogía con los seísmicos, y esto explica los ruidos subterráneos que se oyeron en este castillo (1), el aspecto de la media ladera próxima al fuerte de Orleans y el hundimiento de la casa de campo. Existe entre los niños de la localidad un juego, que consiste en hacer con arcilla una semiesfera, que se coloca en la palma de la mano, se vuelve ésta con rapidez, y al tirarla sobre una piedra plana se comprime el aire y se produce un ruido muy perceptible al romper su envuelta. La naturaleza tiene también este juego en las comarcas en que predomina el elemento arcilloso, pues, resbalando, se producen enormes compresiones en las oquedades, y de aquí roturas hasta en rocas que presentan el aspecto de haber sido voladas por la mina, y de las cuales guardan eterno recuerdo los que han sido víctimas de sus efectos.

Las avenidas del barranco de San Antonio se explican por varios depósitos ó bolsas de agua expelidas por el aire comprimido que originan los levantes, al azotar con ímpetu el mar la costa, á donde van á parar los conductos naturales que con aquéllos están en comunicación.

La sima abierta en mitad de la vía, de la cual salía abundante agua, no es, en nuestro concepto, más que un pozo artesiano natural, que brotó espontáneamente, en justificación de la afirmación que hizo el Sr. Landerer en 1877, de que Tortosa es el valle tipo para los pozos artesianos. Conforme hemos dicho, hubo, es verdad, un intento de construcción de un pozo de esta índole, pero antes de llegar á los 100 metros tuvieron que desistir, ya porque los medios empleados para la perforación eran muy primitivos, ya por falta de fondos, y en obras de esta clase, ni se puede emplear el metro como unidad de medida, ni el duro como uni-

(1) La guardia que quedó en el castillo de San Juan la noche del día 16, oyó un ruido subterráneo parecido á un trueno.

dad monetaria, que, conforme dijimos en la memoria sobre las minas de carbón de piedra Albay, el haber incurrido en este error los que fundaron la sociedad para la explotación de las minas, fué la causa de su ruína; porque una falla que en la naturaleza es despreciable, geológicamente considerada, por su pequeñez, y aun puede ser anuncio de riqueza en la cuenca, es la total ruína de una sociedad que no cuenta con medios sobrados para salvarla. La Providencia hizo brotar uno espontáneaneamente para evidenciar el aserto del sabio geólogo y deducir que las venas líquidas pasan á mayores profundidades.

Es innegable que los efectos más temibles en la obra de demudación los produce el agua sobre los lechos de rocas sólidas de orígen neptúnico, cuando éstos los constituyen arcillas ó casquijo. Citaremos dos ejemplos.

«En el mes de diciembre de 1839 tuvo lugar un desmoronamiento en la costa de Dorsetshire, entre Axmonth y Lyme Regis. Los acantilados en este punto están compuestos de creta, que se apoya sobre arenisca, debajo de la que se encuentran más de 30 metros de arena incoherente. La estación había sido excesivamente lluviosa; las aguas, filtrándose libremente al través de la arena, habían minado poco á poco los fundamentos sobre que descansaba la roca sólida. De ahí resultó que, obedeciendo toda la superficie de la montaña á la ley de la gravedad, se precipitó hacia el mar, dejando detrás de sí una cavidad de cerca de 1200 metros de longitud sobre 72 de ancho, con 45 de profundidad (1).

»Entre los lagos de Zug y de Lucerna, en el cantón de Sdwytz (Suiza), existe la famosa montaña Righi, de un circuito de 50 kilómetros y una altura de 1828 metros, que tiene magníficas vistas y que es visitada por 40.000 turistas al año. En su base oriental existió hasta el otoño de 1806 la floreciente ciudad de Goldan. Esta ciudad estaba dominada al N. por la montaña Rossberg, que, como el Righi, consiste en un conglomerado compuesto de cantos unidos por un cemento calizo. Esta roca, muy compacta en sí misma, está dispuesta en capas que alternan con lechos de arena no aglutinada. Había caído durante el verano de 1806 una gran cantidad de lluvia, que se abrió camino por entre las grietas del conglomerado y había alcanzado la arena inferior. Esta fué desleída y

(1) LYELL: *Principes de Geologie.*

en parte arrastrada por la acción de las aguas, y el día 2 de septiembre, á eso de las cinco de la tarde, se precipitó en el valle, desde una altura de 900 metros, una enorme masa de rocas de 300 metros de longitud por 30 metros de espesor. En un instante este mágico paisaje fué transformado en una escena de desolación: Goldan y los pueblos comarcanos fueron sepultados á muchos metros de profundidad bajo un enorme montón de ruinas. El tiempo ha suavizado un poco el aspecto, pues empieza ya á aparecer una débil vegetación; se ha edificado un nuevo pueblo sobre las ruinas del antiguo, y en la muralla exterior de la iglesia parroquial, edificada en 1843, el viajero puede leer en una lápida de mármol una sencilla inscripción, destinada á perpetuar el recuerdo de la terrible catástrofe (1)».

Con lo dicho quedan explicados los fenómenos, y sabiendo que los desastrosos efectos que acabamos de enumerar son debidos al elemento agua, puesto en contacto con las arcillas, al ácido carbónico y á los agentes atmosféricos, que ejercen su acción lenta pero contínua sobre las rocas que sirven de asiento al castillo, fácil nos será deducir la clase de obras que deben ejecutarse para neutralizar tales efectos. Los dos ejemplos que acabamos de citar y otros muchos que podríamos añadir, son la justificación más elocuente de nuestros temores.

Para neutralizar los efectos de los agentes atmosféricos, fáciles de precaver por su acción lenta, es preciso un entretenimiento contínuo, cuidando, como venía haciéndose, á medida que alcanzaban los recursos, de rellenar todas las cuevas que las erosiones producen en las areniscas flojas *(taperot)* y en los conglomerados unidos por un cemento arcilloso, que se reblandece con las humedades, y para ello habría necesidad de aumentar el entretenimiento de la Comandancia, ya de sí exíguo, para atender debidamente los vetustos edificios de su demarcación.

Para impedir que pueda ocurrir una catástrofe como la de Goldan, es necesario poner todos los medios para que las filtraciones no lleguen á la capa de arcilla (légamos), que una vez humedecida, se convertiría en capa lubrificante; es también preciso macizar los pozos negros en las

(1) CÁRLOS BOGT: *Lehrburch de Geologie.*

inmediaciones, para que por ellos no pueda escurrirse la capa de arcilla, como sucedió en la capilla de San José de la catedral; hace falta que en la calle inmediata, ó sea entre la punta del Diamante y la catedral, y en donde aparezca la arcilla en la superficie, se levante y vuelva á sentar el empedrado, con mezcla de cemento y arena, formando así un zampeado impermeable, y en una palabra, hay que contener esta capa é impedir que el elemento agua llegue á ella, bien por filtración vertical, horizontal ó por contacto.

Datos numismáticos, arqueológicos é históricos.

Con motivo de los deslizamientos ocurridos el día 16 del mes de enero próximo pasado, y con el fin de evitar otros nuevos que se iniciaron, permanecimos en Tortosa, y más que en Tortosa en el castillo de San Juan, desde dicho día hasta el 12 de febrero. Durante ellos recogimos varios datos, de gran importancia para nosotros, por cuanto ellos sirvieron para resolver, en unión de los geológicos, los problemas que se presentaron entonces, y nos servirán para los que nos quedan que resolver en este proyecto. Pasemos á reseñarlos seguidamente.

Al ir desescombrando las tierras, se encontró como dato geológico, que daba la explicación terminante de lo ocurrido, una capa de arcilla oculta entre dos muros y el terraplen que constituía el corredor aspillerado (vista núm. 1 y figuras 9 y 26), sobre la cual se sentaba el muro sin caja de cimientos. Esa capa, convertida en masa lubrificante, hizo resbalar el muro núm. 3, éste al núm. 2 ó sea al que limita la subida al castillo y ambos al núm. 1. (Véase fig. 26.)

Entre los objetos que recogimos figura primero una moneda de cobre (figura 2) muy borrosa y en la que se ven sólo las letras ... OT . COMP... Se cree que la primera palabra fué OLOT, en cuyo caso es una moneda de las que se acuñaron en dicha población durante el levantamiento de 1640 (Sr. Bau), y entonces la segunda palabra es, sin duda, COMPTE; á mayor profundidad se encontró otra de plata, con la particularidad de que estaba mezclada con el mortero de un contrafuerte del segundo muro, en una de sus llagas: en apariencia casi se confundía con una china de las arenas gruesas con que fué formado dicho mortero; limpiada resultó ser

una moneda de Pedro IV de Aragón, conde de Urgell, acuñada en dicha población á fines del siglo XIV, cuyo facsímile es el que se especifica en la figura 10; dato importante para, en unión de otros históricos, deducir la época en que se construyeron dichos contrafuertes. Antes de llegar á la capa de arcilla y á la distancia de 4 metros, se encontraron en el muro que da al camino de subida, una saetera y una tronera, y un metro más bajo que éstas una antigua cocina de un cuerpo de guardia: de allí se sacaron varios pedazos de loza árabe y un qandil de barro, como se detalla en la figura 11, del cual se derivó nuestro candil; por debajo de la cocina apareció un depósito, como se ve en las figuras 9 y 26, en planta y corte, muy bien construído; sus paredes y fondos están hechos de un picadizo y reforzados sus ángulos para impedir filtraciones. Su construcción se remonta á la época romana. Al deshacer un pedazo de contrafuerte, se encontró que para su unión con el muro se valieron, como se acostumbra hoy, de un pedazo de tronco de olivo, que tiene la forma de cola de milano: comparado este pedazo de madera con los que se sacan de construcciones de época conocida, lo menos se le atribuyen de 300 á 400 años, además de llegar á esta misma conclusión comparándolos con trozos de hierro encontrados en el mismo lugar, completamente deshechos.

Al quitar las tierras de los parapetos superiores del camino, se encontró otro firme más bajo que el actual y en el punto indicado en el plano por la letra *a* una antigua puerta romana tapiada.

Al entrar en el recinto superior del castillo de San Juan, lo primero que llama la atención son dos trozos de columna de granito, que un día formaron parte del templo de Diana; en la subida á las habitaciones del gobernador del castillo, y empotrada en el muro, existe una lápida dedicada al dios Pan; en un ángulo del macho del castillo, y en el sitio que en la figura 1 se señala con la letra *b*, existe otra lápida, cuya copia á escala es la que se detalla en la figura 13; existen, asimismo, en los ángulos *a''* y *b''*, otras dos lápidas, cuya auténtica copia es la que se vé en las figuras 14 y 15; la última, según opiniones de personas competentes, entre las que citaremos al tan modesto como entendido aficionado señor Bau, no había sido publicada aún. De ella se sacó una copia en papel secante, que fué remitida al P. Fita.

En los alrededores del castillo se ven palpablemente, por la especialidad típica de sus construcciones: en el ángulo O., llamado Punta del Diamante, la obra más antigua de todas, que se remonta á los iberos; después, sobre las rocas, se ven las mamposterías romanas, encima de éstas las árabes y por último las del tiempo de Felipe V. A la misma altura que está la tronera ya referida, se encuentra, en la parte Norte, otra idéntica á la aparecida en el recinto Sur.

Por lo descripto se vé que en Tortosa, como en Tarragona, los pueblos más remotos dejaron huellas de su paso, y si en el primero no existen como basamento las murallas ciclópeas, esos gajos de monte puestos artísticamente unos encima de otros, no es porque sea más ó menos antigua, sino porque en Tortosa las murallas ciclópeas se encargó de hacerlas la misma Naturaleza: lo que en una son gajos de monte, son en la otra masas de conglomerado, que no obstante su mayor magnitud, han sido movidas con más facilidad que lo fueron las de Tarragona: porque los mayores esfuerzos humanos no tienen término de comparación con los de la Naturaleza.

Si del castillo pasamos á los alrededores de la hermosa vega de Tortosa, bajando por la orilla derecha del Ebro, nos encontramos, antes de de llegar á Vinalop, silos abiertos en la roca, construcciones que atestiguan que en la edad de piedra allí fundaron una población; si nos remontamos unos kilómetros agua arriba, veremos restos de construcciones iberas, dato, al parecer trivial, del cual se deduce lógicamemte que los primeros pobladores de esta rica comarca no se establecieron desde luego en el emplazamiento que hoy ocupa, sino que antes de sentarse en definitiva tantearon dos puntos. ¿Cuál fué la causa? ¿Por qué abandonaron los primeros emplazamientos? ¿No podría obedecer á la naturaleza y constitución geológica del terreno?

Si continuamos nuestras investigaciones arqueológico-históricas, ciñéndolas á la parte que nos interesa y circunscribiéndolas al castillo de San Juan, vemos en él construciones romanas, árabes y modernas; las primeras se distinguen por su sólida y hermosa sillería, en la cual predomina la arenisca roja, transportada, sin duda, de aguas arriba del Ebro, de Ribarroja, tanto porque en la localidad no existe, como porque la labra y aparejo que le son típicas así lo prueban; las segundas están

caracterizadas por sus construcciones de tapial, y las últimas, en sus comienzos (reinado de Felipe V), por la esmerada mano de obra. De ellas era un precioso modelo la ciudadela de Barcelona. Vénse las lápidas romanas, pedazos de frisos y columnas, restos de monumentales construcciones, formando parte de edificaciones modernas, porque el hombre, queriendo imitar á la naturaleza en su admirable ley de la demudación, ó mejor dicho, impulsado por ella misma, forma sus nuevas construcciones con restos de las antiguas, como se forman los conglomerados y las rocas con restos y detritus de las primitivas.

Datos históricos.

Es incuestionable que siempre, en la defensa de Tortosa, ha jugado su castillo el papel más importante: la Historia no empieza á reseñarle sino á contar de la dominación árabe, ó desde el año 716. Desde esta fecha y durante un siglo, el único acontecimiento notable, digno de ser consignado, es la sublevación que terminó con el asesinato de Aza, en las calles de Tortosa, por sus mismos partidarios. Desde 809 y durante los 434 años que estuvo en poder de los moros, no cesaron los asedios y los sitios. En efecto: desde 809 hasta 811, tanto Carlomagno como Ludovico Pío, no cejaron en su empeño, hasta que el último tomó la plaza después de cuarenta días de sitio, entregando las llaves á su padre Carlomagno. En 826 volvió á caer en manos de los moros, y el afán de los cristianos fué, si cabe, mayor que antes, pues hasta el papa Calixto II, en persona, quiso asistir al sitio de la plaza, y no habiéndole sido posible, delegó en San Olegario, que concurrió á las expediciones de Lérida y Tortosa. En el coro de la catedral de Tarragona existe aún el estandarte de combate que usó el santo. En 1149 fué tomada la plaza por Ramón Berenguer IV, llamado *el Santo*, sirviendo, como siempre, la Zuda de último atrincheramiento. En este sitio se tuvo que rellenar un foso de 84 codos de ancho por 64 de alto, operación en la que trabajaron, sin distinción de sexos ni de edades, todos los cristianos, alentados por haber concedido el papa la misma bula que había concedido Urbano para los que iban á la conquista de Tierra Santa; el sitio duró seis meses, y el foso que acabamos de citar es la cortadura natural de conglomerado, que exis-

te entre el macho del castillo y sus avanzadas, cuya anchura viene á ser aproximadamente la indicada. En esta fecha es cuando se formó la orden del Hacha, por la defensa que hicieron las mujeres de la plaza contra los moros, que intentaron recuperarla sin conseguirlo, y se firmó la famosa Carta puebla, en la que se señala á Tortosa un término que empieza en Coll de Balaguer y llega hasta Ulldecona. Don Pedro I de Aragón hizo donación del castillo á los Templarios, que lo conservaron en su poder hasta 1294. En la fachada posterior del pabellón del Gobernador, se ven restos de la ocupación por los Templarios de la fortaleza de que tratamos.

Durante la guerra de Sucesión, la plaza de Tortosa representó importante papel, sufriendo dos sitios y un asalto, pasando de manos de los partidarios de Austria, á las de Felipe, y recíprocamente; en todos ellos el castillo fué la verdadera ciudadela de la plaza. En 1642 sólo había dos cañones, y según consta en la historia, al saberse que iba á ser atacada por los catalanes y franceses, el rey Felipe IV mandó á una comisión de Ingenieros, entre ellos al ayudante de ingeniero D. Antonio Gondolfo, para aumentar las fortificaciones. Si nos fijamos también en que en este intervalo fué cuando se pasó del mosquete al fusil, que, como es sabido, empezó á usarse en el primer tercio del siglo XVII, lógico es suponer que tanto los franceses como los partidarios del archiduque reforzaron la fortaleza apropiándola al nuevo armamento. En 1708, llegó el ejército de Felipe V frente á Tortosa con 25.000 hombres, al mando del duque de Orleans, y la plaza capituló. A últimos del año volvió á ser atacada por los partidarios de Austria, que se vieron precisados á levantar el sitio. La muerte del emperador José de Austria, colocó definivamente en el trono de España á Felipe V, poniendo término á la guerra de Sucesión. Por último, en los comienzos del siglo XIX se hicieron grandes reparaciones y quedaron montadas 127 piezas, con 700 artilleros y 80 zapadores-minadores, preparándose para el importante papel que desempeñó en la guerra de la Independencia.

Si el conocimiento detallado de la constitución geológica nos da en parte la confirmación de nuestras conclusiones, la explicación científica de los llamados fenómenos ocurridos en la comarca, y hasta nos señala por modo indubitable las obras que se deben ejecutar para el logro de

nuestros fines, los datos numismáticos, arqueológicos é históricos, complementando los geológicos, nos permitirán fijar la edad de las murallas, las distintas alturas que han tenido las mamposterías y fechas en que se iban aumentando sus relieves, dándose por fin el dato de la preexistencia de un foso, dato que por sí solo remunera con creces el trabajo que ocasionara su adquisición y estudio.

Con todo lo que antecede tenemos ya todos los datos para entrar de lleno en la resolución de nuestro problema, y para ello recordaremos que al finalizar el estudio geológico dijimos que, para alejar el temor de un deslizamiento, era preciso aislar la capa de légamos de las humedades que pueden llegar á ella, bien por filtración vertical, horizontal ó por corriente subterránea y por contacto. Veamos cómo se consigue.

Distintas soluciones y elección de las más convenientes.

Las filtraciones verticales se pueden evitar de un modo casi absoluto: 1.°, poniendo una capa impermeable; 2.°, dando convenientes pendientes y salidas de aguas, y 3.°, combinando estos dos medios, que es lo que proponemos. Se extenderá, pues, una capa de hormigón de 6 centímetros sobre todos los planos de fuego de las baterías y sus merlones; las banquetas se apisonarán y afirmarán con una capa de morterizo, dando mayores pendientes á las salidas de las aguas, todo conforme se efectuó en varias baterías del morro del castillo. Como de hacer esta obra extensiva á toda la fortaleza, el presupuesto sería de mucha consideración, puede hacerse sólo para la parte alta, dejando las avanzadas, puesto que en ellas no pueden ocurrir desgracias por no tener edificaciones en su pie.

Para impedir que la filtración llegue en sentido horizontal, que sería la más costosa, se presenta en este caso la solución sumamente sencilla, porque puede decirse que no existen á estas profundidades corrientes subterráneas. De haberlas se habrían notado durante las persistentes lluvias del invierno próximo pasado, en el pozo, de forma elíptica, emplazado en el centro de la explanada superior del castillo. Además, si nos fijamos en el perfil (fig. 3), se ve que entre las avanzadas y el pie del morro existe una depresión que deja aislado el promontorio. Entre

el macho y las avanzadas, que en aquella fecha no existían, había en tiempo de la Reconquista un foso profundo, que cegaron para dar el asalto; este dato histórico nos hace afirmar más en la convicción de que estando aislado el macho no hay que temer á las aguas que subterráneamente pudieran venir á reblandecer la capa de arcilla referida. En Argel, para contener una filtración de este género que hace resbalar los terrenos hacia un barranco, se han construido galerías, en las cuales se han invertido grandes sumas, sin haber conseguido aún lo que se pretende.

La humedad por contacto se evita con la obra que hace falta ejecutar para la contención. Si nos fijamos en la figura 2, que es un corte del pozo, vemos: que en la parte inferior existe un banco de arenas no aglutinadas, en el piso superior la capa de légamos y encima de éstos la masa de conglomerado rajada verticalmente, lo cual indica que ha existido movimiento. Es preciso, pues, revestir este pozo cuando menos desde su fondo hasta el conglomerado.

Elección del sistema más conveniente.

De los distintos sistemas de encofrados que se conocen, el más conveniente para el caso actual es el formado con ladrillos y mezcla de cemento y arena; proponemos, por tanto, una camisa ó encofrado del grueso de un ladrillo á tizón. Con esta construcción se contendrán las arenas y las arcillas, que si bien no están aglutinadas, en circunstancias normales se sostienen verticalmente; se impedirá el contacto atmosférico y el que las aguas pluviales que acuden al pozo produzcan desprendimientos en unas y otras, lo cual podría dar por resultado temibles resquebrajamientos de la masa de conglomerado que tienen encima. Esto es absolutamente preciso, por la tendencia marcada que se nota en el pozo á irse ensanchando desde el conglomerado hasta el fondo, además de lo que ya se ha manifestado ó sea el ruido subterráneo que se oyó, y las grietas que aparecieron en todas las baterías de la parte Norte de la plaza de armas.

La obra tal como se propone, hará las veces de un monolito; de hacer asientos será por igual, bastando para ello construir el anillo infe-

rior con un mes de anticipación, y de tener lugar aquéllos bastará para remediarlos poner en la parte superior las hiladas que convenga, en igual forma y modo como se acostumbra en la construcción de pozos en arenas sueltas, en los que se construye primero el encofrado y éste va introduciéndose en el terreno en forma y con arreglo á principios parecidos á los usados en la cimentación de pilas por aire comprimido.

Las figuras de la 6 á la 27 indican detalladamente las obras que se propone ejecutar, que en síntesis son: afirmar puntos atacables del promontorio en que está sentado el castillo de San Juan, en su parte lindante con la poblacióón, para anular ó aminorar, en lo humanamente posible, los efectos destructores de los elementos exteriores en general, y muy en particular del elemento agua, cuyos terribles efectos, al obrar sobre capas arcillosas, hemos patentizado anteriormente. Pasemos ahora á detallar las obras necesarias para cerrar el castillo, ó sea la reconstrucción de las partes derruidas por los temporales.

Los muros derrumbados tenían una estabilidad acreditada por siglos de existencia, y sin embargo, al comparar los que se proponen para su reedificación, parece que existe contradicción, puesto que resultan con mayores espesores. Todo tiene satisfactoria explicación, observando que el muro núm. 1, ó sea el que limita la carretera de subida, está en un terreno á media ladera, y que, conforme se deduce de los datos históricos y numismáticos, cuando se construyó el muro, el firme de la carretera era más bajo, y en su consecuencia la altura del muro menor; cuando al mejorar las fortificaciones, conforme vimos al reseñar los datos históricos, elevaron estos muros, calcularon las partes nuevas no considerando el prisma total de las tierras, sino el parcial, lo cual pudo hacerse, porque lo construído en la mampostería obraba como un monolito y las tierras estaban de tal modo comprimidas y apisonadas, que se sostenían verticalmente. En el segundo muro (fig. 26) sucede algo parecido, como se prueba con los datos históricos y se confirma con los arqueológicos ya expuestos. En efecto, cuando se construyó este muro su altura era mucho menor, según lo comprueban la tronera y saetera que aparecieron á 4 metros de su coronamiento y el cuerpo de guardia ya citado, que está por debajo de dicha tronera, á la distancia conveniente para hacer buen uso de ella. Cuando se elevó el firme de

la carretera de subida se elevó también la altura de este muro, y para reforzarlo se construyeron los contrafuertes interiores que se detallan en la figura 9. En el muro núm. 3 está, en parte de su altura, contrarrestado el empuje del prisma por las tierras que constituyen el terraplén ó adarve anterior y los contrafuertes que lo unen con los torreones 1, 2, de la figura 9. Con lo dicho queda evidenciado que no obstante tener una buena estabilidad los antiguos muros, al proyectar los nuevos resultan con espesores algo mayores.

Cálculos.

Para el cálculo de los espesores hemos fijado un perfil tipo, valiéndonos de las acreditadas fórmulas de Vigan y Poncelet, y con los datos tomados en el pie de obra hemos calculado los empujes y comprobado la resistencia y estabilidad como á continuación se expresa.

Muro núm. 1. Datos. Fórmula que da la misma estabilidad que Vauban ó sea la fórmula de Poncelet

$$l = 0{,}280\ h.$$

Fórmula de Vigan:

$$e = 0{,}25\ h \left(1 - 0{,}10 \text{ tang. } \delta' \frac{\text{tang. } \alpha \text{ tang. } \delta'}{1 - \text{tang. } \alpha \text{ tang. } \delta'}\right)$$

e = espesor del muro.

δ' = ángulo del talud exterior = $\frac{1}{10}$

h = altura.

α = ángulo que forma la ladera con el horizonte = 55°.

Siendo el ángulo α mayor que 30°, es conveniente la aplicación de esta fórmula, y haciendo en ella

$$h = 5{,}6 \qquad \text{tang. } \delta' = \frac{1}{10},$$

será

$$e = 0{,}25\ h\left(1 - 0{,}01\ \frac{0{,}67 \times 0{,}010}{1 - 0{,}67 \times 0{,}1}\right) =$$

$$= 0{,}25\ h\left(1 - 0{,}01\ \frac{0{,}067}{1 - 0{,}067}\right) = 0{,}25\ h\left(1 - \frac{0{,}00067}{1 - 0{,}067}\right) =$$

$$= 0{,}25\ h\left(1 - \frac{0{,}00067}{0{,}933}\right) = 0{,}25\ h \times 0{,}933 = 0{,}25 \times 5{,}6 \times 0{,}933 = 1{,}30.$$

Sobre la figura 16 pasemos á comprobar la estabilidad y resistencia. Para ello haremos

$$\delta' = 0 \qquad \alpha = 36°.$$

$\beta = 0$, fórmulas de Bonsinesg.

$E_0 = k \times \frac{h^2\ t}{2}$ (tablas, página 1123 y siguientes, Marvá).

$E_0 = k \times 28.224 \qquad k = 0{,}261.$

$E_0 = 0{,}261 \times 28.224 = 7336$ kilógramos.

$$P = 5{,}6 \times \frac{1{,}30 + 1{,}86}{2} \times 2400 = 5{,}6 \times 1{,}58 \times 2400 = 21.216.$$

P' = peso de un muro aspillerado.

$V = 1{,}8 \times 0{,}7 = 1{,}26.$

$P' = 1{,}26 \times 2400 = 3024$ kilógramos.

$P'' = P + P' = 21.216 + 3024 = 24.240$ kilógramos.

$$m = \frac{24.240 \times 1{,}12}{7336 \times 1{,}80} = 2{,}05.$$

$$p = \frac{2 \times 24.240}{3 \times 0{,}45} = \frac{48.480}{1{,}35} = 35.911$$ por metro cuadrado ó 3,60 por centímetro cuadrado.

El coeficiente de estabilidad está comprendido entre 2 y 3, y como la colocación, en el coronamiento, del peso de un muro aspillerado aumenta algo esta cantidad, y las resistencias están también en buenas condiciones, adoptamos en definitiva este perfil.

Muro núm. 2. Fórmula de Vigan:

$$e = 0{,}25\ h \left(1 - 0{,}10 \times \frac{1}{10} \frac{\text{tang. } 50 \times \frac{1}{10}}{1 - \text{tang. } 50 \times \frac{1}{10}} \right) =$$

$$= 0{,}25 \times 3{,}80 \left(1 - 0{,}1 \times \frac{0{,}08}{1 - 0{,}08} \right) = 0{,}25 \times 3{,}80\ (1 - 0{,}01 \times 0{,}92) =$$

$$= 0{,}25 \times 3{,}8 \times 0{,}99 = 0{,}94.$$

$h = 3{,}80$; valor de k para el empuje máximo.

$\delta = 0$; $k = 0{,}261$.

$x = 36°$ $t = 1800$ $E_0 = k \frac{h^2 t}{2}$; $\frac{h^2 t}{2} = 12.996$.

$\beta = 0$ $h = 3{,}80$.

$E_0 = 0{,}261 \times 12.996 = 3392$ kilógramos.

$$P = 3{,}80 \times \frac{0{,}94 + 1{,}30}{2} \times 2400 = 3{,}8 \times 1{,}12 \times 2400 = 10.214 \text{ kg.}$$

$P'' = P + P' = 10.214 + 2304 = 12.518$ kilógramos.

P' = peso del coronamiento.

$$m = \frac{12.518 \times 0{,}70}{3392 \times 1{,}26} = 2.$$

$$p = \frac{2 \times 12.518}{3 \times 0{,}040} = 2.$$

Segundo tanteo (fig. 18):

$$e = 0{,}90.$$

$E_0 = 0{,}261 \times 12.996 = 3392$ kilógramos.

$$P = 3{,}80 \times \frac{0{,}90 + 1{,}25}{2} \times 2400 = 3{,}8 \times 1{,}07 \times 2400 = 9758{,}40 \text{ kg.}$$

$P'' = P + P' = 9758 + 2304 = 12.062$ kilógramos.

$$m = \frac{12.062 \times 0{,}65}{3392 \times 1{,}26} = 1{,}83.$$

$$p = \frac{2 \times 12.062}{3 \times 0{,}30} = 26.804 \quad \text{ó} \quad 2{,}6 \text{ por centímetro cuadrado.}$$

Cálculo gráfico (fig. 20):

$$E_0 = \frac{a\,b}{b\,c} \cdot m \times 2052 \text{ kilógramos} = 3078 \text{ kilógramos.}$$

$$\frac{a\,b}{b\,c} = 0{,}50; \qquad m = 3.$$

Para el cálculo de este muro nos hemos valido de la misma fórmula empírica de Mr. Vigan, por que el ángulo que forma la línea *a b* con la horizontal es mayor de 30° grados; además, los contrafuertes existentes dan un exceso de solidez y estabilidad. (Figuras 21, 22, 23 y 24.)

Muro núm. 3. Es preciso considerar la altura de este muro dividida en dos partes: una desde el cimiento hasta el adarve, y la otra desde éste hasta el coronamiento. En la primera altura, los empujes están contrarrestados por las tierras del terraplén y tres contrafuertes; la segunda es la que hay que calcular como un muro de contención de 4m,80 de altura. Siguiendo la marcha establecida, aplicaremos una de las fórmulas más comunmente empleadas, y con arreglo á los espesores que nos dé, fijaremos un perfil, y prévio el cálculo de los empujes máximos y pesos, veremos gráfica y analíticamente si se verifican las condiciones de estabilidad y resistencia, pasando, por último, al trazado de la curva de presiones antes de adoptar el perfil en definitiva.

Como este muro queda en parte enterrado, resulta más económico que rehacer toda la parte enterrada, seguir el sistema de construcción que se detalla en la figura 25.

Datos:

$h = 4{,}80.$

$\beta = 5°$ $\qquad t = 1800$ kilógramos.

$\delta = 0.$

$$E_0 = k\,\frac{h^2\,t}{2} = 0{,}275 \times \frac{41.472}{2} = \frac{11.404{,}8}{2} = 5702{,}4 \text{ kilógramos.}$$

$x = 36°.$

$k = 0{,}275.$

Poncelet:

$$e = 0{,}285\ h;$$

$$e = 0{,}285 \times 4{,}8 = 1{,}36.$$

Tomamos 1,30.

$$P = 4{,}80 \times \frac{1{,}30 + 1{,}70}{2} \times 2400 = 4{,}8 \times 1{,}50 \times 2400 = 17.200 \text{ kg.}$$

$$m = \frac{17.200 \times 1{,}1}{5702 \times 1{,}60} = 2.$$

Como $\beta = 4°$, aún resultará un coeficiente mayor;

$$p = \frac{2 \times 17.200}{3 \times 0{,}5} = \frac{34.400}{1{,}50} = 22.933,$$

ó sea 2,2 por centímetro cuadrado.

Empuje máximo, según el cálculo gráfico:

$$E_0 = \frac{c\,b}{a\,b} \times n \times 1944 = 0{,}471 \times 6 \times 1944 = 5482 \text{ kilógramos.}$$

Curva de presiones.—Parcial.

Segundo punto:

$$E_0 = k\,\frac{h^2\,t}{2} = 0{,}275 \times \frac{16 \times 1800}{2} = 0{,}275 \times 14.400 = 3960.$$

$$P = 4 \times 1{,}50 \times 2400 = 14.400 \text{ kilógramos}$$

(figuras 21, 22 y 23).

Tercer punto:

$$E_0 = 0{,}275 \times \overline{2{,}70}^2 \times 900 = 1800.$$

$$P = 2{,}70 \times 1{,}4 \times 2400 = 9072.$$

Cuarto punto:

$$E_0 = 0{,}275 \times 900 \times \overline{1{,}80}^2 = 1241.$$

$$P = 1{,}80 \times 1{,}30 \times 2400 = 5616.$$

Quinto punto:

$$E_0 = 0{,}275 \times 900 \times \overline{0{,}90}^2 = 200{,}47.$$

$$P = 0{,}90 \times 1{,}25 \times 2400 = 2700.$$

Las dimensiones de las restantes partes de la construcción no necesitan cálculos.

Para contrarrestar los desplomes que se iniciaron en los muros *A* y *B* de tapial, se construirán de nuevo los revestimientos y los contrafuertes interiores que se detallan en los planos.

Detalles de construcción.

En la reconstrucción de los muros, cuyos cálculos acabamos de detallar, se pondrá especial cuidado en ir apisonando las tierras por capas delgadas, convenientemente humedecidas, y en dejar barbacanas por cada 10 metros cuadrados de paramento de muro.

Materiales utilizables procedentes de los derribos.

Los materiales procedentes de los derrumbamientos son de dos clases: la piedra y las tierras. Estas servirán para la reconstitución de los terraplenes derribados: de aquéllas, se aprovecharán para la reconstrucción de los muros las areniscas rojas, que presenten buenas condiciones, y las demás, que no las tienen, servirán para confeccionar machaca para el hormigón.

***

En resúmen, las obras que proponemos son:

Municipio. . .

a En las casas que existen al pie del conglomerado de la batería Oeste del castillo de San Juan, que son las señaladas con los números 7, 9, 11 y 13 de la calle de Capellanes, rellenar sus pozos negros con mampostería, y en los pisos bajos construir un zampeado, donde aparezca la marga arcillosa, sobre la que se sienta el conglomerado.

b Prohibir en absoluto en todas las casas que abarca la zona comprendida entre la catedral y el pie del castillo, toda construcción subterránea que no sea dirigida por el arquitecto municipal.

c Levantar el empedrado de cuña de la calle y callejón de Capellanes, y volverlo á sentar con cintas de sillería y mezcla de cemento y arena.

Ramo de Guerra. . . . . Las detalladas en este proyecto, encaminadas á impedir que la capa de légamos pueda humedecerse y dar orígen á una catástrofe, y á la reparación de los muros deslizados y refuerzo de los desplomados.

*
* *

Hemos dicho al principio, y demostrado después, que este proyecto interesa, no tan sólo al ramo de Guerra, sino también á la ciudad de Tortosa, porque si bien todo el interés del primero está íntimamente relacionado con el porvenir de esta rica comarca (pues nadie desconoce las inmensas ventajas que le reportará el día que se convierta en plaza de guerra y de depósito), es más inmediata, más tangible, la necesidad de cumplir el objeto principal de este proyecto, que es impedir por todos los medios que están al alcance humano que, si algún día se repitiesen las inundaciones del invierno de 1898, se corriese el riesgo de un deslizamiento de la mole de conglomerado sobre la que se sienta la batería Oeste del castillo de San Juan.

Fué providencial que no ocurriese el 16 de enero una terrible catástrofe en la ciudad de Tortosa; abrigamos la convicción más profunda de que, no despreciando lo que se desprende de los datos que detalladamente hemos expuesto y que Dios puso á nuestra vista, no permitirá que se reproduzca en esta fidelísima y ejemplar ciudad lo que en Goldan, que no en valde se cierne sobre ella su angel tutelar y no en vano la santísima Virgen puso su inmaculada planta donde hoy se eleva la hermosa catedral.

Tarragona, 10 de julio de 1898.

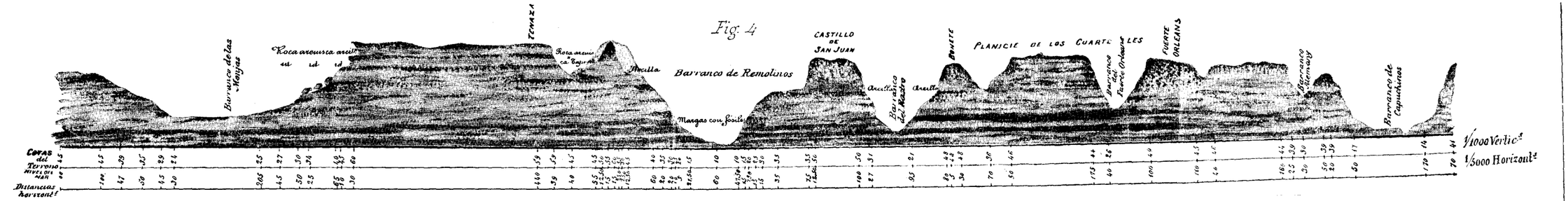


Fig. 4

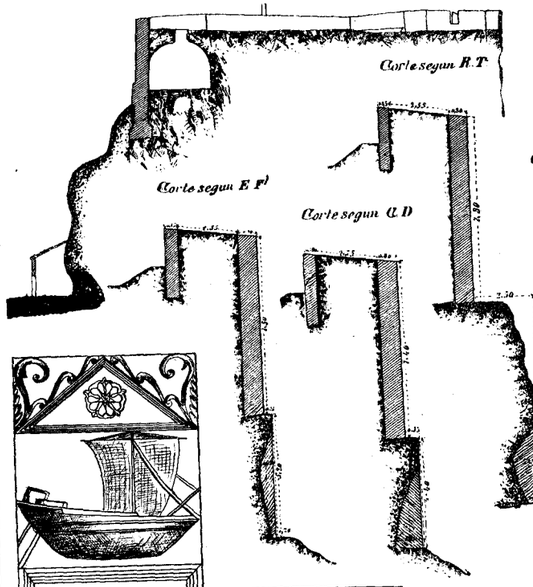


Fig. 14

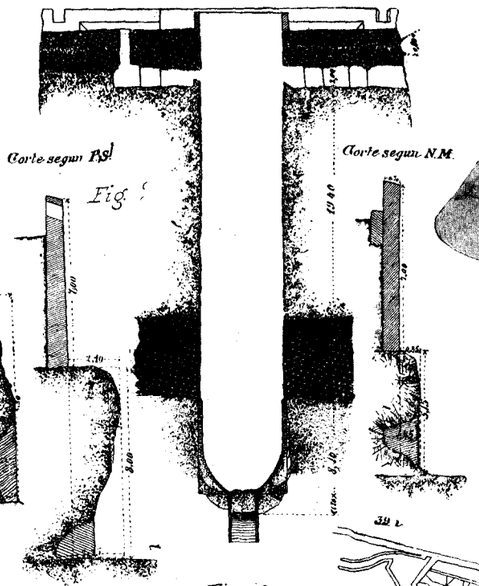


Fig. 6

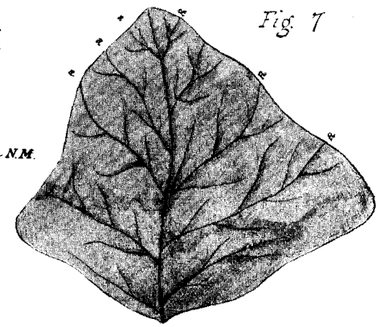


Fig. 7



Fig. 12



Fig. 10

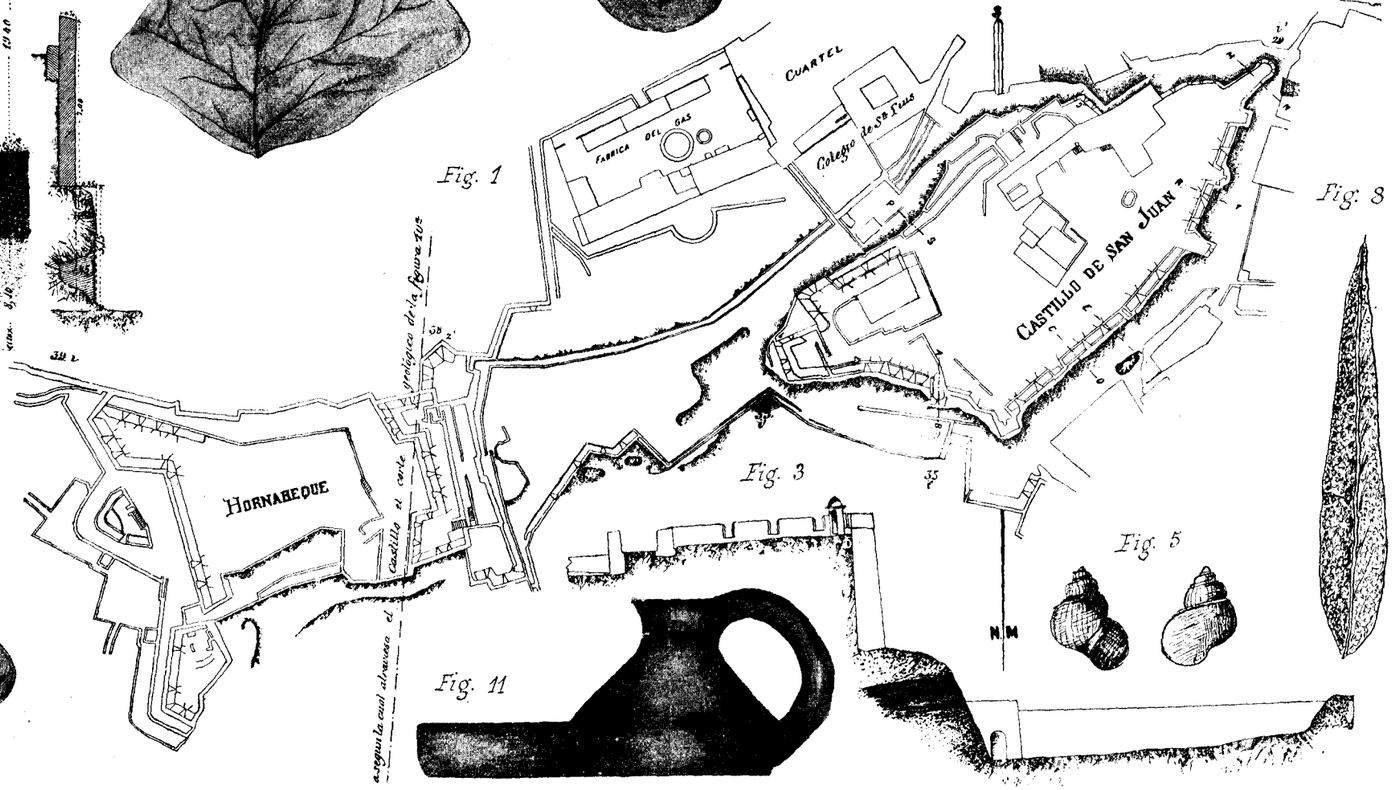


Fig. 1

Fig. 8

Fig. 3

Fig. 5

D M
AVRAECLI ♁
CVBICLARI ♁
PERE RE ♁
DEFVNCTI
PORCIA ♁
EVPHROSY
NE ♁ MARITO
OPTIMO ♁
POSVIT ♁

Fig. 13

M SALLVSTIO
FELICIPPREG
REDEFVNCO
SODALES
HERCVLANI

ROSEIEO
CONAV ICAE
NAVARO
DE V: RA ALBA

Fig. 15

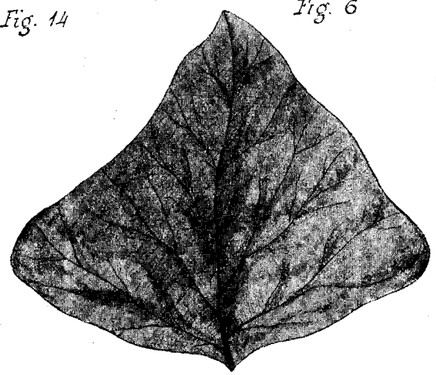


Fig. 11

CASTILLO DE TORTOSA. — Lámina núm. 1.

Corte segun a'a'a'a'

Corte segun a'a'a'

Fig.16

Fig.18

Fig.17

Fig.19

Fig.20

Fig.23

Fig.25

Corte segun a'a'a'a'a'a'a'.

Fig.26
Escala $\frac{1}{125}$

Ardilla

Corte segun aaaa.

Fig.24

Fig.21

Fig.22

Fig.27
Escala $\frac{1}{125}$

Fig.9
Escala $\frac{1}{125}$

Cuerpo de guardia

Muro nº 3

Muro nº 2

Muro nº 1

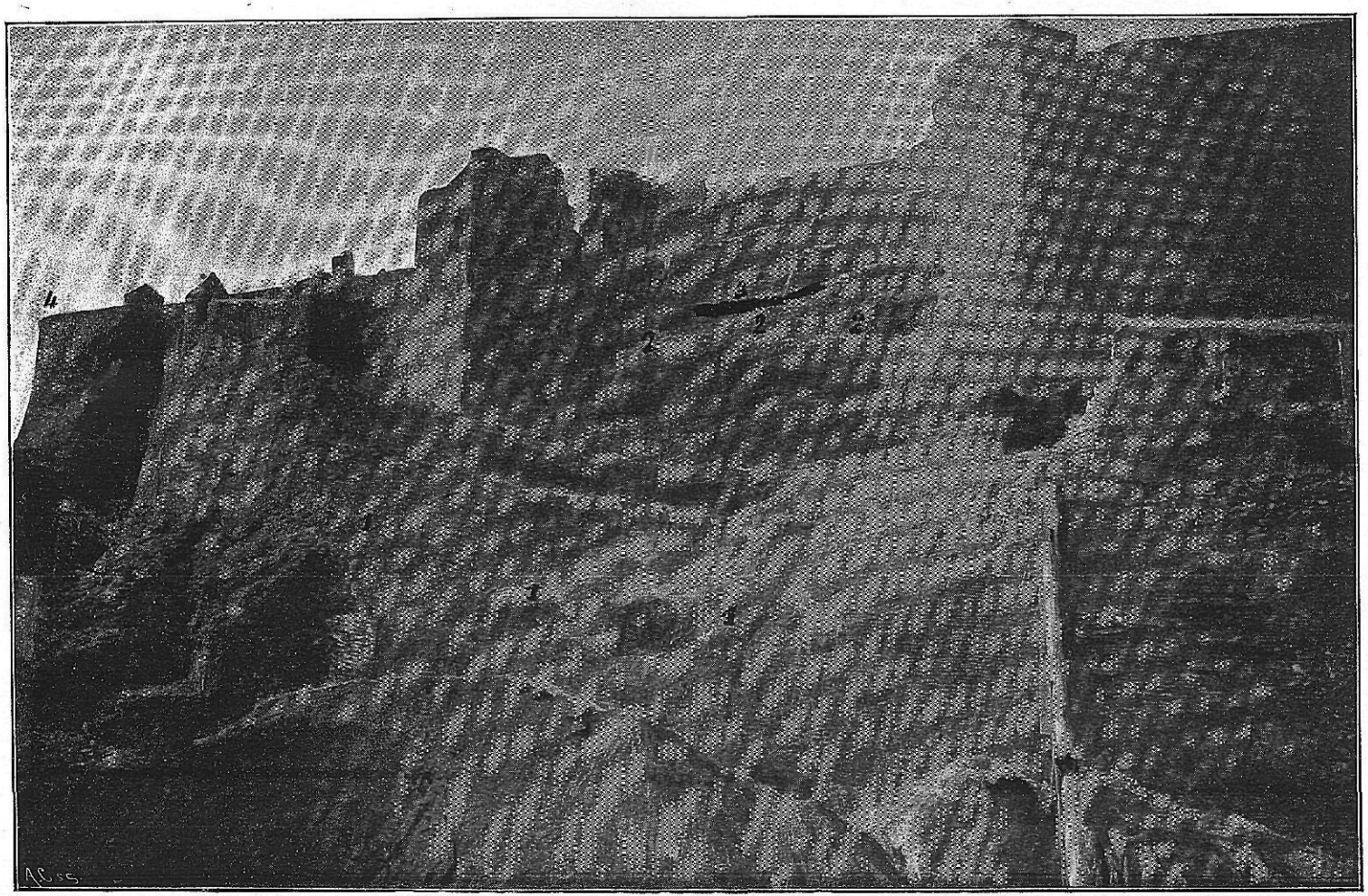
a

a'

a''

b

1



CASTILLO DE TORTOSA. — Vista núm. 1.

LOS GLOBOS EN LA GUERRA.

LOS

GLOBOS EN LA GUERRA.

APLICACIONES, ORGANIZACIÓN Y MATERIAL

DEL SERVICIO AEROSTÁTICO EN LOS EJÉRCITOS.

MEMORIA

ESCRITA EN CUMPLIMIENTO DE LA REAL ORDEN DE 24 DE ABRIL DE 1896

POR

el Coronel de Ingenieros

D. JOSÉ SUÁREZ DE LA VEGA,

Y EL CAPITAN DEL MISMO CUERPO

D. FRANCISCO DE PAULA ROJAS.

MADRID.

IMPRENTA DEL «MEMORIAL DE INGENIEROS».

1899.

REAL ORDEN.

EXCMO. SEÑOR: En vista de los importantes adelantos que durante los últimos años se han introducido en el Material aerostático, el Rey (q. D. g.) y en su nombre la Reina Regente del Reino, ha tenido á bien disponer que pase á Francia, Inglaterra, Alemania é Italia, una comisión compuesta del Coronel, Teniente Coronel D. José Suárez de la Vega, primer Jefe del Batallón de Telégrafos, y del Capitán del mismo Cuerpo D. Francisco de Paula Rojas y Rubio, con objeto de que estudie dichos adelantos y proponga después el Parque aerostático que, á su juicio, sea de más conveniente empleo en las plazas fuertes y en los ejércitos en operaciones. . . . . .

. . . . . .

=De Real orden lo digo á V. E. para su conocimiento y demás efectos.=Madrid, 24 de Abril de 1896.=AZCÁRRAGA.=Excmo. Sr. General en Jefe del 1.er Cuerpo de Ejército.



PRÓLOGO.

DESEMPEÑADA la comisión á que se refiere la Real orden preinserta, con el interés y el deseo de acierto á que nos obligaban de consuno el cumplimiento del deber y, con no menos poderoso estímulo, la honrosa confianza con que se nos distinguía, antes de exponer el resultado de nuestros estudios é investigaciones, parécennos pertinentes, si no absolutamente indispensables, algualgunas indicaciones que, á la par que expliquen y justifiquen el método que nos hemos propuesto seguir en la redacción de este trabajo, sirvan á éste de amparo contra las censuras y severidades de la crítica, sí, á nuestro pesar, hubiésemos incurrido en errores de apreciación ó de detalle, que, dadas las condiciones de esta clase de encargos, entendemos merecen alguna indulgencia.

Acomodarse á describir los objetos y á emitir los juicios que nos han merecido en el orden en que se fueron presentando á nuestro exámen, hubiera sido lo más fácil y expedito, pero no seguramente lo más aceptable para cumplir con exactitud lo que en dicha soberana disposición se ordena, aparte de que semejante procedimiento, aplicado al estudio del material aerostático, que tiene tantas semejanzas en todos los ejércitos, nos hubiera conducido inevitablemente á incurrir en un gran número de enojosas repeticiones, que sin provecho alguno para la claridad de la exposición, harían, por el contrario, ésta más pesada.

Los adelantos realizados en el material dicho, consisten especialmente en los perfeccionamientos y mejoras que se han introducido sucesivamente en las diferentes partes de que se compone, y de aquí el que, para poder apreciarlos con mayor facilidad, nos haya parecido lo más acertado reunir en grupos distintos todos los del mismo género, una vez indicados su objeto y las condiciones generales á que deben satisfacer.

El adelanto supone, desde luego, el desenvolvimiento de las cosas á

que se contrae con tendencia á la perfección, y en este sentido, consideramos de todo punto necesario para que resalte con claridad, aun á los ojos de los que no tuviesen conocimiento alguno en la materia, el dar una ligerísima idea de lo que aquellos han sido antes de llegar al estado en que hoy se encuentran, siquiera en gracia de la brevedad no les sigamos en todas las fases de su evolución progresiva.

Por otra parte, el conjunto del material aerostático militar se presta, con arreglo á las diversas aplicaciones de sus diferentes partes y á la organización que hoy tiene en todos los ejércitos, á una racional clasificación que permite dejar perfectamente deslindados sus principales fines, y este era un nuevo motivo para la preferencia del plan que hemos adoptado, tanto más recomendable cuanto que facilita considerablemente, dentro de cada uno de los grupos mencionados, la comparación de los objetos que comprenden, de la que se deriva la principal utilidad que pueda desprenderse de nuestras observaciones.

Nos ha parecido también muy conveniente, aun prescindiendo de otras razones que así lo aconsejan, indicar, siquiera sea muy someramente, algunas de las principales aplicaciones de los globos en la guerra y de las dificultades que presentan, para deducir los principios generales á que deben ajustarse el exámen y apreciación de las cualidades del material aerostático de campaña.

Teniendo, pues, en cuenta estas consideraciones, hemos dividido la presente Memoria en las cinco partes siguientes:

1.ª Principales aplicaciones de los globos en la guerra, con algunas advertencias acerca de su eficacia y de las dificultades y peligros que ofrecen ante la exactitud y grandes alcances de la artillería moderna, con un resumen de la organización del servicio aerostático militar.

2.ª Descripción, cálculo y construcción del material aerostático propiamente dicho, comprendiendo las pruebas y ensayos á que se le somete y las reglas relativas á su conservación.

3.ª Composición y descripción de las máquinas y aparatos que debe contener un establecimiento central de aerostación militar, y especialmente las relativas á la producción y compresión del hidrógeno, y las que sirven para probar la fuerza ascensional de éste y la resistencia de los cilindros de acero en que se conduce.

4.ª Material de los trenes de campaña, composición de éstos, maniobras y servicio aerostático en la guerra.

5.ª Planteamiento del servicio aerostático en nuestro ejército, así por lo que se refiere á la organización é instrucción del personal, como en lo relativo al material del parque ó establecimiento central y de los trenes de campaña.

Innecesario parece advertir que, dentro de cada una de las indicadas secciones á que nos ha conducido el orden que nos ha parecido preferible para el desarrollo de nuestro trabajo, indicamos con todos los detalles que nos ha sido dable recoger, el material con que cuenta en la actualidad el servicio aerostático en los ejércitos de Inglaterra, Alemania, Italia y Francia, además del que en estos países ofrece la industria privada; pero no huelga consignar, como atenuación á las objeciones que pudieran dirigírsenos, si, por acaso, pareciesen deficientes nuestras explicaciones, que, como es sabido, en las visitas á los establecimientoss oficiales, como las que nosotros hemos tenido que hacer para el desempeño de nuestro cometido, y en las que se empieza por imponer molestias á los encargados de recibirlas, no siempre es posible detenerse todo lo que se desea ante objetos determinados, ni investigar todo lo que se quiere con la extensión apetecida, sin pecar en la importunidad é incurrir en faltas que no admite la corrección que es preciso observar en ellas, sino que hasta el carácter y aun el humor de los encargados de las explicaciones influye en que éstas sean más ó ménos explícitas, y en tal concepto, aun teniendo un cabal conocimiento de los asuntos á que particularmente se contraen, no es fácil sacar de ellas todo el provecho que se espera y se desea.

Podemos, sin embargo, afirmar, que si hemos padecido alguna omisión inevitable, no se ha de atribuir, en justicia, á falta de previsión, y desde luego garantizamos que no será substancial, dentro de lo que se sirvieron enseñarnos los jefes y oficiales de los ejércitos de las mencionadas naciones, que será, á no dudar, lo que no tuviesen particular empeño en mantener secreto.

I.

Principales aplicaciones de los globos en la guerra.

Organización del servicio aerostático militar.

Sin que nos detengamos á inquirir la influencia que haya ejercido en la invención de los globos aerostáticos la idea de que pudieran convertirse en poderosos y terribles instrumentos de guerra, debemos recordar, sin embargo, como cosa al parecer probada, y en este caso digna de mención, que así los hermanos Montgolfier como sus predecesores el jesuíta portugués P. Bartolomé Lorenzo de Guzmán, en 1709, no menos que el italiano P. Francisco Lana, en el siglo anterior, y el franciscano P. José Galien, en 1755, al ocuparse de las aplicaciones prácticas que podrían tener los aparatos aerostáticos por ellos imaginados, señalaban principalmente, entre otras, las que podrían tener en los ejércitos.

Unos y otros esperaban, en efecto, que mediante el auxilio de aquéllos, sería siempre posible abastecer las plazas fuertes sitiadas, á despecho del agresor, impotente para evitarlo, y aun subyugar ó destruir las del enemigo, sin riesgo alguno, con un corto número de intrépidos combatientes, que flotando sobre ellas podrían incendiarlas y reducirlas á montones de escombros, indicando también la utilidad que tendrían en casos determinados, para efectuar observaciones diferentes, como la marcha de un buque en el mar, á largas distancias, ó el reconocimiento de las posiciones de un ejército, hasta el punto de que no falta quien haya supuesto á los hermanos Montgolfier, en sus primeras tentativas aerostáticas, animados por el deseo de inventar un medio para introducir por el aire un buen número de soldados en la plaza de Gibraltar, que por entonces resistía, en un sitio memorable, las fuerzas combinadas de Francia y España.

Y no son de extrañar semejantes proyectos si, al desconocimiento en que estaban sus autores de algunas de las leyes físicas que la ciencia se encargó de revelar más tarde, se añade la consideración de que en aquella época era inseparable de la idea de elevarse y sostenerse en la atmósfera la de poder dirigirse á voluntad y en todos sentidos, siquiera la experiencia haya venido á demostrar bien pronto á los que soñaban con la realización de esta segunda parte del problema aerostático, que no era tan fácil de conseguir como se prometían la tan decantada navegación aérea, convirtiendo en desaliento y desengaños su irreflexivo entusiasmo.

Ciertamente que los sueños de ayer pudieran ser acaso, en su mayor parte, la realidad de mañana; pero entre tanto han de reducirse á más modesta esfera los servicios que de los globos aerostáticos se pueden esperar, y ya cuentan, en verdad, con algunos de no pequeña importancia en los que llevan prestados, siquiera hayan sido muy deficientes las condiciones en que se les ha empleado, por falta de la necesaria preparación para obtener todas las ventajas que fundadamente se pueden esperar en el porvenir.

No sería oportuno ni de gran utilidad para nuestro principal objeto, y alargaría en cambio mucho este trabajo, una reseña histórica, siquiera fuese muy ligera, de la aerostación militar, y en tal concepto habremos de limitarnos á indicar algunas de las principales aplicaciones de los globos en la guerra, sancionadas ya en su mayor parte por experiencias anteriores, examinando someramente los inconvenientes con que tienen que luchar para alcanzar los buenos resultados que de ellas se esperan, siquiera, como indicamos, sean ya muy señalados é importantes los conseguidos, aun habiendo sido, las más veces, improvisado este servicio, y careciendo por tanto de muchas de las ventajosas condiciones en que hubiera podido efectuarse si se le hubiese preparado lenta y laboriosamente durante la paz, estudiando el material más conveniente y disponiendo de un personal perfectamente instruído y familiarizado con las maniobras que exige su empleo, como es de esperar suceda en las guerras del porvenir, en que los globos habrán de prestar su indudable eficaz concurso á los ejércitos que hoy se preparan para su aplicación inteligente.

Parécenos, por lo demás, muy oportuno, si no absolutamente indispensable para la mejor inteligencia del asunto que nos ocupa, consagrar algunos renglones á la descripción de las mencionadas aplicaciones, en cuanto pueden servir de base para explicar el material que sucesivamente daremos á conocer y las transformaciones de que ha sido objeto, completando estas indicaciones con algunas otras relativas á la organización que tiene este servicio en los ejércitos de Inglaterra, Alemania, Italia y Francia, á los que se contrajo nuestra comisión, y exponiendo á la vez las diferentes fases porque ha pasado en todos ellos, hasta llegar al estado de relativa perfección en que hoy se encuentra.

Los globos en los campos de batalla.—Reconocida la importancia que en general tiene en la guerra el conocimiento de los intentos y disposiciones del enemigo en cuanto sirven de base para las resoluciones propias, explícanse fácilmente los reconocimientos, que en los campos de batalla tienen por objeto descubrir aquéllos, así como apreciar las fortificaciones construídas, las fuerzas que las defienden, los movimientos de las columnas, la situación de las reservas, y en fin, todas las particularidades que pueden contribuir á obtener la victoria más acertadamente, con menos pérdidas y mejores resultados.

Esta clase de reconocimientos se efectúa ordinariamente eligiendo como puntos de observación los que por su altura ofrecen la ventaja de descubrir mayor extensión del terreno ocupado por los ejércitos beligerantes, como son las montañas, las torres, los campanarios, los grandes árboles y otros análogos; pero como éstos no siempre se encuentran en los campos de batalla ó en sus inmediaciones y no es posible tampoco improvisarlos, se ha ocurrido la idea de emplear á este fin los globos cautivos, que pueden transportarse para establecerlos donde más convenga y dan alturas muy superiores á la de aquellos objetos, circunstancia que constituye, por sí sóla, una ventaja suficiente para recomendar estos observatorios aéreos, tanto más importantes en la actualidad, cuanto que á medida que aumentan los ejércitos modernos y es mayor el desarrollo consiguiente de los campos de batalla, más se dificulta esta clase de exploraciones, tan útiles y necesarias para la buena dirección de los combates.

Si, pues, á las consideraciones anteriores se añade lo mucho que au-

mentan las dificultades dichas, desde la adopción de las llamadas pólvoras sin humo, y que, por otra parte, los enormes espacios que ocupan los ejércitos combatientes escapan, por su misma extensión, á la vista y á la acción de los generales encargados de moverlos y dirigirlos, se comprende, sin esfuerzo, que se hayan desarrollado también, en gran escala, los medios de verificar los reconocimientos tácticos, en los que hoy toman parte principalísima los globos cautivos, de que con este y otros objetos disponen en la actualidad todos los ejércitos.

Cuál sea el papel que esté reservado en las guerras modernas á estos irreemplazables observatorios aéreos, revélase bien á las claras (aparte de otros muchos ejemplos que en apoyo de esto mismo pudiéramos deducir, de la intervención de estos aparatos en algunas de las últimas campañas) en las siguientes líneas de un distinguido escritor militar, que describe la parte que tomaron en las grandes maniobras del ejército francés, del año 1891, en el momento de una batalla, siquiera fuese simulada, entre dos ejércitos numerosos.

«El 7 de septiembre los dos ejércitos se hallaban á la vista en las »posiciones de Lignal-Colombey, dispuestos á empeñar una batalla en »un frente muy extenso. El general de Gallifet, que mandaba el ejército »del Oeste, se situó desde el principio de la acción en la altura que »existe delante de Colombey-le-Sec; pero, á pesar del relieve del terreno, »no se alcanzaba á distinguir bien los movimientos del ejército del »Este, ni aun en los puntos próximos, y era imposible seguir las fases »del combate hacia el ala izquierda, en la que el 6.° cuerpo se hallaba »en lucha con el 7.°

»La sección de aeronautas, después de haber efectuado en un cuarto »de hora la inflación de un globo en un barranco, vino á establecerse »un poco detrás de la cresta, de modo que el carro-torno quedaba oculto »á la vista del enemigo, desarrollando en seguida un hilo telefónico en »el suelo, aprovechando, al efecto, las zanjas, en cuanto le fué posible, á »fin de ponerse en comunicación con el cuartel general.

»Por otra parte, el general de Gallifet, queriendo juzgar por sí mis»mo del aspecto que ofrecía el campo de batalla, subió en seguida en la »barquilla con el comandante Renard. A medida que el globo se eleva»ba, fueron descubriéndose sucesivamente las líneas del adversario,

»que el menor repliegue del terreno bastaba á ocultar á los observado-»res colocados en tierra. Se distinguía la situación exacta de las bate-»rías y las reservas que se dirigían al campo de batalla, y en fin, sobre »la izquierda, se extendía la vista hasta las posiciones extremas del »6.° cuerpo, al que el 7.° trataba de envolver.

«El general en jefe del ejército del Oeste abrazaba así, de una ojea-»da, el conjunto de los dos ejércitos, descubriendo los intentos del ad-»versario, maniobrando en consecuencia para hacerlos fracasar, y trans-»mitiendo las órdenes á viva voz por el teléfono, como si se encontrase »en medio de su Estado Mayor. En este inmenso tablero táctico se »encontraba, gracias al aerostato, en las mismas favorables condiciones »de los generales de antes cuando los ejércitos eran bastante pequeños »para que sus jefes pudieran abarcarlo todo y ejercer directamente su »autoridad.»

La importancia de estos reconocimientos tácticos ha dado lugar á que en estos últimos años se hayan estudiado, aunque infructuosamente, diversos sistemas de observatorios de campaña, fáciles de transportar é instalar, y el fracaso de estos intentos ha servido de poderoso estímulo y ha sido un nuevo motivo para insistir en la adopción, con el expresado objeto, de los globos cautivos militares.

Merece también ser atendida la consideración de que siempre haya existido un gran número de generales ilustres y de distinguidos escritores militares, que desde las primeras aplicaciones de los globos cautivos ha sostenido la conveniencia de emplearlos en la guerra, así como la insistencia con que se ha recurrido á ellos en épocas y ocasiones muy diversas, á pesar de las dificultades que presentaban, por no estar oportunamente preparados, ó por sus muchas imperfecciones, para obtener todo el partido que se podía esperar. En fin, ya que por desdén ó abandono no hayan dispuesto los ejércitos hasta estos últimos años de material y personal á propósito para el acertado desempeño de este nuevo servicio, es lo cierto que apenas se cuenta una sola de las campañas modernas en que no se les haya usado con mejor ó peor acierto, y éxito más ó menos satisfactorio, siendo, no pocas veces, motivo de justificadas censuras la conducta de las naciones que se habían olvidado en la paz de los eficaces auxilios que los globos pudieran ofrecerles en la guerra.

Se explica, pues, la importancia que hoy se concede á este problema en todas las naciones de Europa, y está sobradamente justificada la atención con que se viene estudiando la más ventajosa aplicación de este medio de reconocimiento en campaña, al mismo tiempo que esta circunstancia sirve de contestación categórica á los que, con evidente ligereza, declaraban, hace pocos años todavía, irrealizables, estériles ó quiméricos estos proyectos.

La cuestión quedó pronto reducida á examinar y discutir si los servicios que hubiesen de prestar los globos serían suficientes á compensar las dificultades que presentaría su aplicación, y como se ha demostrado, sin género alguno de duda, como ya tendremos ocasión de apreciar más fundadamente por el conocimiento de la organización y condiciones del material adoptado, que éstas se han reducido considerablemente con los progresos de estos últimos años, puede asegurarse, desde luego, que ya, en lo sucesivo, los globos aerostáticos habrán de formar parte del material de todos los ejércitos, como utilísimos auxiliares.

Los globos en la guerra de sitios.—Pudo haber sido motivo de controversia y de encontrados pareceres la aplicación de los globos aerostáticos en las operaciones de los ejércitos, como medio de reconocimiento de las disposiciones del enemigo en los campos de batalla, antes de que los trenes del material dedicado á este servicio tuviesen la movilidad que se consiguió en los actuales, y cuando todavía eran grandes las dificultades que se ofrecían para el abastecimiento del gas hidrógeno necesario para la inflación de aquéllos; pero, aun entonces, desaparecían las dichas diferencias de criterio, al concretar el empleo de los mencionados aparatos á la guerra de sitios.

Y se comprende que sucediese así, desde el momento en que las repetidas diferencias de apreciación no consistían tanto en la eficacia ya probada y la utilidad de las exploraciones, y en la importancia de las noticias que se pudiesen adquirir, mediante el reconocimiento del campo de batalla, desde la barquilla de un globo cautivo, cuanto en la nueva impedimenta que llevaba consigo el uso regular de semejantes observatorios.

Este incoveniente desaparece, en efecto, en las operaciones de ataque y defensa de las plazas fuertes, en cuanto las tropas encargadas de su

ejecución, permanecen durante mucho tiempo en las mismas posiciones, y no se hace sentir, por consiguiente, la falta de movilidad de los trenes aerostáticos, ni presenta grandes dificultades la producción del gas hidrógeno para proveer de una manera segura á las exigencias de los globos.

Nada impide, en efecto, y así sucede desde luego en varias plazas de guerra del extranjero, que, aparte de emplear en las aplicaciones aerostáticas el gas del alumbrado, cuando esto sea posible, se tengan preparadas pequeñas fábricas de hidrógeno, que con abundante depósito de las materias primeras necesarias para producirlo puedan subvenir fácilmente á estas necesidades, y del mismo modo pueden prepararse, sin gran trabajo, en los ejércitos sitiadores, cuando, como también sucede en el extranjero, no se disponga para estos casos de los que llaman trenes aerostáticos de sitio, que cuentan ya con los necesarios generadores de hidrógeno, montados sobre ruedas, con el fin de procurarse en ellos las cantidades de este gas indispensables para el servicio, ya que no se les provea, si esto pareciese más costoso ó más difícil, en la misma forma adoptada últimamente, como veremos, para las secciones de campaña, con el suficiente número de cilindros de gas comprimido á altas presiones.

Por lo demás, si grande es la utilidad de los servicios que estos aparatos aéreos pueden prestar en la guerra de campaña, no es ciertamente menor la que ofrecen á los defensores y á los sitiadores de una plaza fuerte ó de un gran campo atrincherado, puesto que á unos y á otros les permitirán observar y descubrir los preparativos y las disposiciones del enemigo y los trabajos de ataque y los de la defensa, á la vez que servirán para observar los efectos del tiro indirecto de la artillería, facilitando de este modo su rectificación.

Acaso los grandes servicios que los aerostatos están llamados á prestar en los sitios futuros, así á los sitiadores como á los sitiados, presenten á éstos más dificultades que las que tienen que vencer en las batallas, dados los más estrechos límites del terreno en que habrán de moverse y los mayores alcances de las piezas de artillería de plaza y sitio, cuyos efectos habrán de evitar; pero no cabe duda tampoco de que, pudiendo establecerlos en estos casos reposadamente y en buenas condiciones, como hemos manifestado, desaparecen por completo algunos de sus

más enojosos inconvenientes, y esta sola consideración justificaría con exceso el corto sacrificio que, relativamente á los beneficios que con ellos se pueden obtener, suponen los gastos necesarios para la adquisición del material.

Será siempre, en efecto, y lo repetimos una vez más, motivo interesantísimo para el defensor de una plaza sitiada, el descubrir los preparativos que el sitiador tiene tanto empeño en ocultar, oponiéndose eficazmente á la construcción de las baterías y demás trabajos del sitio, dirigiendo sus fuegos con seguridad sobre puntos que no puedan descubrirse de los parapetos y obligando, en fin, al enemigo á una vigilancia incesante, puesto que advertido á cada momento de las fuerzas que éste haya concentrado en cada punto, podrá hacer salidas con toda la oportunidad posible, aprovechando las ocasiones más propicias y los menores descuidos de los sitiadores.

Estos, por su parte, no están menos interesados en reconocer las defensas y armamento de la plaza, en rectificar el tiro de sus baterías y prever y desconcertar las salidas, así como en vigilar todos los movimientos y maniobras de los defensores, especialmente en las plazas que ocupen una extensa zona de terreno, protegida por fuertes destacados, á fin de reforzar á tiempo aquellos puntos de sus extensas líneas de cerco que los sitiados se propongan atacar.

El general Von Kamptz, tratando de la organización de los servicios de una plaza sitiada, escribe lo siguiente: «Los globos cautivos pueden »prestar excelentes servicios, lo mismo á la defensa que al ataque. En »un sitio, la iniciativa de las operaciones militares pertenece casi siem»pre al sitiador. Los ataques de éste sorprenden al defensor, que raras »veces se encuentra en estado de oponérsele á tiempo con todas las fuer»zas deseadas. No sucedería lo mismo, si en vista de las observaciones »hechas en un globo cautivo, cuyo horizonte no está limitado por los »bosques y las alturas, el defensor pudiese adquirir el conocimiento »exacto de las fuerzas, de las posiciones y de los movimientos del adver»sario, así como de los recursos de que dispone para el ataque. Se inver»tirían los papeles y no estaría la defensa en la ignorancia y la incerti»dumbre: la iniciativa de los ataques pertenecería al defensor, que podría »emprenderlos con algunas probabilidades de éxito.»

»Es, pues, *indispensable*, poseer un globo cautivo en una plaza sitia»da: este servicio se confiaría á los oficiales y á las tropas de ingenieros. »En tiempo claro, la vista de un observador colocado á más de 300 me»tros de altura se extiende muy lejos y distingue perfectamente los ob»jetos más insignificantes. El globo presenta al tiro un blanco muy pe»queño y muy elevado, y moviéndolo y tomando ciertas precauciones, »el tiro es muy poco de temer.»

No son estos, sin embargo, los únicos servicios que los defensores de una plaza sitiada pueden obtener de los globos aerostáticos, puesto que también pueden emplearse como medios de correspondencia á grandes distancias, como elementos para la telegrafía óptica y aun como medio de iluminación de grandes extensiones de terreno; pero acerca de estas aplicaciones nada concreto nos es posible manifestar, porque se conservan en el mayor secreto los resultados de los experimentos realizados con estos fines en varios ejércitos de Europa, lo que da lugar á que, en cada uno de ellos, tengan que contentarse con los que hayan conseguido por experiencia propia.

En fin, una de las aplicaciones más sencillas y que ha de ser, por tanto, muy frecuente en la guerra, siquiera no sea de resultados seguros, es indudablemente la de los globos correos, que lanzados al azar y á merced de los vientos, desde las plazas cercadas, lleven al exterior la correspondencia de los sitiados, á semejanza de como se les empleó durante el último sitio de Metz, en 1870-71, y se les había usado en ocasiones anteriores.

Cuando ya estuvieron cortadas é interceptadas todas las comunicaciones de la plaza dicha con el exterior, se pensó desde luego en recurrir á los globos correos como medio de comunicación, aprovechando los vientos favorables y en la seguridad de que algunos salvarían las líneas enemigas y caerían en lugar seguro, y que por consiguiente ya que no pudiera fiarse á medios tan precarios la correspondencia oficial, servirían, á lo menos, para que los sitiados pudiesen participar á sus parientes y allegados algunas noticias que calmasen la ansiedad natural en que habían de encontrarse por la rigorosa incomunicación á que aquéllos estaban sometidos.

Con este objeto, una vez reunida la correspondencia que se había de

expedir por cada globo, se la empaquetaba y envolvía cuidadosamente en una tela impermeable, encajonándola después entre gruesas planchas de corcho, que la permitiesen flotar en el caso de que cayese en el agua. En una de sus caras llevaban los paquetes un aviso, previniendo á las personas que los encontrasen que recibirían una buena gratificación pecuniaria al entregarlos en alguna estación de correos francesa fuera del alcance de los enemigos.

De este modo consiguieron, en efecto, que algunos se salvaran; pero otros, en cambio, cayeron en poder de los alemanes, quienes parece dedujeron, de la correspondencia privada que contenían, algunas noticias de relativo interés acerca del estado de los sitiados, no obstante haber sido escrupulosamente examinadas por éstos todas las cartas antes de expedirlas por los globos.

Esto, no obstante, con las precauciones necesarias para evitar este peligro, y previo un estudio detenido, antes de lanzarlos, de la dirección y velocidad de los vientos reinantes, parece que esta aplicación de los globos podrá prestar en algún caso servicios útiles, una vez que no necesitan otra condición que la de poder sostener en el aire un peso pequeño durante pocas horas, y que por consiguiente será fácil expedirlos con frecuencia y con algunas probabilidades de buen éxito.

Ejemplo más acabado de los servicios que los globos pueden prestar en estos casos como medio de comunicación, es lo ocurrido durante el sitio de Paris (1870-71), en el que no sólo sirvieron para el objeto indicado, completando este nuevo y original servicio de correos con las palomas mensajeras, que, guiadas por su maravilloso instinto, se encargaban de llevar á la plaza la correspondencia del exterior, sino que á la vez sirvieron para transportar algunos funcionarios civiles y militares, encargados por el gobierno de misiones especiales relacionadas con la defensa del país, y en alguna ocasión, la de concertar las operaciones proyectadas en la plaza con las de los ejércitos en campaña.

No es posible, por los estrechos límites en que debemos encerrarnos, ni lo consideramos, por otra parte, absolutamente preciso, que recordemos en este momento ni aun las principales disposiciones que entonces se adoptaron para la organización de este servicio; pero sí haremos constar que, á pesar de todas sus imperfecciones, inherentes, desde lue-

go, á la premura con que fué preciso improvisarlo todo, personal y material, de los 64 globos que salieron de París durante el sitio, 48, ó sea el 75 por 100, llegaron á salvar la correspondencia y á realizar sus cometidos.

Son, pues, importantísimos los servicios que en esta memorable ocasión prestaron, puesto que sin ellos se hubiera visto privada aquella gran capital de toda comunicación con el exterior, y sin otras noticias que las que recibiría de sus mismos enemigos, que, como fácilmente se comprende, no habían de ser las más á propósito para alentarla en su resistencia, aparte del efecto moral que hubiera ejercido, seguramente, en una población tan numerosa un aislamiento absoluto.

Cierto es que, aun con esto, no se pudo conseguir que los ejércitos en campaña obraran de acuerdo con los defensores y hasta que, á veces, las correspondencias expedidas sin exámen tuvieran al enemigo al corriente de las agitaciones y de los sucesos ocurridos en el interior de la plaza; pero estas contrariedades se debieron á una porción de causas que no es del caso examinar, y á la desorganización que los agitadores habían conseguido sembrar en todas partes y que en gran manera esterilizaron la abnegación y los sacrificios de los verdaderos patriotas.

El general de Ingenieros del ejército belga Mr. Wauwermans, en un interesante estudio que consagró hace algunos años á estas notables operaciones, deduce las consecuencias prácticas que se desprenden de este célebre experimento, muy dignas de tenerse presentes, y afirma que «en lo sucesivo no habrá ya sitio de plaza grande sin un servicio »aerostático para asegurar la correspondencia del interior al exterior, »en combinación con el de palomas mensajeras, para establecer la del »exterior al interior.»

En tal concepto, aun concediendo que fuera fácil improvisarlo en una gran población que posea edificios á propósito para la instalación de los talleres y otros muchos recursos, concluye que no se puede deducir de esto la inutilidad de alguna organización anterior, aunque sólo tuviese por objeto reunir los varios elementos que se necesitan, y por consiguiente, que ya que no se dotaran las plazas fuertes de todo el material aerostático que les sería indispensable en un sitio, es preciso reconocer la conveniencia y aun la necesidad de crear una escuela aero-

náutica en la que se conserven y desarrollen las tradiciones del arte en condiciones verdaderamente científicas, para disponer, en el momento preciso, del personal necesario, ordenando al mismo tiempo que en aquellas existan siempre los objetos que no pueda suministrar la industria local.

Después de opinión tan autorizada, huelga todo lo que nosotros pudiéramos añadir, y queda justificado sobradamente lo que más adelante habremos de proponer acerca de este punto.

Extensión de las observaciones en globo cautivo.—En relación con el uso de los globos cautivos y la eficacia de los reconocimientos á que acabamos de referirnos, tiene verdadera importancia la determinación del máximo alcance á que pueden extenderse las exploraciones, con tanto más motivo cuanto que no falta quien deduzca de esta circunstancia un grave inconveniente para el empleo de aquéllos, suponiendo que, colocados en buenas condiciones de seguridad, habrán de encontrarse á distancias demasiado considerables para que se puedan distinguir con claridad los objetos que importa reconocer.

Desde luego se advierte que, pudiendo variar á voluntad la altura, por más que ordinariamente sea de 300 á 500 metros, siendo esta última la longitud ordinaria de los cables de sujeción, el horizonte descubierto desde la barquilla de un globo cautivo abarcará una gran extensión de terreno; mas para formar juicio aproximadamente acerca de este punto, conviene tener presente que no es posible servirse para estas observaciones de anteojos de gran longitud focal, y por consiguiente de campo muy limitado, pues por pequeñas que fuesen las oscilaciones de la barquilla, aun en tiempos de calma relativa, sería muy penoso conservar dentro del campo del anteojo los objetos que se quisieran examinar, y en tal concepto, es forzoso reducirse al uso de los gemelos de campaña, y aunque con éstos es posible un aumento de cinco ó seis veces la magnitud de los objetos, todavía se recomienda con el fin de evitar fatiga al observador que para el uso corriente, y como instrumento de exploración, se empleen gemelos cortos y de un aumento de tres veces solamente las magnitudes dichas.

Por lo demás, nada puede decirse, en rigor, de una manera absoluta respecto de la extensión del campo que puedan abarcar estos reconoci-

mientos, y siempre será difícil determinarlo con entera exactitud, dada la variedad de causas diversas que influyen en este asunto, entre las que deben mencionarse las circunstancias atmosféricas, el tamaño de los objetos observados y el color de los fondos sobre los que éstos se destaquen; pero como esta cuestión es, como decimos, de gran importancia por las considerables distancias á que, por efecto de los grandes alcances de la artillería moderna, se empeñan los combates y por el gran desarrollo de los campos de batalla, consecuencia de los numerosos efectivos de los ejércitos actuales, que al mismo tiempo imponen la necesidad de que los reconocimientos comprendan extensas superficies del terreno, habremos de consagrarle algunas reflexiones, deducidas de los experimentos realizados con este objeto, y comprobadas con el testimonio de los oficiales aeronautas que hemos tenido ocasión de tratar.

Ya, entre las afirmaciones de los primeros aeronautas militares se encuentra, desde luego, la que acerca de este particular consigna su jefe Mr. Coutelle, cual es la de que podía observar con bastante claridad y á grandes distancias los movimientos del enemigo, citando una ascensión verificada después de la batalla de Fleurus, en la que pudo descubrirlos á más de 10 kilómetros, mientras que en una reseña de los reconocimientos aerostáticos verificados durante la guerra de la Secesión en América, se dice que desde el globo colocado á la distancia dicha aproximadamente, pudieron señalarse al frente de Richmond las salidas y los movimientos de los confederados, con otros varios ejemplos que convienen con los anteriores, y que nos abstenemos de aducir por considerarlo innecesario.

Los ensayos verificados con este mismo objeto en Francia y en Inglaterra, en los que se hicieron partir cuerpos de tropas en distintas direcciones y á diferentes distancias, y los que constantemente, durante los ejercicios de instrucción, tienen ocasiones de repetir en todas partes, permiten concluir que, en efecto, pueden distinguirse ordinariamente los objetos con toda claridad á 8 y 10 kilómetros, siempre que el estado de la atmósfera no lo impida por ser demasiado obscuro.

Como se comprende, los objetos se destacan con mayor claridad, y en tal concepto se les puede distinguir á mayores distancias, cuando se mueven sobre rastrojos, campos de trigo maduro y especialmente en carreteras ó grandes caminos, que cuando lo hacen sobre fondos obscuros,

como son los terrenos recientemente trabajados ó los campos cubiertos de verdura, y nos han asegurado que, aun en días de niebla, como ésta no sea muy espesa, se perciben desde la barquilla muchos objetos que escapan á la vista del observador colocado en el suelo.

En resúmen y para fijar las ideas, si teniendo en cuenta todas las advertencias anteriores pueden distinguirse, en días claros, grandes fracciones de tropas en masa, á distancias superiores á la indicada, es lo cierto que, ordinariamente, para ver y discernir la naturaleza de las tropas, las cadenas de tiradores y los objetos de índole análoga, y aun en todos los casos, para poder precisar las observaciones sin exponerse á lamentables errores en servicio tan interesante, no se debe contar, en condiciones favorables, con distancias superiores á la de 10 kilómetros ya indicada, mientras que los hombres aisladamente apenas se distinguen más allá de los 5 kilómetros.

Es, pues, evidente, que aunque no se pueda pretender la vigilancia eficaz de todos los movimientos del enemigo en toda la extensión del campo de batalla desde un solo punto de observación, podrá conseguirse con un pequeño número de globos, y enterar perfectamente al general en jefe, de todas las maniobras de aquél, á cuyo efecto, y como ya hemos indicado, deberían usarse también para la más rápida transmisión de las noticias los telégrafos ópticos y eléctricos.

Peligro de que los globos sean alcanzados por los proyectiles enemigos.—Una de las objeciones más importantes que se han hecho al uso de los globos cautivos en la guerra, y que es todavía, en la actualidad, motivo de empeñadas discusiones, de muy opuestos pareceres y de frecuentes experimentos, es indudablemente la del peligro de ser pronto alcanzados por los proyectiles enemigos, tanto mayor cuanto más han aumentado los alcances y la precisión de tiro de los cañones, y que les obligará por consiguiente á elevarse á grandes alturas y á situarse á muy largas distancias de las baterías contrarias, disminuyendo mucho, por tanto, la eficacia y la utilidad de las observaciones aéreas.

Asunto es este que por su real interés merece que le dediquemos algunas líneas, exponiendo los resultados de las pruebas realizadas en casi todas las naciones de Europa, con el fin de apreciar las condiciones de altura y de distancia á que habrán de situarse para que, si alguna vez

se encuentran expuestos á los efectos de los proyectiles, no sea tan grande el peligro que les impida realizar de una manera suficientemente exacta el servicio especial á que se les destina.

Ya, durante la última guerra franco-alemana, se hicieron en Tours algunos ensayos, á fin de investigar la altura que deberían alcanzar para estar fuera del alcance de los fuegos de la infantería. Construído, al efecto, uno de 20 metros cúbicos de volúmen aproximadamente, se le conservó á la altura de 500 metros, expuesto al fuego de 18 tiradores que no consiguieron alcanzarle ni con un solo proyectil. Solamente cuando se le hizo descender á 400 metros, fué atravesado por 11 balas, según se dedujo al volverlo á tierra, con la circunstancia de haber sido tan pequeño el escape de gas, que aún permaneció en el aire bastante tiempo. Estos resultados están, sin embargo, en contradicción con las afirmaciones de algunos de los aeronáutas que salieron de Paris en globo durante el sitio, puesto que aseguran haber oido el silbido de las balas que les dirigían los alemanes al pasar por encima de las líneas de éstos, á 800 y 1000 metros de altura, y aún dicen que, cuando en la misma forma salió de aquella plaza el célebre Mr. Gambetta, sintió una bala que pasaba casi rozándole la mano que llevaba apoyada en el borde de la barquilla, á menos de admitir que los tiradores alemanes fuesen más diestros que los franceses ó que realmente dispusieran de una arma especial con este objeto, como también se afirma.

Sea de esto lo que quiera, no consisten en estos fuegos, ciertamente, los peligros que amenazan más sériamente á los globos cautivos militares, ya porque generalmente se encontrarán siempre bastante lejos de los tiradores enemigos, ya porque si en algún caso, por circunstancias inevitables, estuviesen bastante cerca para que pudieran hacerlos blancos de sus proyectiles, éstos no ofrecerán un peligro grave, puesto que, como se ha demostrado en numerosos experimentos, la difusión del gas á través de los pequeños agujeros que aquellos pueden producirle, es verdaderamente insignificante y no le impiden continuar en el aire durante algún tiempo todavía.

Otra cosa sucede con los proyectiles de la artilleria, y de aquí el que, como ya hemos indicado, en todos los grandes ejércitos se hayan efectuado y se repitan muy frecuentemente ensayos de tiro contra glo-

bos cautivos, para determinar, en primer lugar, la altura á que éste debe encontrarse y la distancia á que se debe situar de las baterías enemigas, sin perjudicar á la eficacia de sus observaciones, así como los efectos que sobre él ejerzan los proyectiles para precipitar su caida, ó sea el número de cascos ó de balas que deberían herirle para inutilizarlo, empleando al efecto, como proyectil único, la granada de balas.

Los primeros experimentos de esta clase de que tenemos noticia se verificaron en Dangeness (Inglaterra) con un globo cautivo elevado á la altura de 240 metros y á distancia de 2000 próximamente de una pieza de artillería, con la que habían de tirar sobre él algunas granadas, sin que los artilleros tuviesen conocimiento de aquellos datos, á pesar de lo que consiguieron alcanzarle al segundo disparo, debido, sin duda, en gran parte á feliz casualidad.

Así se deduce de las pruebas realizadas más tarde por los alemanes con el mismo objeto, en el campo de Tegel, el 28 de noviembre de 1886, puesto que en ellas hubo de tirar sobre el globo una batería de campaña de seis piezas, estando aquél á la altura de 400 metros y á distancias sucesivamente de 1200, 1300, 1400 y 1500 metros, y sólo después de las indispensables correcciones y al cabo de algunos disparos consiguieron inutilizarlo, habiendo resultado agujereado en varios puntos, sin embargo de lo cual, descendió lentamente.

Otros varios experimentos de esta misma naturaleza se verificaron en este mismo país en Kummersdorf, el año de 1887, colocando sucesivamente á alturas comprendidas entre 100 y 250 metros y á la distancia de 5000 metros de la batería, dos globos cautivos que cayeron atravesados por unos 20 agujeros cada uno; el primero al cabo de 10 disparos, y de 26 el segundo.

En 1891, en el campo de Owt-Ijora (Rusia), se situó una batería de cuatro cañones ligeros de campaña á la distancia de 3200 metros de un globo cautivo de 640 metros cúbicos de volúmen, que flotaba á la altura de 200 metros, teniendo aquélla un observador á una distancia lateral de un kilómetro para transmitir por teléfono las correcciones del alza y de las espoletas.

El globo experimentaba oscilaciones de unos 20 metros de amplitud, no obstante ser el dia claro y de calma atmosférica, y después de haber

arreglado el tiro á los 10 disparos, se efectuó un fuego de salvas, con granadas de balas, que dió por resultado la inutilización del globo al cabo de 30 tiros, ó sea en la quinta salva, habiéndole tocado con cinco cascos y 25 balas, lo que le obligó á descender lentamente.

Experimentos análogos se reprodujeron en Austria con asistencia de un gran número de oficiales de artillería y de otras armas en 1894, á la terminación del curso anual de aerostación militar, en las que, colocado el globo á diferentes alturas y á diversas distancias, se confirmaron aproximadamente los resultados de las que dejamos indicadas, mientras las alturas y las distancias dichas no excedieron de las señaladas, pero que ya fueron muy otros en la última que se verificó, teniendo el globo á 3750 metros del cañón y á la altura de 800 metros, puesto que entonces sólo lograron alcanzar éste á los 65 tiros, haciéndole caer con rapidez, á consecuencia de dos grandes desgarraduras que le causaron los proyectiles, si bien es cierto que, según se indica, el viento era bastante fuerte y el aerostato efectuaba grandes oscilaciones.

De estas últimas pruebas se ha deducido que la altura y la distancia á que debe situarse un globo de las baterías enemigas para hacer su servicio de exploración con relativa seguridad, no deben ser respectivamente menores de 800 y de 5000 metros, y en cuanto á los efectos de los proyectiles, se ha podido observar que mientras los globos con 18 agujeros de bala, conservaban su fuerza ascensional ó descendían muy lentamente, fué suficiente en otro una desgarradura de alguna consideración, para que descendiese con rapidez.

No satisfechos, sin embargo, de estos resultados, que sin duda no consideraban bastante concluyentes para decidir en definitiva acerca del objeto que los motivara, emprendieron nuevos ensayos al año siguiente, 1895, efectuando otra serie de pruebas más interesantes, en cuanto procuraron en ellas acercarse un poco más á las condiciones en que, realmente, habrá de procederse en la guerra, y considerando, al efecto, que para evitar los efectos del cañón el globo dispone de la facultad de variar su altura y la distancia á que se encuentre de aquél, así como la de cambiar con frecuencia de lugar, circunstancias que han de dificultar extraordinariamente el tiro en cuanto pueden obligar á que para apuntar los cañones sea preciso enterrar las colas de pato de los afustes y te-

ner que repetir esta operación, que no siempre será fácil por las condiciones del terreno, tantas veces cuantas sean las que el aerostato cambie de punto de observación.

En su virtud, se dispusieron estos nuevos ensayos empleando al efecto el globo llamado *Budapest*, de 10 metros de diámetro horizontal y de 14 metros de diámetro vertical, á 800 metros de altura y á 5250 metros de distancia de la batería que había de tirar sobre él, de lo que resultaba la necesidad de emplear un ángulo de tiro de 25° á 27°, y por consiguiente, la de enterrar las colas de pato. Se colocó también, oportunamente cubiertos y protegidos, un destacamento de aeronáutas que pupudiesen mover horizontalmente el torno de sujeción del cable aerostático, por medio de otro cable atado á aquél.

En estas condiciones, rompió el fuego una batería de ocho piezas de 8 centímetros, pero cuando á los ocho disparos había conseguido arreglar el tiro, empezó el globo á moverse horizontalmente, aunque con bastante lentitud, y en tal concepto fué necesario volver á empezar y proceder á un nuevo reglaje, teniendo que repetir todavía otra vez estas mismas operaciones y consumiendo inútilmente las 80 granadas concedidas para la prueba, sin haber causado al globo otro perjuicio que el de tres agujeros de pequeñas dimensiones, como producto de las 10.000 balas ó cascos que representaban las 80 granadas dichas.

De aquí, se dedujo que un globo, en las condiciones anteriores y maniobrado con inteligencia, tiene grandes probabilidades de evitar los efectos destructores de la artillería, y que por tanto, no sólo se deberá tirar sobre él, sino también sobre el carro-torno y sus sirvientes, lo que exigirá el empleo de dos baterías, cada una de las cuales tenga su objetivo particular.

Por lo demás, se considera que no debe excederse la altura de los 800 metros, que por otra parte se juzga suficiente, con el fin de evitar la incertidumbre que resultaría para las observaciones efectuadas desde otras mayores, y en cuanto á la distancia á que debe conservarse de los objetos que haya de observar el aeronáuta desde la barquilla, se cree que deberá ser de 8 á 10 kilómetros como máximum, corroborando con este nuevo dato lo que ya hemos tenido ocasión de advertir respecto de la extensión de las exploraciones.

En el mes de agosto próximo pasado, debieron tener lugar nuevos experimentos del mismo género en el campamento de Chalons (Francia), como ya nos anunció hablando de estos asuntos Mr. Renard, el día de nuestra visita al establecimiento aerostático de Chalais Meudon, y como más tarde hemos visto confirmado en los periódicos; pero por ahora, desconocemos los resultados, y ni aun nos es dado decir si se harán del dominio público ó se mantendrán secretos.

De todos modos no dudamos que habrán sido verdaderamente interesantes para el asunto que con ellos se persigue, puesto que sin duda se habrán perfeccionado todavía los medios empleados por los austriacos en los últimos que acabamos de referir, y es de creer que cuando en estas pruebas se varíe la posición del globo en todas direcciones, así como su altura, y la artillería se vea precisada á enterrar á cada momento las colas de pato y arreglar incesantemente la puntería de sus cañones, será bastante más difícil la destrucción de los globos, por más que entre los alemanes hemos podido apreciar tal confianza en este punto, que nos pareció que más que á perfeccionar su servicio aerostático, han tendido todavía á poder destruir, llegado el caso, los globos de sus enemigos y hasta nos hizo sospechar si dispondrían de algún medio extraordinario con este objeto.

Telegrafía aerostática.—Es tan evidente la utilidad de las comunicaciones rápidas en la guerra, que nos parece ocioso detenernos á encarecerlas, y á demostrar que nunca podrán considerarse excesivos los medios de que se disponga para conseguirlas en todos los casos, y cualesquiera que sean las circunstancias; así que, en vista de las sérias dificultades que frecuentemente se presentan para el empleo de la telegrafía óptica y eléctrica, nacidas unas veces de la situación especial de los cuerpos que hubieran de corresponderse, y otras de las condiciones topográficas y de los obstáculos que pueden interceptarlas, no es mucho que se haya pensado en utilizar también con este objeto los globos aerostáticos, provistos de luces de intensidad suficiente para que se vean de noche á largas distancias.

Cierto es que los ejércitos disponen de cohetes y otros recursos pirotécnicos que son visibles desde puntos bastante lejanos, pero ni alcanzan las alturas que muchas veces son necesarias, ni con ellos se pueden

conseguir más que señales de muy corta duración, y que respondan á sucesos previstos ó inteligencias préviamente convenidas.

Se comprende, pues, el interés que siempre ha merecido en todas partes el perfeccionamiento de los medios empleados en estas especialísimas correspondencias y que hace ya algunos años se iniciase en Francia la aplicación al objeto, de los globos cautivos, en unos ensayos verificados en el campamento de Chalons, bajo la dirección del hábil aeronauta Mr. Godard, empleando un sistema de señales nocturnas por medio de linternas de diferentes colores, que permitían una transmisión bastante rápida y que hacían, por tanto, esperar que elevadas á suficiente altura, podría comunicarse desde un solo punto con todos los cuerpos de un ejército que ocupase una extensión considerable de terreno.

El más grave inconveniente que presenta esta nueva aplicación aerostática, consiste, desde luego, en el peligro de llevar próxima á un globo lleno de gas hidrógeno una llama cualquiera, lo que obliga á renunciar, como medida de prudencia, á todo procedimiento de ignición en la barquilla, reduciendo, en tal concepto, la intervención de los aerostatos empleados al efecto al transporte á suficiente altura de los aparatos destinados á producir las señales.

Esto no obstante, son varios los medios y los aparatos, algunos de ellos ya ensayados, así para producir luces de brillo é intensidad suficientes que puedan percibirse desde puntos muy lejanos, como para evitar el indicado peligro mediante suspensiones especiales que los sostienen á bastante distancia del orificio inferior del globo, por el que sale el exceso de gas hidrógeno, debido á las dilataciones que experimenta en el interior, contando con que por su misma ligereza asciende inmediatamente después de su salida, perdiéndose en las regiones superiores de la atmósfera y sin dejar rastro alguno que pudiera servir de funesta comunicación con las luces repetidas.

Sea como quiera, no sabemos que ninguna de estas invenciones haya dado resultados bastante satisfactorios y tranquilizadores, para que desde luego se hayan adoptado, y en tal concepto prescindiremos de ocuparnos de ellas detalladamente, así como de otras varias proposiciones á que se ha prestado el uso de los globos como instrumentos de telegrafía, y nos limitaremos á llamar particularmente la atención acerca

de la que nos parece más eficaz, de emplear, con el objeto dicho, la luz eléctrica.

El sistema de señales á que nos referimos y al que se ha llegado después de numerosos ensayos sin conseguir resultados satisfactorios hasta estos últimos años, consiste en un globo cautivo de pequeñas dimensiones y que, por consiguiente, puede henchirse de hidrógeno muy rápidamente, que lleva en su interior cierto número de lámparas eléctricas de incandescencia en comunicación con un generador de electricidad colocado en tierra, por medio de conductores convenientes, en los que se halla intercalado un manipulador que permite interrumpir la corriente y producir eclipses ó destellos más ó menos largos, que sirven para la transmisión de los signos elementales del alfabeto Morse.

No podemos, ciertamente, garantizar en absoluto el éxito que parece haber alcanzado este procedimiento en las varias pruebas á que se le ha sometido en Inglaterra, Bélgica y algunos otros países; pero nos parece, sin embargo, bastante digno de atención, con tanto más motivo cuanto que ya la industria ofrece un material completo destinado á este solo objeto y no muy costoso, si, como creemos posible, se procura combinarle con el de las secciones aerostáticas de campaña, de que en su lugar habremos de ocuparnos detenidamente.

Tiene, en efecto, algunas ventajas en cuanto permite alcanzar en toda ocasión y lugar un punto luminoso de altura conveniente, que siendo visible á grandes distancias y en una considerable extensión de terreno, pudiera servir acaso para comunicar órdenes, establecer inteligencias y hasta para sostener correspondencia, ya entre los defensores de una plaza sitiada y los ejércitos de socorro, ya entre los diferentes cuerpos de un ejército que ocupasen puntos distantes en una gran comarca desprovista de otros medios de comunicación.

En este mismo orden de ideas se considera posible corresponderse desde puntos muy lejanos en tiempos favorables, situando globos cautivos á intervalos de 30 y aun de 50 kilómetros unos de otros, y suspendiendo de cada uno de ellos una lámpara eléctrica, que estando en comunicación con un generador de electricidad y un manipulador situados en el suelo, por medio de conductores arrollados al cable de sujeción permitirían transmitir los despachos con una gran velocidad rela-

tiva, produciendo interrupciones sucesivas y más ó menos prolongadas de la corriente en forma análoga á la que ya dejamos indicada.

Todavía se propone, y en efecto parece que pudiera ser de alguna utilidad en ocasiones determinadas, hacer uso de los globos luminosos para servir de señal convenida ó como referencia para la reunión en un punto de varios cuerpos de tropas durante la noche; y en fin, hasta parece haberse ensayado en Inglaterra con éxito satisfactorio, y á falta de otros medios mejores para el objeto, al alumbrado de trabajos nocturnos de campaña.

De todos modos, careciendo de experiencia propia, nada nos es lícito afirmar con entera seguridad acerca de la eficacia de las diversas aplicaciones propuestas, pero sí nos inclinamos á creer, como ya hemos indicado, que en circunstancias especiales podrá ser realmente útil este sistema de señales, desde el momento en que aún es preciso recurrir á los cohetes, hogueras y otros medios análogos no menos precarios y deficientes para conseguir de una manera imperfecta lo que sería mucho más fácil y hacedero apelando al procedimiento de que nos venimos ocupando, una vez que ya en el batallón de Telégrafos hemos tenido ocasión de probar que con una sola lámpara de incandescencia elevada á unos 100 metros en un pequeño globo cautivo, se podían hacer señales visibles á 8 y 10 kilómetros de distancia.

La fotografía en globo.—Consecuencia inmediata de la gran extensión de terreno que se descubre desde la barquilla de un globo cautivo, es la utilidad que presentaría las más veces al general en jefe de un ejército, el verificar una corta ascensión que, antes de empeñar una batalla, le permitiese explorar el campo en que han de moverse y combatir los dos ejércitos contrarios. Efectuada esta observación en buenas condiciones, formaría cabal concepto de un gran número de circunstancias que pudieran influir en el éxito de sus combinaciones, y que difícilmente obtendría por noticias sueltas, aun á costa de un trabajo muy minucioso y lento. Es más que probable, que mediante un reconocimiento de esta naturaleza, adoptaría disposiciones y medidas en que acaso no hubiera pensado, en virtud de las ideas que pudiera sugerirle la vista y el exámen del terreno, que especialmente en días de calma se extendería á sus pies á manera de inmensa carta geográfica.

Mas ya que esto no se hiciera, tiénese por indudable que un oficial acostumbrado á este género de observaciones, podría conseguir en poco tiempo, desde la barquilla de un globo cautivo, un croquis bastante exacto del terreno, y ya se citan algunos notables trabajos de este género, ejecutados con gran precisión y verdadero lujo de detalles, siquiera teniendo en cuenta las dificultades que ofrecen, desde el momento en que las eminencias del suelo desaparecen y los objetos todos se presentan bajo una perspectiva extraña, mirados desde puntos tan elevados, parece que ha de ser necesaria una gran práctica adquirida en numerosos y repetidos ejercicios, ya que no puedan emplearse con éxito los diferentes instrumentos que se han imaginado con este objeto; pero en cambio consideramos que se obtendrán resultados muy útiles, por medio de la fotografía, y así se desprende de los ensayos realizados hasta ahora, de los que habremos de mencionar á grandes rasgos los principales.

Los norteamericanos parece que han sido los primeros que hicieron aplicaciones de este procedimiento durante la guerra de la Secesión, en Richmond el año 1862; pero ya mucho antes había tratado de aplicarlo al mismo objeto, en 1859, el fotógrafo francés Mr. Nadar, proponiendo establecer una máquina fotográfica en la barquilla de un globo cautivo para obtener una série de vistas del terreno, que pudieran ser útiles al general encargado de dirigir una batalla, prometiéndose sacar una prueba negativa cada quince minutos, y hacerlas bajar dentro de una cajita que corriera á lo largo del cable de sujeción del globo. Esperaba de este modo que reveladas sucesivamente las pruebas dichas, contendrían todas las indicaciones necesarias acerca de las posiciones del enemigo; pero los resultados de los ensayos verificados entonces estuvieron muy lejos de las esperanzas del inventor, y no eran muy á propósito para alentarle á proseguir los experimentos ni para que hiciesen concebir ideas muy favorables acerca de sus ventajosas aplicaciones en la guerra.

Esto no obstante, el mismo Mr. Nadar, asociado á otro fotógrafo no menos conocido, Mr. Dagron, emprendió posteriormente otra série de ensayos análogos, utilizando al efecto el globo cautivo que Mr. Giffard estableció en París durante la Exposición de 1867, y entonces se obtuvieron ya pruebas más aceptables, y el último de los fotógrafos dichos con-

siguió en 1878 una vista panorámica desde la barquilla de un globo cautivo.

Desde entonces hasta la fecha son numerosísimos los trabajos de esta clase que se han ejecutado en todas las principales naciones de Europa, y especialmente en Francia, cuyos resultados se registran muy frecuentemente en los periódicos profesionales, y entre ellos debemos citar, como uno de los más celebrados, las pruebas verificadas en globos libres en 1880 por Mr. Desmarets y en 1885 por Mr. Tissandier, en las que parece han conseguido una claridad y una abundancia de detalles verdaderamente notables.

Por lo demás, la única condición indispensable para el buen éxito de estas operaciones es la de que el terreno esté bien iluminado, pues si bien es cierto que el movimiento rápido del globo debía ser un obstáculo para la pureza de la imagen, en las pruebas relativas á los experimentos anteriores parece que no se distingue una sola línea doble, por más que la velocidad de la marcha del globo se calculó en unos 5 ó 6 metros por segundo y aun de 10 á 12 en los verificados por Mr. Tissandier.

Esto procede de que siendo muy sensible la preparación de las placas empleadas, se reduce considerablemente el tiempo de la exposición, que en los casos citados fué de $^1/_{15}$ y hasta de $^1/_{30}$ de segundo, de modo que el camino recorrido por el globo en estos pequeñísimos intervalos de tiempo no pasa de algunos centímetros y por consiguiente no produce efecto apreciable á las alturas bastante superiores á 1000 metros á que se encontraban los globos en el momento de la operación.

En todos los ensayos á que nos hemos referido, la disposición de los aparatos fotográficos en la barquilla era próximamente la misma y se reducía á asegurarla en condiciones convenientes en el borde de ésta; pero con los obturadores instantáneos, ni aun esto es necesario al decir de los peritos, y basta sostener el aparato con las manos, apoyándolo en el borde de la barquilla en el momento preciso. Recomiéndase en cambio que los aparatos empleados tengan una especie de *buscador* ó guía que permita ver la imagen en el objetivo en el acto de abrir el obturador, en atención á que por los movimientos y oscilaciones del globo no siempre es fácil apuntar al objeto que se desea reproducir.

En las aplicaciones militares será más frecuentemente necesario fotografiar el terreno ocupado por el enemigo que el que se extienda directamente á los pies del aeronauta, y en este orden de ideas son ya tambien muy dignos de atención los resultados que se han conseguido, entre los que hemos visto citados como muy notables las pruebas obtenidas en Francia por el comandante Mr. Fribourg, jefe del servicio fotográfico del ejército, y la que obtuvieron los aeronautas militares de Grenoble, reproducida en varias revistas ilustradas, que representa la entrada en dicha ciudad del presidente de la República Mr. Carnot.

Las fotografías obtenidas en todos los experimentos anteriores, fueron tomadas en globos tripulados, pero pueden conseguirse también en globos cautivos que eleven sencillamente suspendidos los aparatos fotográficos, cuyos obturadores puedan funcionar á distancia, y así hemos sacado algunas en el batallón de Telégrafos, del terreno inmediato al cuartel de la Montaña, que no desmerecen mucho ciertamente de las que hemos visto en el extranjero; pero por este medio, con un aparato automático, es difícil dirigirlo con exactitud hacia el punto cuya imagen se desea obtener, y esta circunstancia ha dado orígen á otros que permitan abarcar todo el horizonte.

Débese uno de éstos al arquitecto francés Mr. Triboulet, y consiste en una caja exagonal con seis objetivos laterales, que, por su poco peso, puede elevarse en un pequeño globo de 150 metros cúbicos de volúmen próximamente. Cada una de las cámaras fotográficas contiene una placa sensible y está provista de un objetivo particular y de un obturador que se conserva en su posición por medio de la armadura de un electroimán, que forma una especie de cerrojo.

El cable de sujeción lleva arrollado un hilo metálico que comunica con un generador de electricidad colocado en el suelo, de modo que en el momento deseado se hace pasar la corriente eléctrica, y atraida la armadura, resbala el obturador dejando un intervalo de exposición suficiente para que las placas se impresionen, si están en buenas condiciones de luz.

El jefe de ingenieros del ejército inglés Mr. Elsdale, ha ejecutado también una série de pruebas en Chatham, utilizando al efecto un aparato análogo, pero nada podemos decir de los resultados que se hayan

conseguido, ni en éstas ni en las que también se ejecutaron oportunamente con el anterior.

Por lo demás, si á los numerosos experimentos que todos los días se están ejecutando, debidos, como la mayor parte de los indicados, á la iniciativa privada de fotógrafos y aeronautas, en vista de que la solución satisfactoria de este problema no responde solamente á conveniencias del servicio militar, se añade la consideración de que ha venido á ser objeto de constante estudio en todos los establecimientos aerostáticos de los principales ejércitos, y se tienen en cuenta los progresos realizados en estos últimos años en el arte fotográfico, se comprende que se hayan perfeccionado mucho los procedimientos, y que ya en su actual estado pueda prestar este recurso auxilios de incontestable utilidad en la guerra.

Será, en efecto, muy importante, entre otras varias ocasiones, en el ataque y la defensa de las plazas fuertes, por la necesidad muchas veces sentida en estas operaciones de apreciar con toda la posible exactitud la situación de algunas baterías y de otras obras análogas, y aún conocer en lo que cabe sus principales disposiciones.

Nosotros sabemos que así en Inglaterra como en Alemania, atiéndese preferentemente á este aspecto del arte aerostático, y en Francia, especialmente, hemos tenido ocasión de examinar detenidamente la abundante colección de pruebas fotográficas que conservan en el establecimiento militar de Chalais-Meudon, entre las que se advierten algunas verdaderamente notables por la pureza y claridad de sus líneas, y la abundancia de detalles que contienen.

Dicho se está que este asunto está directamente relacionado con el de la fotografía á grandes distancias, que hoy se estudia con interés, y aunque por nuestra incompetencia nos sea imposible emitir opinión fundada acerca de los procedimientos y de los aparatos en uso, sí diremos que, según hemos podido colegir, los más convenientes de éstos parecen ser los de foco largo, que para una cámara de $^{13}/_{18}$ son suficientemente portátiles y dan buenos resultados hasta 5 kilómetros, con un campo de 10°, abarcando 100 metros y dando buenas vistas de conjunto.

De las noticias que nos ha sido dable recoger respecto de los que se ocupan preferentemente en la construcción de aparatos especiales para

el objeto, podemos citar los de Dallmeyer, en Inglaterra; los de Miettre y Stimhel, en Alemania, y el del capitán Houdaille, en Francia; pero llegado el caso, no será difícil ampliar estas indicaciones con todas las necesarias que los industriales se apresurarán á dar por su interés, y que desde luego será indispensable adquirir, dado que, como se vé, este solo aspecto del arte aeronáutico aplicado á la guerra, requiere no poca atención y estudio por parte de los que hayan de encargarse de su planteamiento en nuestro ejército.

Por lo demás, y una vez que, como se ha encargado de demostrar la experiencia, se pueden obtener en globo *clichés* fotográficos que compitan en precisión, claridad y perfección, con los mejores sacados en tierra, y teniendo en cuenta que los procedimientos instantáneos al gelatino bromuro han transformado el arte fotográfico facilitando las operaciones, creemos que con las placas extra-sensibles que se preparan hoy y gracias á los obturadores rápidos de que se puede disponer, la fotografía aerostática está llamada á prestar eficaz concurso al arte militar, puesto que permitirá obtener con seguridad el plano de las fortalezas y de los trabajos del enemigo.

Otras aplicaciones militares de los globos.—No son las indicadas las únicas aplicaciones que se pretende hacer de los globos en la guerra, siquiera sean hasta ahora las más prácticas y eficaces, y las que han recibido ya de una manera más concluyente la sanción de la experiencia, sino que también se han propuesto otras varias, entre las que merecen citarse la que tiene por objeto la iluminación del campo enemigo mediante poderosos reflectores instalados en la barquilla de un globo cautivo, y la de los que quisieran convertir los aerostatos en destructoras baterías aéreas.

La importancia de la primera de estas dos aplicaciones pruébala mejor que otro razonamiento alguno la gran variedad de artificios de iluminación que se han ideado con el objeto dicho, y que se consideran muy útiles en la defensa de las plazas, por los servicios que de ellos se obtienen en ocasiones determinadas, á pesar de todas sus imperfecciones, por más que á partir del año 1851 en que tuvieron lugar las primeras aplicaciones de la luz eléctrica, puede decirse que entró este asunto en una nueva fase, haciendo concebir desde luego la posibilidad de aplicar

en la guerra los resultados obtenidos en la industria, y no sin fundamento, como los hechos se encargaron de acreditar.

Ya entonces se propuso que se empleasen aparatos de iluminación, consistentes sencillamente en lámparas eléctricas colocadas en torres ó edificios de mucha altura, ó suspendidas de globos cautivos que llevarían los generadores de electricidad en la barquilla, cuando no pareciese conveniente establecerlos en tierra y ponerlos en comunicación con la lámpara dicha.

Estas ideas, sin embargo, á pesar de las indudables ventajas que entrañaba la solución satisfactoria del problema á que se referían, no pasaron en aquella época de la esfera puramente especulativa, en lo que se refiere á sus aplicaciones aerostáticas, hasta que algunos años más tarde se abrieron paso en la práctica y empezaron á ser motivo de experimentos sérios en algunas naciones.

Así, por ejemplo, en Alemania, en donde como á todos los asuntos militares se concede grandísima atención á todos los adelantos que se relacionan con el ataque y la defensa de las plazas, en cuyas operaciones sería de inestimable valor el concurso del sistema de alumbrado á que nos referimos, después de un experimento verificado en Charlottemburgo, en el que se empleó una lámpara de incandescencia con éxito poco satisfactorio, se realizaron otros en Schöneberg, el año 1885, con una luz de arco provista de un reflector, producida por una dinamo Siemens y Halske, y éstos ya tuvieron al parecer resultados muy distintos, puesto que ya se pudo observar el terreno con suficiente claridad á grandes distancias desde la barquilla de un globo cautivo á unos 60 metros de altura.

En Inglaterra se han llevado á cabo también algunos ensayos con un aparato destinado á reconocer las posiciones enemigas durante la noche, debido á un capitán de ingenieros de aquel ejército, y que permite abarcar una gran extensión de terreno, pero nos son desconocidos en concreto los resultados que con él se hayan obtenido.

Sea como quiera, parece que la contínua movilidad de la barquilla ha de ser siempre un obstáculo para la aplicación que se pretende, así como no dudamos que sea un excelente observatorio para descubrir el campo iluminado con reflectores establecidos en tierra, y así nos lo han

corroborado los ingenieros militares italianos que han hecho numerosas y repetidas experiencias para apreciar esta circunstancia, y según manifestaron, con éxito satisfactorio.

De todos modos y ya que por las razones que en otra parte dejamos indicadas, sea forzoso en todos estos asuntos atenerse á los resultados de la experiencia propia, ya que los de la agena se conservan generalmente en el mayor secreto, parécenos éste otro de los puntos relacionados con nuestro objeto, que merece que se le consagre alguna atención y algunas pruebas.

Cuanto á la segunda de las aplicaciones que nos ocupan, de hacer servir á los aerostatos como máquinas ofensivas, aunque anterior á la invención misma de estos aparatos, y por más que han sido muchos los proyectos imaginados y propuestos con este objeto en diferentes ocasiones, y aun parece haberse ensayado algunos en la guerra, no sabemos que hayan conducido á soluciones prácticas y verdaderamente eficaces.

Sin entrar en la descripción y exámen de algunos de los proyectos de referencia, habremos de consignar, no obstante, que mientras unos pretenden la aplicación de los globos libres tripulados, otros dan la preferencia á los cautivos, y algunos se prometen grandes ventajas de emplearlos únicamente para el transporte de los proyectiles, como lo hicieron los austriacos en el bombardeo de Venecia en 1848; pero á nuestro modo de ver, son tantas y de tanto peso las objeciones que fundadamente pueden hacerse á unos y á otros, que, cuando menos, consideramos prematuro el ocuparnos aquí de las consecuencias que estos proyectos podrán acarrear, y no parece que por ahora deban ser motivo de preocupación en los ejércitos.

Del mismo modo prescindiremos de las que se prometen, cuando resuelto el árduo problema de la dirección de los aerostatos, por medios mecánicos y aun por la utilización de las diferentes corrientes atmosféricas, puedan emplearse en establecer de una manera segura correspondencias contínuas entre las plazas sitiadas y el exterior, en importantísimas exploraciones estratégicas, en la comunicación de los ejércitos y en otras muchas aplicaciones de la misma índole y de incuestionables fecundos resultados.

Dicho está, por tanto, que no hemos de seguir á los que se dan á suponer cuáles serán entonces las condiciones de la guerra aérea y cuáles sus consecuencias, por más que los patrocinadores ó inventores de semejantes proyectos, suponiendo que no faltarán sensibles filántropos que condenen como medio bárbaro y cruel estas mortíferas aplicaciones aeronáuticas, como hoy anatematizan el uso de las minas y de los torpedos, procuran anticiparse á calmar semejantes escrúpulos, demostrando que estas nuevas armas han de ser tanto más humanitarias cuanto sean más destructoras, una vez que será siempre un beneficio todo aquello que tenga por resultado el abreviar las guerras ó hacerlas imposibles, y que ambas cosas se conseguirán más fácilmente cuanto sean más perfectas y mortíferas las máquinas empleadas en los combates.

Conclusiones.—La ligerísima reseña que antecede relativa á las aplicaciones que pueden tener en la guerra los globos aerostáticos, entre las que descuella, como la principal y casi la única de positivos resultados, la de emplearlos como observatorios aéreos en el reconocimiento de las disposiciones del enemigo, así en los campos de batalla como en el ataque y la defensa de las plazas, aparte de las ya probadas también con éxito, que prestarán en este último caso, sirviendo de medios de comunicación entre ellas y los ejércitos de socorro, obedece á la idea de fijar de una manera precisa cuál es el verdadero objeto que se persigue con este nuevo servicio militar y cuáles los límites en que debe encerrarse, por la frecuencia con que ocurre el caso de querer extender tanto las aplicaciones de estos eficaces auxiliares de los ejércitos, que se traspasan aquéllos, tratando de exigir mucho más de lo que realmente pueden ofrecer.

Quedan, en efecto, suficientemente definidos, á nuestro modo de ver, los casos en que es verdaderamente útil la intervención de los globos en las operaciones militares, y aun la forma en que debe empleárseles, así como los asuntos que deben ser motivo de la atención y el estudio teórico y experimental de los encargados de desempeñar estas funciones, siquiera más adelante hayamos de extendernos algo más, en cuanto á los principios generales y detalles más importantes del servicio de campaña.

No ha sido éste, sin embargo, el único objeto que nos hemos propues-

to al exponer al principio de este trabajo un resúmen de las mencionadas aplicaciones, sino que lo hemos hecho también, y muy especialmente, porque de ellas se deducen algunas de las principales condiciones á que debe satisfacer el material aerostático de campaña.

Se advierte, efectivamente, en primer término, que habiendo de acompañar el material dicho á los ejércitos en operaciones de guerra, es indispensable que sin aumentar mucho la numerosa impedimenta que éstos se ven obligados á llevar, posea la movilidad suficiente para seguirles en todas las circunstancias con la velocidad por lo menos de una batería de artillería, para que pueda empleársele oportunamente en todos los casos en que pueda ser útil ó necesaria su intervención.

Con este mismo objeto, es de absoluta necesidad también que la inflación de los globos pueda verificarse con entera seguridad en el lugar en que haya de empleárseles, cualquiera que éste sea y con toda la brevedad posible, y á este efecto deberán disponer las secciones de campaña de los generadores necesarios para producir el hidrógeno, ó lo que es mejor y más expedito, como veremos en su lugar, de los carruajes que transporten el gas indicado comprimido en cilindros de acero.

Para conseguir la mayor ligereza en el material, y por consiguiente que el transporte dicho se reduzca todo lo posible, conviene desde luego que los globos sean de las dimensiones extrictamente precisas para que, conservando la suficiente fuerza ascensional, puedan elevar en la barquilla los dos observadores que se consideran necesarios en general para efectuar cómodamente y con acierto las observaciones.

Del mismo modo, y para facilitar éstas, conviene que el sistema de suspensión de la barquilla sea el más apropiado para asegurar á ésta la mayor estabilidad dentro de las oscilaciones y movimientos á que siempre estará sujeta, por la acción más ó menos violenta del viento sobre el globo.

Por último, y como quiera que las noticias adquiridas por la observación habrán de comunicarse inmediatamente y con la mayor rapidez á quien corresponda, se hace preciso disponer de medios seguros, al efecto, y que no sólo permitan conseguir este resultado sino también el de hacer llegar á los aeronautas las órdenes que la autoridad superior les

dirija, aparte de la correspondencia que exija la ejecución de las maniobras para el servicio mismo.

Claro es, que no son éstas las únicas condiciones á que deben satisfacer las diferentes partes de que consta el material aerostático, pero sí, como decimos, las que principalmente deben tenerse en cuenta para los globos cautivos, sin perjuicio de construirlos en relación con los principales objetos á que se destinen y clasificándolos como algunos proponen, en material ligero ó de campaña y material pesado ó de plaza, limitándose en los primeros á las capacidades puramente indispensables, puesto que están llamados á seguir las marchas y operaciones de los ejércitos, y es, por consiguiente, de capital importancia la mayor ligereza posible, y adoptando dimensiones mayores para los segundos, en los cuales no es tan atendible esta circunstancia.

Y esta diferencia se explica por la diversa índole de algunos de los servicios que han de prestar unos y otros, puesto que así como aquéllos habrán de emplearse generalmente cautivos y llenos de gas hidrógeno, éstos podrán servir también para las comunicaciones de las plazas sitiadas con el exterior, y en tal concepto, pudieran tener que transportar varios tripulantes y grandes pesos durante un tiempo relativamente largo. Además, aunque se recomienda desde luego, teniendo en cuenta la manifiesta importancia que pueden tener para la defensa, que en todas las grandes plazas fuertes se construyan establecimientos de carácter permanente para la elaboración de este material y la del gas hidrógeno necesario, es indudable que como aquellas son frecuentemente poblaciones de alguna consideración, podrá encontrarse en ellas gas del alumbrado y es más que probable que conviniese utilizarlo á pesar de tener peores condiciones, con preferencia al hidrógeno, en cuyo caso, dada su mayor densidad, serían precisos globos de mayor tamaño.

Sea como quiera, parécennos suficientes las indicaciones anteriores para que puedan servir de base al exámen de todos los elementos que constituyen actualmente el material aerostático de los ejércitos, en cuya detallada descripción vamos á entrar, no sin decir antes cuatro palabras acerca de la organización general de este servicio en algunos de los principales ejércitos de Europa.

Organización del servicio aerostático militar.

Pocos años después de la famosa invención de los hermanos Montgolfier, tuvieron lugar en Francia las primeras aplicaciones de los globos á la guerra, con éxito tan satisfactorio, al decir de los cronistas de la época, á pesar de todas las imperfecciones de que entonces adolecía el material destinado á este objeto, que desde los primeros ensayos se decretó sucesivamente la creación de dos compañías destinadas á prestar este servicio en los ejércitos de la República y la de un centro aerostático en Chalais-Meudon, que servía á la vez para construir el material y de escuela para preparar oportunamente todo el personal que había de manejarlos.

Breve fué, sin embargo, la existencia de esta nueva institución militar, á pesar de su reconocida utilidad, puesto que no tardó en decretarse la disolución de las expresadas compañías, dadas las grandes dificultades que ofrecía el transporte de los globos, así como los medios de proporcionarse el hidrógeno necesario para su inflación, y en fin, porque el estado en que entonces se encontraba el arte aerostático y el carácter de las campañas de aquella época, fueron causa de que este nuevo servicio se considerase como un grandísimo embarazo para la necesaria movilidad de los ejércitos.

Pasaron después muchos años sin que en ninguna parte se intentaran nuevas experiencias de aplicación á la guerra de los globos aerostáticos, siquiera hayan contado siempre en su apoyo con las opiniones y los juicios más favorables de militares distinguidos, y aunque fueron varias las tentativas que se hicieron para aplicarlos con distintos objetos, y varias también las ocasiones en que se reconoció la utilidad que podrían tener y que al parecer tuvieron algunas veces en las diferentes guerras sostenidas en Europa y América en la segunda mitad de este siglo, es lo cierto que no consiguieron despertar la atención hasta la famosa campaña de 1870-71, entre Francia y Alemania, por los relevantes servicios que en esta ocasión prestaron á la primera de dichas naciones.

En efecto, á partir de esta fecha, no ya sólo en Francia sino en casi

todos los ejércitos de Europa, se empezó á estudiar con verdadero interés el problema de la aerostación en sus aplicaciones á la guerra, partiendo de la más importante de éstas, cual es la de que pudieran servir de observatorios aéreos en los campos de batalla y en el ataque y la defensa de las plazas, y concediendo, como era consiguiente, preferente atención á los perfeccionamientos y mejoras del material en su conjunto y en todos sus detalles para obviar los principales defectos, ya señalados, que se habían advertido en los primeros globos militares.

Consecuencia inmediata de estos estudios y de los consiguientes numerosos ensayos y experimentos á que dieron orígen, fueron los notables progresos que desde la indicada fecha se registran en el arte aeronáutico, entre los que, y á parte de las mejoras introducidas en el material aerostático propiamente dicho, se cuentan los generadores portátiles para la producción del gas hidrógeno necesario para la inflación de los globos, en el lugar mismo en que éstos hayan de verificar sus ascensiones, y los diversos modelos de carros-tornos movidos por el vapor ó á brazo para el transporte y la maniobra de los aerostatos, facilitando con estos elementos, en cuya descripción habremos de ocuparnos más adelante, el cumplimiento de las funciones que les están encomendadas en la guerra.

Ya desde entonces pudieron organizarse, y en efecto se organizaron en los principales ejércitos de Europa, secciones de tropa, de cuya composición hablaremos también en el lugar correspondiente, encargadas de desempeñar este servicio en campaña y que fueron sucesivamente en aumento hasta adquirir las proporciones que tienen en la actualidad, á la vez que se generalizaban las aplicaciones militares de los globos, y hasta en las naciones que en un principio se mostraban más reacias para admitir esta innovación, acabaron por aceptarla y concederle la atención de que hoy está siendo objeto en todas partes.

No contribuyó poco á este resultado la nueva forma de subvenir á las necesidades de los globos en gas hidrógeno, adoptada en primer lugar por los ingleses durante la última guerra de Egipto y aceptada muy pronto en los demás ejércitos, por las mayores ventajas que ofrece para el servicio aerostático militar, que consiste en renunciar á la producción del hidrógeno en el lugar mismo de la inflación del globo, subs-

tituyendo este sistema, siempre largo y embarazoso, como tendremos ocasión de observar, con el más expedito y fácil, de llevar el gas comprimido á altas presiones en cilindros de acero, para emplearlo en el momento oportuno con entera independencia de las condiciones de la localidad y con toda la rapidez necesaria para hacer todavía más prácco y sencillo este nuevo elemento de guerra.

Si, pues, antes había sido preciso para la organización del servicio aerostático disponer de un centro en el que se construyera y conservara el material, y que á la vez sirviera de escuela para la enseñanza especial del personal de oficiales y tropa de las mencionadas secciones aeronáuticas, á partir de esta importante novedad fué ya absolutamente indispensable disponer de los establecimientos dichos, dándoles un desarrollo mucho más considerable, en cuanto al mismo tiempo que á las condiciones enumeradas, habían de satisfacer también á la de ser verdaderas fábricas de producción y compresión del gas hidrógeno, que así en la paz para sus pruebas de instrucción, como en la guerra para las atenciones del servicio, habían de abastecer de este producto á las secciones repetidas.

La organización del servicio aerostático militar lleva, pues, consigo en todas partes la existencia de una estación ó parque central, en la que se atiende á la construcción del material y á la enseñanza del personal y la creación de un número mayor ó menor de secciones ó unidades encargadas de prestar servicio en campaña, y ambos cometidos están confiados á las tropas de ingenieros y bajo una sola dirección en cuanto se refiere á este objeto, siquiera éstas pertenezcan á regimientos ó batallones distintos, en vista de no crear nuevas unidades de tropa para este solo destino, por evitar los cuantiosos gastos que esto acarrearía, teniendo en cuenta el desarrollo que ya tiene y el que sin duda está llamado á adquirir todavía en algunos ejércitos.

Los principios y consideraciones anteriores que en general sirven de base á la organización de que nos ocupamos, se completan con la determinación de que las grandes plazas fuertes tengan un parque aerostático para las necesidades de la defensa, en caso de sitio, y que aparte de las disposiciones de carácter permanente que deben establecerse en ellas, con el fin de que en el momento preciso sea verdaderamente eficaz este servicio, se encuentren en relaciones constantes con el mencionado esta-

blecimiento central, en todo lo que se refiere á la construcción y reparación del material de que disponen, y aun en lo que concierne á la instrucción del personal que, en el acto de la movilización del ejército, debe formar parte de sus guarniciones, con el carácter de aeronautas.

La extensión del servicio y el consiguiente número de secciones aerostáticas que hayan de movilizarse en cada ejército, es muy variable, según las necesidades previstas y la mayor ó menor importancia que se conceda á esta nueva rama del arte militar, y esta circunstancia origina algunas diferencias de detalle, en cuanto á la organización, que se advierten fácilmente en la que tiene, por ejemplo, en Inglaterra, Alemania ó Italia, comparada con la que, más importante que en ninguna otra potencia, ha recibido en Francia.

Las tres primeras de dichas naciones, disponen, en efecto, de sus respectivos centros ó establecimientos aerostáticos en Aldershot, Schöneberg (Berlin) y Roma, y á cada uno de ellos se hallan afectas, con carácter permanente, dos compañías de ingenieros, que en el acto de pasar al pié de guerra han de proporcionar el personal correspondiente á un determinado número de secciones, mientras que la última sólo tiene una sección permanente en el parque de Chalais-Meudon, y en cambio dispone de cuatro compañías, una de cada uno de los regimientos de Zapadores, que no dejan de formar parte de éstos, y cada una de las cuales ha de dividirse en cuatro secciones, puesto que aspiran á que, en la movilización, cada cuerpo de Ejército cuente desde luego con la suya, además de las que correspondan al ejército territorial, que deben prestar su servicio en las plazas fuertes en caso de guerra.

El carácter de las repetidas estaciones centrales es también el mismo, y así en Inglaterra como en Alemania é Italia, consisten en grandes extensiones de terrenos cercados, en cuyo perímetro se encuentran agrupados los diversos edificios, casi todos ellos de planta baja, exclusivamente destinados á las diversas operaciones que comprenden los trabajos ordinarios que en ellos se realizan, á saber: un barracón de gran altura y de la amplitud suficiente para la conservación de los globos, plegados ó llenos; otro para la instalación del aparato fijo para la produccion del gas, con sus gasómetros correspondientes al exterior; otro para la compresión, inmediato al anterior, y al lado de éste, el relativo á la

máquina de vapor; otro para almacenar el material de transporte y los tubos ó cilindros de hidrógeno; una oficina de ensayos, y en fin, los talleres para la elaboración y recomposición de las diferentes partes del material, con más los que se juzguen precisos para estancia de oficiales, cuerpo de guardia y algunas otras atenciones.

La capacidad de los mencionados locales es también muy variable, y como más adelante hemos de describir las máquinas y aparatos más comunmente usados en los diferentes trabajos que han de cumplirse en ellos, y aun indicaremos también la forma y disposiciones especiales que tienen algunos en los establecimientos aerostáticos del extranjero, consideramos innecesario insistir sobre este punto, que, por otra parte, depende de circunstancias difíciles de prever y relacionadas en gran parte con el desarrollo más ó menos considerable que se proyecte dar al servicio de que se trata.

Respecto del personal que, cualquiera que sea la organización que se adopte, ha de estar afecto con carácter permanente á los establecimientos dichos, conviene desde luego que, como en el de Chalais-Meudon, además del destacamento de sargentos, cabos y soldados que se juzgue indispensable, comprenda contratados un maquinista, un maestro cordelero, un cestero y hasta un sastre, que se encargue del corte y de la preparación de los materiales que entran en la construcción de los globos y de la dirección de la costura de éstos, que generalmente la realizan costureras.

Los indicados maestros, aparte de intervenir directamente en la construcción del material aerostático, enseñan los principios de sus respectivas profesiones á los que han de desempeñarlas en las secciones de campaña, á cuyo efecto ya se procura elegir con esmero, en el período del reclutamiento, los soldados más idóneos para el desempeño de estos diversos cometidos, en el número necesario, procurando en el resto del personal otras cualidades que en relación con su futuro destino militar les acreditan como más aptos para las diversas funciones del servicio aerostático.

Consagrando, pues, atención preferente á la enseñanza de todos aquellos que hayan de poseer una instrucción especial y más difícil, las secciones dichas se ejercitan en la nomenclatura y en el conocimiento y condiciones generales de todas las partes del material, y en las manio-

bras que han de ejecutarse con él en diversas circunstancias, empezando por las de inflación y desinflación de los globos y familiarizándolos con las que exige el transporte de éstos llenos, para salvar los diversos obstáculos que pueden presentárseles, y en fin, en las de las ascensiones libres ó cautivas, en las que se ha de procurar, en cuanto sea posible, que tomen parte los sargentos.

Los oficiales pertenecen generalmente al Cuerpo de Ingenieros, al que está confiado este servicio en todos los ejércitos, pero también se procura adiestrar en él á los oficiales procedentes de otras armas que voluntariamente lo desean, y aun en algunas, como en Alemania, permanecen durante mucho tiempo agregados al establecimiento central de aerostación, teniendo en cuenta, sin duda, las muchas imprevistas exigencias de personal apto para el desempeño de estas funciones que puede traer consigo una campaña, siendo de advertir que en Inglaterra, según nos manifestaron, no se les considera verdaderamente preparados hasta que han verificado veinte ascensiones libres, por lo menos.

La instrucción teórica de éstos se refiere principalmente á perfeccionar sus conocimientos en Meteorología, al conocimiento completo del material y organización del servicio en los demás ejércitos, á las aplicaciones de la aerostación al arte de la guerra, á las reglas que deben observarse en las ascensiones libres y cautivas, y en fin, al conocimiento de todo aquello que más ó menos directamente se relaciona con las funciones que están llamados á desempeñar.

La enseñanza práctica es casi constante, pues como, por los locales de que al efecto disponen, pueden conservar siempre llenos de gas uno ó varios globos, aprovechan todas las circunstancias atmosféricas distintas para efectuar ascensiones cautivas, familiarizándose con la observación de todos aquellos objetos que han de ser motivo de su atención en la guerra, y como en todas las naciones, los centros aerostáticos de referencia se encuentran instalados en grandes capitales ó en puntos de reunión de tropas considerables, pueden apreciar el aspecto bajo el que éstas se presentan siempre que salen á sus instrucciones prácticas en los campos inmediatos, á diferentes distancias y con tiempos muy variables, lo que tiene grandísima importancia por la naturaleza especial de los reconocimientos aerostáticos, en los que es preciso la mayor seguridad

en los observadores, para evitar los errores de apreciación, que podrían ser en algún caso de fatales consecuencias.

Ejercítanse, además, con frecuencia en las ascensiones libres y en todas aquellas aplicaciones de que dejamos hecho mérito, y que hoy son las que parecen de resultados más positivos, efectuando marchas con los globos llenos, para adquirir la práctica necesaria en el transporte de los mismos, tomando parte en todos los experimentos y maniobras de guerra en que se considera que pueden tener una intervención útil los globos de observación, y atendiendo siempre á las mejoras que pueden introducirse en el servicio en general y á las que influyen en el mejor cumplimiento de éste en campaña, entre las que se cuentan los ensayos que repiten en combinación con la artillería, ya para apreciar los efectos del tiro indirecto de ésta, de día y de noche, usando en este último caso grandes reflectores eléctricos, ya para determinar las condiciones de relativa seguridad con que los globos podrán desempeñar su servicio en la guerra, y en fin, como ejercicios útiles de tiro para la artillería, al dirigir sus fuegos sobre blancos de tan singulares especies.

Por último, á los establecimientos aerostáticos dichos, asisten además, en épocas de maniobras y durante períodos más ó menos largos, los oficiales del servicio de Estado mayor, para que á su vez se acostumbren á las observaciones en globo y puedan desempeñar con acierto los reconocimientos de esta clase que se les confien en campaña, y que, desde luego, son de su competencia en la mayor parte de los casos.

Las noticias anteriores relativas á la organización de la aerostación militar en el extranjero, son las que nos ha sido dable recoger de viva voz en nuestras visitas á los establecimientos centrales de Inglaterra, Alemania, Italia y Francia, puesto que no nos fué posible adquirir los reglamentos ó las disposiciones oficiales que rigen para la marcha y gobierno de los repetidos centros y para el funcionamiento, en general, de este importante servicio, más que en la última de las expresadas naciones, en la que hemos podido examinar el Reglamento de la Escuela de instrucción aerostática de Chalais, del 8 de diciembre de 1890, cuyas principales disposiciones indicaremos á continuación.

La Escuela mencionada tiene por objeto proporcionar la instrucción técnica necesaria á los oficiales de las compañías de aeronautas, á los

oficiales de Ingenieros encargados en tiempo de paz de la conservación del material aerostático de las plazas fuertes, y en fin, á un cierto número de oficiales del servicio de Estado Mayor, así como también completar la enseñanza práctica de algunos sargentos, cabos y soldados de las compañías de aeronautas, llamados á formar en estas compañías grupos de instructores, y ejercitar en trabajos profesionales especiales á algunos zapadores aeronautas de los regimientos de Ingenieros, destinados al servicio de los trenes aerostáticos.

Todos los años en el mes de mayo se reunen, pues, los oficiales é individuos de tropa indicados, en el establecimiento de Chalais, para recibir la instrucción técnica indispensable, bajo la dirección del jefe del expresado centro, desarrollando ésta con sujeción á un programa préviamente aprobado por el ministro de la Guerra.

La enseñanza de los oficiales aeronautas tiene por objeto los principios de navegación aérea, la práctica de las maniobras aerostáticas y el modo de conducir los globos.

La de los oficiales encargados de la conservación del material de las plazas fuertes, se propone familiarizarlos con este material é iniciarlos en las diferentes manipulaciones y maniobras que exige su conservación.

Y en fin, la de los oficiales del servicio de Estado Mayor tiene por objeto darles á conocer el empleo del material aerostático y el modo de utilizarlo para los reconocimientos en la guerra.

Los oficiales que asisten al período de instrucción anual, y particularmente los oficiales aeronáutas, toman parte, cuantas veces es posible, en las ascensiones libres, con el personal del establecimiento central, y cuando dan pruebas de la experiencia necesaria, puede autorizárseles para dirigir ascensiones, por el ministro de la Guerra, á propuesta del director del Establecimiento central.

Los del servicio de Estado Mayor se dedican más especialmente á la elección de las posiciones más favorables para las observaciones en globo cautivo y á la práctica de estas observaciones, desde el punto de vista de su utilidad en los reconocimientos, pero se les exige que todos ellos tomen parte en una ascensión libre.

Son llamados á Chalais, durante el período de instrucción, concediéndoles las indemnizaciones reglamentarias y los gastos de viaje, du-

rante todo el mes de mayo, los oficiales de las compañías de aeronautas y los encargados de la conservación del material en las plazas fuertes, que no hayan asistido á ningun período de instrucción anterior; del 12 al 31 de mayo, los oficiales designados del servicio de Estado Mayor, y del 24 al 31 de mayo, los capitanes comandantes de las compañías de aeronautas que han asistido ya á otros períodos de instrucción, con el objeto de que se pongan al corriente de los perfeccionamientos introducidos en el material ó en las maniobras.

La instrucción de los sargentos y demás individuos de tropa enviados anualmente á Chalais, por las compañías de aeronautas, tiene por objeto conservar la uniformidad en las maniobras de detalle y de conjunto en todas las citadas compañías, é iniciarlos en las mejoras que se hayan conseguido desde el último período de instrucción.

Con el objeto indicado, cada compañía de aeronautas envía todos los años, durante todo el mes de mayo, un destacamento de 11 hombres, que comprende un sargento y un cabo, de los cuales uno debe ser maquinista, y de los nueve soldados, uno maquinista también, un sastre, un cordelero y los seis restantes zapadores aeronautas de cualquier profesión, formando con cada uno de estos destacamentos una sección de maniobras.

A éstos les instruyen los oficiales del establecimiento, secundados en los ejercicios de la sección de maniobras por los oficiales aeronautas presentes, procurando que los sargentos tomen parte en las ascensiones cautivas y aun en las libres cuando sea posible.

Aparte de estos destacamentos de tropa, que como es consiguiente completan su instrucción en las compañías de zapadores aeronautas de que proceden, cada una de éstas destaca anualmente todavía al referido centro aerostático de Chalais otro grupo de obreros para recibir la instrucción profesional.

Esta tiene por objeto formar anualmente un número suficiente de maquinistas, sastres y cordeleros, para asegurar el reclutamiento de las especialidades necesarias á las secciones aerostáticas de campaña, de plaza y de depósito, y á los destacamentos de aeronautas encargados en tiempo de paz de la custodia y conservación de los parques aerostáticos de las plazas fuertes

La enseñanza profesional está á cargo del personal permanente del establecimiento, bajo la dirección de los oficiales y con arreglo á un programa redactado por el director, de modo que el aprendizaje sea independiente del trabajo corriente de los talleres.

Los grupos de referencia y la duración de su permanencia en el establecimiento, son para cada compañía de cinco maquinistas, que deben estar en éste seis meses, del 15 de febrero al 14 de agosto; de cuatro sastres, que permanecen en el centro otros seis meses, del 1.° de junio al 30 de noviembre, y de dos cordeleros, cuya estancia es de tres meses, del 1.° de junio al 31 de agosto.

En cumplimiento de las prescripciones reglamentarias que dejamos extractadas, así los oficiales como los destacamentos de tropa se hallan presentes en Chalais en las fechas señaladas, y regresan á sus cuerpos una vez cumplido el período de instrucción correspondiente.

El director del establecimiento central dirige á fin de año (lo más tarde el 31 de diciembre) al ministerio de la Guerra una Memoria ó informe acerca del funcionamiento de la Escuela aerostática con los resultados obtenidos, añadiendo:

1.° Relaciones nominales por cuerpos ó servicios de los oficiales, sargentos y cabos que han tomado parte en el período de instrucción anual, con las notas relativas á su instrucción técnica.

2.° Relaciones nominales por regimientos de los aeronautas especialistas que han terminado su estancia de instrucción profesional, con las notas correspondientes, acerca de su aptitud para los diferentes trabajos de su especialidad.

3.° Un estado de las ascensiones libres ejecutadas, en el que se indican: la capacidad de los globos, los nombres de los aeronautas, la altura máxima, la distancia recorrida, el punto en que tomaron tierra y la duración del viaje.

4.° Si hubiese lugar á ello, la lista de los oficiales á quienes puede concederse autorización para dirigir ascensiones libres.

5.° Y, en fin, el programa que se somete á la aprobación del ministro por el director del establecimiento para el período de instrucción del año siguiente.

II.

Material aerostático propiamente dicho.

No puede decirse realmente que el material aerostático haya experimentado grandes transformaciones, á partir de la época de su invención, puesto que ya entonces constaba de las mismas partes que hoy lo constituyen, á saber: de una envoltura de tela barnizada, próximamente esférica, para contener el gas, con una válvula en la parte superior para asegurar la salida de éste cuando sea precisa, y un orificio libre en la parte inferior para prevenir los efectos de la dilatación del mismo; de una barquilla de mimbre para los aeronautas y los instrumentos de observación, y de una red de cuerda formada por grandes mallas, que, envolviendo la esfera, sirve para la suspensión de la barquilla y para repartir con igualdad las presiones sobre la masa fluida contenida en el aerostato, á lo que es preciso añadir el lastre para las maniobras, y, en fin, la *guide-rope* y el ancla para efectuar los descensos en buenas condiciones de seguridad.

Esto no obstante, si la composición de este material no ha variado, se han conseguido, en cambio, apreciables y muy sensibles progresos en la perfección de cada uno de sus elementos, gracias, en primer término, á que con motivo de sus aplicaciones militares se les ha sometido á un estudio más inteligente y con mayor base científica que la que hasta entonces se había desplegado en general con este objeto, y con más abundantes recursos pecuniarios para las diferentes pruebas y ensayos á que han dado orígen, que los que podía aplicar á este fin la iniciativa privada.

Es, pues, indispensable que, ateniéndonos al espíritu de la Real orden que figura al principio de esta Memoria, consagremos algunas líneas á describir las condiciones generales de cada una de las partes di-

chas, indicando ligeramente los principios que se siguen en su construcción, los materiales que en ellas se emplean y la descripción de las adoptadas en las secciones aerostáticas de los diferentes ejércitos que hemos tenido ocasión de visitar, y aun de las que produce la industria privada, si cumpliendo la primera parte de dicha soberana disposición, se han de poder apreciar racionalmente los progresos realizados en estos últimos años, en este utilísimo servicio militar, y más especialmente si hemos de satisfacer la más difícil, de proponer con algún fundamento lógico lo que desde luego debería hacerse para implantar este servicio en nuestro ejército, y aun el material que habrá de adoptarse con el expresado objeto, como se nos ordena en la segunda parte de la repetida Real orden.

Empezaremos, pues, por exponer la forma y dimensiones más convenientes de los globos aerostáticos; los materiales que entran en su construcción; el modo de efectuar ésta, así como la de la red y la de la barquilla; los varios sistemas de suspensión de la última y la naturaleza y propiedades de los cables de sujeción; las diversas válvulas en uso, más generalizadas como más convenientes; la forma y propiedades de los objetos empleados en las maniobras de los globos, como son entre otros la *guide-rope* y el ancla, las máquinas y aparatos y los procedimientos que se siguen en la producción, compresión y transporte del gas hidrógeno; y en fin, la descripción y propiedades de cada uno de los elementos que constituyen los trenes aerostáticos de campaña, con la composición de éstos en los diferentes ejércitos mencionados.

Forma y volumen más convenientes de los globos militares cautivos.—Respecto de la mejor forma que podría darse á los globos de reconocimiento, y que ha sido también motivo de ensayos á partir de las primeras aplicaciones militares de los mismos, para conseguir que, presentando menor superficie á la acción del viento, fuesen de mayor capacidad y más fáciles de transportar, no se han confirmado las previsiones de los que se prometían alcanzar estas ventajas adoptando al efecto una figura alargada; y por el contrario, se ha demostrado que si ésta conviene perfectamente á los aerostatos dirigibles, es de todo punto inaplicable á los globos cautivos, en los que se producen balances tan violentos, que no sólo imposibilitarían las observaciones, sino

que hasta llegarían á resultar peligrosas para los tripulantes de la barquilla. No ha variado, pues, en este asunto la opinión, desde los ensayos emprendidos en la Escuela militar aeronáutica de Meudon, á últimos del siglo pasado, con un globo cilíndrico terminado por dos hemisferios, propuesto, con el expresado objeto, por Guyton de Morveau y desechado por Coutelle, después de haber efectuado varias ascensiones cautivas, declarándose terminantemente por la forma esférica, que es la que desde entonces afectan en todas partes, así por sus buenas condiciones de estabilidad como por ser la que ofrece la propiedad más apreciable de que á igualdad de volumen tiene menor superficie, y la que, por consiguiente, obsorbe menos cantidad de material en su construcción, lo que contribuye á la mayor ligereza de la envoltura.

Esto no obstante, y sin duda por razones estéticas de no fácil explicación, algunos aeronautas civiles prefieren dar á sus globos la forma de pera, terminando ésta en su parte inferior con una válvula automática para permitir la evacuación del exceso de gas, y que, por consiguiente, sólo se abre cuando la presión interior de éste excede ligeramente á la exterior, ó sea la atmosférica; pero así como nada justifica la preferencia por la forma indicada, tampoco parece recomendable el órgano á que nos hemos referido, porque además de ser muy delicado es preciso asegurarse siempre de su buen funcionamiento, ya que, en caso contrario, oponiéndose á la libre dilatación del gas, podría ser causa de que se rompiese la envoltura, con todas las funestas consecuencias que ocasionaría este accidente. De aquí el que en la actualidad sea perfectamente esférica, como decimos, la forma de todos los globos militares de reconocimiento (lámina 1.ª, fig. 1.ª), y para evitar las consecuencias de la dilatación del gas hidrógeno, llevan unida á su orificio inferior una manga ó largo cilindro de tela impermeable, conocido con el nombre de *apéndice*, que deja fácil salida al gas cuando su tensión es excesiva, y se aplasta bajo todo exceso de presión exterior é impide, por consiguiente, las entradas de aire. Es, por esto, muy conveniente que ese tubo sea lo más largo posible, porque así su resistencia al aplastamiento será menor para un diámetro determinado (1).

(1) Téngase presente que esta Memoria ha sido escrita el año 1896, y desde en-

El volúmen más conveniente de los globos cautivos depende principalmente, como es fácil advertir, de la naturaleza del gas con que hayan de llenarse, y aunque han sido varios los propuestos con este objeto, es lo cierto que en los destinados á las aplicaciones militares sólo se ha empleado hasta ahora el hidrógeno, ya que por su mayor ligereza permite conseguir, en primer término, el importante resultado de que á igualdad de fuerza ascensional sean los globos de las menores dimensiones posibles y mejores por consiguiente para el servicio de que se trata, puesto que, no sólo ofrecen menor resistencia al viento y presentan menos blanco al fuego enemigo, sino que son más fáciles de transportar, por su mayor ligereza, los elementos necesarios para su empleo.

Por lo demás, planteando el problema en términos generales y admitiendo que sea el gas hidrógeno el que deba emplearse en la inflación del aerostato, fácil es calcular aproximadamente el volúmen que éste haya de tener, contando con los pesos que deba elevar y que, como es consiguiente, comprenden el de los aeronautas, tripulantes de la barqui-

---

tonces parece que, en los principales ejércitos europeos, existe la tendencia á substituir los globos esféricos, actualmente en uso, con los llamados globos-cometas, que, según dicen, presentan ventajas sobre aquéllos, especialmente para emplearlos cautivos en los reconocimientos del campo enemigo.

El globo-cometa consiste en un cilindro terminado en sus extremos por dos casquetes esféricos, y que tiene unos 6 metros de diámetro y 14 de longitud: el cable se asegura á la parte anterior, ó sea á la extremidad opuesta al viento, y la barquilla va suspendida hacia la otra extremidad, con lo cual queda inclinado el eje mayor del globo, de modo que imita en cuanto es posible la oblicuidad de una cometa sobre el horizonte. El cable y la barquilla se fijan al aerostato de modo que se pueda hacer variar la inclinación del eje mayor.

Merced á estas disposiciones, en cuyos detalles no es posible entrar aquí, estos aerostatos, ya adoptados en parte en el ejército alemán y que parece van á serlo también en el austriaco, prestan mejores servicios que los esféricos, en cuanto pueden efectuar ascensiones aun en días de vientos fuertes, y cuando aquéllos no pueden emplearse por esta causa, y así, en las últimas grandes maniobras alemanas los dos cuerpos de ejército prusianos, que tenían cada uno un globo cometa, pudieron hacer ascensiones y transmitir útiles noticias todos los días, á pesar del viento, mientras que los bávaros, que disponían de un globo esférico, se vieron casi siempre imposibilitados de emplearlo.

También parece que los globos de esta forma resultan más fáciles de transportar, por no sobresalir del suelo tanto como los esféricos, y que por la misma razón son más fáciles de ocultar detrás de un obstáculo ó de un abrigo cualquiera; pero en las ascensiones libres es de temer que no sean tan ventajosos como los esféricos.

lla, el de ésta con todos sus accesorios, el de la envoltura, el de la red, el del cable de retención, y en fin, con la fuerza ascensional remanente que deba conservar, y que habrá de compensarse con la cantidad conveniente de lastre, así para proveer á las contingencias de una ascensión libre, como para arreglar la dicha fuerza ascensional á lo que exijan las condiciones atmosféricas.

Representando por V el volúmen del globo y por D y D' las densidades del aire y del gas, suponiéndolos ambos á la temperatura de 0° y á la presión de $0^m,76$ y llamando S á la superficie total del globo, p al peso del metro cuadrado de la tela ó substancia de que esté formado, y P al peso de la barquilla equipada con lastre y al peso total del cable de sujeción, tendremos para determinar el valor de la fuerza ascensional F la ecuación siguiente:

$$[1] \qquad F = V(D - D') - Sp - P$$

y substituyendo en ésta los valores de V y de S en función del radio R del globo, que suponemos perfectamente esférico, la ecuación anterior se transformará en la siguiente:

$$[2] \qquad F = \tfrac{4}{3}\pi R^3 (D - D') - 4\pi R^2 \times p - P$$

de la que se podrá deducir el valor de R, y por consiguiente el volúmen del globo, asignando á F el valor que se quiera, puesto que los de D, D', p y P serán conocidos para cada caso.

Por la expresión del volúmen del globo, se ve que el del aire desalojado y el del gas interior, son proporcionales al cubo del radio, y que, por consiguiente, lo será igualmente su diferencia, y como el peso de la envoltura lo es solamente á su superficie ó sea al cuadrado del radio, la fuerza ascensional crece con las dimensiones del aerostato, y los pesos que éste podrá elevar serán tanto más grandes cuanto mayor sea su volúmen.

Del mismo modo en la fórmula [1] se advierte que á medida que sea mayor la diferencia $D - D'$ entre las densidades del aire y del gas interior, ó en otros términos, que cuanto más ligero sea éste, mayor será también la fuerza ascensional.

Estas dos observaciones explican perfectamente la razón que existe

para emplear globos de grandes dimensiones, generalmente llenos con gas del alumbrado, para establecer comunicaciones con el exterior en las plazas sitiadas, mientras que son de tamaño más reducido los empleados como observatorios aéreos en los campos de batalla, llenos siempre de hidrógeno.

Por lo demás, la fuerza ascensional tiende á disminuir á medida que el globo se eleva, así por efecto de la rarefacción sucesiva de la atmósfera, como á consecuencia de la endósmosis que siempre tiene lugar á través de la envoltura y que permite la entrada de cierta cantidad de aire en el interior, al mismo tiempo que se pierde una parte de gas.

Si á todas estas circunstancias, difíciles de tener en cuenta en el cálculo y de modificar en la práctica, se agrega la influencia que en todas ellas ejercen las variaciones de temperatura y de presión atmosféricas, se comprenderá la imposibilidad de llegar á resultados completamente exactos en la apreciación del volúmen y fuerza ascensional de los globos, y que el cálculo anterior no debe considerarse más que como un límite que pueda servir de punto de partida, sin que esto tenga gran importancia en la práctica, dado que la indeterminación ó vaguedad del problema se compensa en gran parte con la cantidad de lastre que, como veremos, se lleva siempre en la barquilla, y que podrá ser mayor ó menor según los casos.

En vista de las consideraciones anteriores, debe construirse este material en relación con los principales objetos á que se destine, clasificándolo, como generalmente sucede, en material ligero ó de campaña y material pesado ó de plaza, y teniendo en cuenta que estando el primero destinado á seguir las marchas y operaciones de los ejércitos, es de la mayor importancia conseguir la mayor ligereza posible, mientras que para el segundo pueden y deben adoptarse dimensiones mucho mayores.

Esta diferencia se explica por la diversa índole de los servicios que han de prestar unos y otros, puesto que, así como aquéllos habrán de emplearse generalmente cautivos y llenos de gas hidrógeno, éstos podrán servir también, como ya dijimos, para las comunicaciones de las plazas sitiadas con el exterior, y en tal concepto pudieran tener que transportar varios tripulantes ó grandes pesos, durante un tiempo relativamente largo. Además, aunque se recomienda desde luego por la manifiesta im-

portancia que pueden tener para la defensa, que en todas las plazas fuertes se construyan establecimientos de carácter permanente para la confección de este material y la elaboración del gas hidrógeno necesario, es indudable que, como aquéllas son frecuentemente grandes centros de población, podrá encontrarse siempre en ellas gas del alumbrado, y es más que probable que convenga utilizarle con preferencia al hidrógeno, á pesar de tener peores condiciones, en cuyo caso, dada su mayor densidad, serán precisos globos de mayor tamaño.

Réstanos, en fin, manifestar que sin duda á consecuencia de la diferente apreciación que merecen, así la manera de prestar servicio en campaña, como la influencia de los diferentes elementos enumerados que deben tenerse en cuenta en la resolución de este problema, no se advierte en los diferentes ejércitos la misma concordancia en este punto que la que se observa con respecto á la forma de los globos y al gas que debe emplearse en su inflación.

Así, por ejemplo, mientras que los ingleses los usan generalmente de un tamaño medio de 290 metros cúbicos, capaces de elevar un solo tripulante en la barquilla, los alemanes son de 525 metros cúbicos y los italianos y los franceses los tienen de unos 540 metros cúbicos, para elevar dos aeronautas en las ascensiones cautivas.

Esto, por lo que se refiere á los globos de campaña, pues por lo que respecta á los empleados para las comunicaciones de las plazas sitiadas, son de capacidades muy distintas, como lo prueba los que se usaron con este objeto durante el sitio de Paris, en los que aquélla variaba entre 1200 y 2000 metros cúbicos, siendo el volúmen más general el que se necesitaba para transportar tres ó cuatro personas, y un peso adicional de 400 á 500 kilógramos, además del lastre y de todos los accesorios necesarios, y muy de advertir que, á pesar de las malas condiciones de su construcción y de que se llenaban con gas del alumbrado, la duración media de los viajes fué de cinco á siete horas.

Materiales empleados en la construcción de las envolturas de los globos.—La naturaleza de los tejidos empleados en la construcción de los aerostatos ha sido muy varia, y así, mientras los primeros globos de los hermanos Montgolfier eran de lienzo tosco, forrados interiormente con papel pegado á la tela, y de tela cubierta con un

barniz especial, los de gas hidrógeno que inmediatamente les siguieron, debidos al físico Charles, los que se emplean en nuestros días para resolver el árduo problema de la navegación aérea, y aun los grandes globos cautivos que, como los de Mr. Giffard, figuraron en las Exposiciones universales de Paris y de Londres, como motivo de solaz y entretenimiento para el público, y en tal concepto, instalados con un objeto puramente industrial, se construyen con telas especiales, compuestas de varias capas, en las que así se atendió á la indispensable impermeabilidad, como á la necesaria resistencia para soportar los grandes esfuerzos á que se hallan sometidos.

Se han puesto á prueba un gran número de materiales, entre los cuales figuran el asbesto ó amianto y hasta el cobre, en hojas muy delgadas, sin que se hayan conseguido con ellos y con otros análogos los satisfactorios resultados que se prometían. Aunque la elección de los que merezcan la preferencia para este género especial de construcciones varía generalmente con los objetos á que éstas se destinan, y sin proponernos un exámen minucioso y detallado de los que se han ensayado hasta aquí, parécenos pertinente indicar los más comunmente en uso, como resultado de los experimentos realizados, aunque limitándonos á los que se emplean en las aplicaciones militares para globos de volúmenes relativamente pequeños.

Desde luego, los tejidos para este objeto han de cumplir las tres principales condiciones siguientes: impermeabilidad, resistencia y ligereza.

La impermeabilidad es, seguramente, la condición más difícil de conseguir y acaso también la más importante para las aplicaciones militares, en cuanto permite conservar los globos llenos durante mucho tiempo, ofreciendo de este modo la grandísima ventaja de tenerlos siempre dispuestos para efectuar las ascensiones necesarias; pero como esta propiedad depende esencialmente y en primer lugar de las condiciones del barniz con que haya de cubrirse la tela, sólo hace relación á los tejidos en cuanto á la cantidad que de dichos barnices puedan absorber éstos, según sean más ó menos tupidos y más ó menos aptos al efecto, por la substancia de que estén formados.

Para juzgar de esta propiedad se sumerge un trozo de la tela en en-

sayo en el barniz que se haya de emplear y se aprecian después experimentalmente, en los aparatos de prueba correspondientes, así el grado de impermeabilidad que haya adquirido á diferentes presiones del gas, como el aumento de peso y las variaciones consiguientes de su resistencia á la tracción, de modo que cuando hayan de compararse varias telas para juzgar de estas diversas condiciones y elegir la que parezca más conveniente, habrán de someterse á las pruebas indicadas trozos iguales de todas ellas, para deducir de los resultados obtenidos la que merezca la preferencia.

A este fin conviene tener presente que, antes de acometer las operaciones anteriores, convendrá sujetar las telas en ensayo á un cilindraje moderado para disminuir por este medio, en cuanto sea posible, la cantidad de barniz que absorban para su impermeabilización.

En cuanto á la resistencia habrá que atenerse á las indicaciones del aparato dinamométrico, que más adelante describiremos, debiendo advertir por el momento que la mencionada prueba debe hacerse siempre en el sentido de la trama y en el de la cadena, tomando como resistencia del tejido la menor de las dos y prefiriendo los que presenten la misma en ambos sentidos.

En este punto se puede decir de una manera general, que no se deben aceptar las telas que para un peso variable de 100 á 120 gramos por metro cuadrado, cedan á un esfuerzo menor de 8 kilógramos por centímetro de anchura de la banda ensayada, y que la tela será muy buena cuando se alcance la cifra de 10 kilógramos en las condiciones dichas.

Conviene también examinar los tejidos con un cuenta hilos, para juzgar de la regularidad con que éstos se distribuyen y del esmero de la fabricación.

Los tejidos de uso más frecuente para satisfacer á las condiciones dichas en los globos militares son los de algodón y los de seda, siendo siempre preferibles los últimos, pero más especialmente cuando deban henchirse los globos con hidrógeno, pudiendo emplear los de algodón como más económicos en los de gas del alumbrado, y aun los de lino ó cáñamo en uno y otro caso, por más que el tejido preferido y más generalmente usado en las aplicaciones militares es el que se conoce con el nombre de seda de la China, que es la producida por los gusanos de seda

que se alimentan del roble, y de la que se sirven los paisanos de aquel país para su uso personal. Su cualidad principal estriba en que resiste mejor que las demás telas á la influencia oxidante de los barnices preparados con aceite de linaza, y en que no pierde con éstos su flexibilidad, lo que constituye una condición muy apreciada por los aeronautas.

Conviene, sin embargo, advertir que examinada con el cuenta hilos, ofrece una gran irregularidad en su textura, lo que proviene evidentemente de que está tejida á mano y para venderla barata, á lo que se debe que su resistencia á la tracción no sea sensiblemente mayor que la de una tela de seda ordinaria. Además, la seda de la China ofrece la ventaja de ser de un precio moderado, puesto que la de mejor calidad alcanza ordinariamente el de unas 4 pesetas por metro cuadrado.

Empléanse también con el mismo objeto unos tejidos especiales preparados con una composición de caucho, ó formados por una hoja de dicha substancia interpuesta entre dos telas de algodón ó de seda, como los que fabrica la «Continental Cauchouc et Guttaperche-Compagnie», de Hannover, en donde, según creemos, se surten los aeronautas militares alemanes, y de las que tenemos á la vista varias muestras, cuyas principales propiedades se expresan á continuación:

1.° Tejido simple de 1 metro de anchura, de 150 gramos de peso por metro cuadrado, y de una resistencia límite á los esfuerzos de tensión de 4,40 kilógramos por centímetro, siendo el precio del metro de 3 marcos, ó sea 3,75 pesetas.

2.° Tejido doble, grís, doblado diagonalmente, de 1 metro de anchura, 310 gramos de peso por metro cuadrado, y de una resistencia límite á la tensión de 11 kilógramos por centímetro, siendo el precio del metro de 6,75 marcos ó sea de 8,50 pesetas.

3.° Tejido doble, amarillo, de 1 metro de anchura, 330 gramos de peso por metro cuadrado, y una resistencia límite y precio iguales al anterior.

4.° Tejido doble de seda amarilla, de $0^m,90$ de anchura, 220 gramos de peso por metro cuadrado, y de una resistencia límite á la tensión de 10 kilógramos por centímetro, siendo su precio de 12 marcos ó sea 15 pesetas por metro.

En fin, considérase también como muy conveniente, y aun para al-

gunos como la mejor para el objeto de que se trata, el *baudruche* ó sea la película de tripa de buey, que es la que emplean exclusivamente en la actualidad para sus globos los ingenieros militares ingleses.

Por lo demás, si bien esta substancia parece la indicada por excelencia para la construcción de los globos, dadas su ligereza é impermeabilidad, tiene algunos defectos que explican suficientemente lo poco que se ha generalizado, y entre ellos, además del de ser muy cara, el de que es de un empleo delicado y son difíciles las reparaciones; pero sobre todo, el de estar sujeta á una descomposición expontánea y rápida que procede de su naturaleza orgánica, y la hace pronto dura y quebradiza, á lo que es preciso añadir que es difícil preservarla de los ataques de los roedores y de los insectos, puesto que las preparaciones químicas que pudieran emplearse para obviar este inconveniente, serían una nueva causa de alteración.

Concluiremos, en fin, manifestando que tampoco en este punto andan muy de acuerdo los encargados del servicio aerostático militar en los diferentes ejércitos, no obstante que en todos ellos parece haberse ensayado sucesivamente la mayor parte de los diversos materiales indicados, y así, mientras que en Inglaterra emplean exclusivamente, como acabamos de decir, los globos de película de tripa de buey, en Alemania usan los tejidos con capa de caucho á que nos hemos referido, y en Francia é Italia, globos de seda de la China, barnizados.

Construcción de los globos.—Desde luego se advierte que la forma esférica ha de ser el resultado de unir por sus bordes un cierto número de husos, variable con el diámetro del globo y con la mayor ó menor exactitud que se desee conseguir en la esfericidad del mismo; pero cualquiera que sea la manera de proceder no varía y consiste en obtener por uno de los varios procedimientos que existen al efecto, el modelo ó plantilla de uno de los husos indicados, para acomodarse á su contorno, al proceder á la operación del corte de los mismos.

Ya Tiberio Cavallo en 1785, es decir, pocos años después de la invención de los aerostatos, había publicado una fórmula logarítmica, reducida en resúmen á determinar matemáticamente los elementos necesarios de un globo tipo, de los que se podrían deducir los de otro cualquiera de un diámetro determinado; pero este método exige cálculos

preliminares bastante largos, y por consiguiente nos limitaremos á indicar entre las varias construcciones geométricas que se han ideado con este objeto y con las que se obtiene en general la suficiente exactitud para las necesidades de la práctica, la que nos parece más sencilla, advirtiendo desde luego que es suficiente determinar el contorno de la cuarta parte de un huso, puesto que éstos son simétricos, con relación al meridiano central del globo y al ecuador. Conocido, pues, el volúmen y el radio correspondiente, se traza con él sobre una superficie plana un cuarto de círculo *A O G* (lámina 2.ª, fig. 2), dividiéndole en cierto número de partes iguales. Suponiendo que éstas sean seis y que cada una de ellas represente por lo tanto la 24.ª parte de la circunferencia entera, bastará llevar sucesivamente el radio *A O* de *A E* y de *G* á *C* para obtener tres arcos *A C*, *C E* y *E G*, que se dividen á su vez en partes iguales en los puntos *B*, *D* y *F* á fin de tener las seis que se deseaban. Tirando ahora por los puntos de división las rectas *B H*, *C I*, *D J*, *E K* y *F L* paralelas al radio *A O*, éstas representarán los radios de igual número de circunferencias paralelas al ecuador del globo, cuyo meridiano está representado en parte por el arco *A G*.

Suponiendo ahora que éste fuese el ecuador, dividido en el número de husos que han de formar el globo, que suponemos sea de 24, y uniendo el centro *O* con el punto *M* medio del arco *A B*, el sector *A O M* representará la proyección de uno de los semihusos de la esfera; y si desde dicho centro y con radios iguales á *B H*, *C I*, etc., se trazan los arcos *a a'*, *b b'*, *c c'*, *d d'*, *e e'*, éstos serán los que en el huso corresponden á los paralelos mencionados, y representarán respectivamente la 48.ª parte de aquéllos.

Consideremos desarrollada la semicircunferencia de radio *O A*, según la línea *R S*, como resultado de haber llevado sobre ella sucesivamente las longitudes de los arcos *A B*, *B C*, *C D*, etc., supuestos aproximadamente iguales á las de sus cuerdas. Si desde los puntos de división *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, correspondientes á estas longitudes se describen á uno y otro lado de la recta dicha y con los radios respectivamente iguales á las distancias *A M*, *a a'*, *b b'*, *c c'*, etc., pequeños arcos de círculo, ó si, lo que es igual, por dichos puntos de división se trazan una série de rectas perpendiculares á la *R S* y se llevan sobre ellas á uno y otro lado de éstas

las longitudes $A\ M$, $a\ a'$, $b\ b'$, etc., de las distancias dichas será suficiente para obtener el contorno del huso, trazar dos curvas que sean tangentes á los pequeños arcos mencionados ó que pasen por los puntos señalados sobre las citadas paralelas, á cuyo efecto se clavan puntas en cada uno de ellos y se apoya sobre éstas una regla flexible que toma por sí misma la curvatura conveniente, de manera que basta trazar el contorno siguiendo esta regla con el lápiz.

La base de este método consiste, como se ve, en admitir que los arcos de las divisiones anteriores puedan considerarse sensiblemente iguales á sus cuerdas, y como esto no se verifica con suficiente aproximación más que cuando aquéllos son muy pequeños, resulta, como ya hemos indicado, que según el tamaño del globo y el grado de exactitud á que se aspire en su forma, así se multiplicarán las divisiones, prescindiendo por lo demás de que, desde luego, se obtendría mucha mayor exactitud con la rectificación analítica de todos sus arcos, puesto que sus radios son conocidos en cada caso.

Es preciso advertir que como los globos tienen una abertura en su vértice ó parte superior que se cierra con una válvula, y otra análoga en la inferior á la que se une el apéndice cilíndrico, no se deben terminar en punta los diferentes husos de que se componen, sino que se cortan en la parte correspondiente, según los diámetros que deban tener aquéllas, de las cuales el de la superior, correspondiente á la válvula, suele ser ordinariamente $^1/_{18}$ de el del globo, y la inferior de las mismas dimensiones próximamente, siempre que éstas sean suficientes para que por ella pueda entrar un hombre.

Obtenida la plantilla de los husos correspondientes á un globo de una capacidad cualquiera, es preciso advertir que si no se tuvieran en cuenta otras consideraciones, sería preciso, en la mayor parte de los casos, encargar exprofeso los tejidos que hubiesen de servir para la construcción de éste, con las anchuras correspondientes para poder cortarlos sin grandes pérdidas de material, y como esto sería muy costoso y las telas que se venden en el comercio tienen anchuras determinadas en relación con los usos á que se aplican ó con las conveniencias de la fabricación, es preciso tener muy en cuenta este dato, cuando se trata de la construcción de un globo de dimensiones dadas, para la determinación

del número de husos que han de entrar en su composición, puesto que éste no dependerá ya solamente de la magnitud de aquél, sino también de la anchura de la tela elegida.

Para incluir, pues, este nuevo factor en la resolución del problema, llamemos r la anchura de la parte que se reserva en el contorno de los husos para las costuras, a la anchura de la tela y L la anchura máxima del huso, de modo que

$$L = a - 2\,r.$$

Llamando ahora n el número de husos y R el radio del globo, será preciso que se verifique la ecuación

$$2\,\pi\,R = n\,L = n\,(a - 2\,r)$$

siendo n un número entero y generalmente un múltiplo de 2 ó de 3; y la anchura a de la tela debe estar en una relación conveniente con el diámetro del globo para evitar pérdidas.

Determinadas la forma y dimensiones exactas de un huso, y trazado por el procedimiento dicho, se obtiene un patrón ó plantilla, que generalmente se hace de papel fuerte ó de cartón, y aun de madera ó de plancha delgada de zinc, y colocada sobre el tejido de que se ha de formar la envoltura después de bien estirado, sirve para señalar los contornos de todos ellos y proceder á cortarlos, teniendo la precaución de aumentar á lo largo de sus bordes la parte necesaria para las costuras, que suele ser de unos 2 centímetros.

Conviene también, en vista del mejor aprovechamiento de las telas, y á fin de conseguir una distribución conveniente de las costuras, dividir los husos en un número mayor ó menor de trozos comprendidos entre dos paralelos sucesivos, y en este caso, en las plantillas de cada trozo habrá de tenerse en cuenta la parte reservada á las costuras de enlace con los adyacentes del mismo huso, dejándola por un solo lado, á cuyo efecto se añade una constante igual á la parte dicha á las longitudes de los trozos mencionados.

También por razones de economía y cuando sea posible obtener una tela de anchura conveniente, que permita cortar dos trozos de huso de anchura media, se combina el corte de modo que salgan siempre el mismo número, apareando los más anchos con los más estrechos.

El corte de los husos se verifica sobre una mesa de suficiente longitud que admita el huso completo ó los trozos que se deban cortar á la vez, y colocando sobre ella superpuestos el número de paños correspondientes, perfectamente estirados con prensas de madera colocadas de distancia en distancia y sujetos á la mesa con alfileres, se coloca encima la plantilla y se procede á la operación por medio de una cuchilla especial, que el operario apoya sobre el hombro por su extremidad, para conservar libres las dos manos y poder guiarse por el trazado.

Antes de emprender la costura de los husos, y en substitución del hilvanado, que en otro caso sería preciso, se les encola de dos en dos en la parte reservada á las costuras, y al efecto, al trazar el contorno de aquéllos en la tela, se dejan de distancia en distancia unas marcas ó señales que sirven de puntos de referencia y permiten efectuar esta operación con entera exactitud.

La cola que se usa al efecto es muy fuerte, y tiene la propiedad de secarse con grandísima rapidez. Desconocemos la fórmula exacta para prepararla, pero parece que una de las más convenientes está constituída por una mezcla en proporciones adecuadas de una disolución de caucho, aceite de linaza secante y liga. Se extiende cuidadosamente con un pincel ó brocha y sólo en una de las telas.

Las costuras son, en general, dobles y paralelas y se hacen á máquina, pues si bien durante mucho tiempo se resistieron los constructores aeronautas á emplear este procedimiento, consistía en que las agujas de que se servían en las primeras pruebas eran demasiado gruesas y formaban agujeros difíciles de tapar con el barniz, aparte de que no se habían inventado todavía máquinas tan perfeccionadas como las actuales para efectuar costuras de la suficiente solidez.

El hilo ó la seda empleados en la costura de los globos, debe ser de la mejor calidad y de un grueso suficiente en relación con el diámetro de la aguja, para obturar cuanto sea posible los agujeros abiertos por ésta, y el cosido debe hacerse con el mayor esmero, á fin de evitar la desigualdad que resultaría en los husos y que podría dar lugar á serios inconvenientes.

La parte superior de los aerostatos, y aun á veces la inferior, se consolidan siempre en una extensión más ó menos considerable, según su

volúmen, con un forro de la misma tela empleada en su construcción, y que viene á tener la forma de un casquete esférico que se adapta en las partes correspondientes á la superficie interior del globo.

Se ha seguido también el sistema de cubrir las costuras con dos tiras de tela pegadas al exterior y al interior de aquéllas con caucho líquido, á fin de prevenir los escapes de gas que pudieran efectuarse á través de los agujeros producidos por la aguja; pero se ha renunciado ya definitivamente á este recurso, así por considerarlo innecesario como porque se ha observado que las cintas ó bandas exteriores eran arrancadas por el rozamiento de la red.

Una vez que está preparada y cosida la envoltura, es preciso cubrirla de varias capas de barniz para asegurarle la impermeabilidad necesaria, sin la cual los globos no podrían prestar servicio alguno; pero en este punto y en la imposibilidad de indicar una fórmula conveniente para la fabricación de un barniz á propósito, habremos de limitarnos á exponer algunas indicaciones generales, advirtiendo que apenas hay un solo constructor de globos que no se crea en posesión de una receta para impermeabilizar las telas, muy superior á todas las demás, y cuya composición conservan en tal concepto, como importante é impenetrable secreto profesional; pero es lo cierto, y lo prueba esta misma circunstancia, que son varias las fórmulas que se emplean para prepararlos, siquiera no en todas pueda reconocerse la misma eficacia para el fin apetecido, aunque la experiencia parece haber demostrado que un gran número de combinaciones producen resultados análogos, en cuanto á la impermeabilización de los tejidos, y que la diferencia más importante consiste en el modo de aplicarlos, hasta el punto de asegurar algunos que el barniz mejor será aquel que se aplique con más precauciones.

Entre las varias condiciones que ha de reunir un buen barniz aerostático, algunas de ellas contradictorias, deben contarse las siguientes: que no sea demasiado secante para evitar que resulte quebradizo; que sea suave y pastoso para que la tela, ya barnizada, conserve su flexibilidad natural, y en fin, que por ningún concepto afecte á la resistencia de la tela: además de la relativa á sus condiciones dieléctricas.

En general, los barnices contienen principalmente dos clases de subs-

tancias: las unas secantes para estancar, y las otras emolientes para corregir los defectos de las primeras y dar á la composición la elasticidad conveniente, siendo preciso añadir á veces ciertos disolventes de los elementos sólidos, que sirven para hacer menos consistente y más fluida la composición.

Así, los componentes de los barnices que emplearon con excelentes resultados los primeros aeronautas militares de la República francesa, á fines del siglo pasado, consistían, principalmente, en aceite de linaza secante, caucho, cera y hasta goma, y en fin, como disolventes, la esencia de trementina y el aceite de linaza depurado, substancias que se sujetaban á numerosas y prolijas manipulaciones, difíciles y hasta peligrosas, acerca de las que no podemos dar noticia alguna fidedigna.

Se encarece también como muy bueno el inventado por Mr. Troost, formado de gelatina, tanino, glicerina y ácido pirogálico, y en general, los que fabrica Mr. Arnoul, de los que se proveen muchos aeronautas, y que se clasifican en *claro*, *medio* y *espeso*, aconsejándose para emplearlos que se empiece la operación del barnizado con el segundo, y se termine con el primero, sirviéndose también de éste último para barnizar la superficie exterior de los globos, y no usando el barniz espeso más que en casos especiales y con precaución.

Existen también diferencias bastante considerables en las diversas preparaciones de barniz, en cuanto á la mayor ó menor facilidad que tienen para electrizarse las telas impregnadas con ellos, después de haberse secado, y desde luego aconsejan que se desechen aquéllos en cuya composición entra la esencia de trementina.

Tiénese por muy conveniente el asegurarse de la fuerza de electrización de la tela barnizada, atribuyendo á esta circunstancia los incendios de varios globos, y suponiendo que, aparte de otras causas más eficaces al efecto, pudieran ser debidos á la electricidad desarrollada durante la desinflación por el frotamiento de la tela sobre sí misma, ó con la red, y es indudable que cualquiera que sea el fundamento de esta explicación, no se pierde nada en eliminar, cuando es posible, esta nueva causa de accidentes peligrosos.

Considérase, pues, prudente para juzgar de esta circunstancia, el barnizar con cuidado un trozo de la tela del globo, friccionándola des-

pués de seca y estudiando con un electroscopo medianamente sensible, si da señales notables de electricidad.

Los barnices mejores bajo este aspecto son los de aceite de linaza, y por eso han venido á ser los más comunes y los más recomendados los ya citados de Mr. Arnoul, que se componen de dos clases de aquél, reducido el primero por el litargirio y el óxido de manganeso, y espesado el segundo al contacto del aire, á una temperatura elevada.

Para preparar el primero se ponen en una caldera 100 kilógramos de aceite de linaza claro, 4 kilógramos de litargirio y 1 kilógramo de tierra de sombras calcinada y dividida por trituración en pequeños trozos; se calienta la mezcla hasta unos 150°, que pueden elevarse hasta 200 sin inconveniente, teniendo cuidado de agitar con frecuencia el litargirio que se deposita en el fondo de la caldera, y cuando se ha conservado dicha temperatura durante seis ó siete horas, se deja reposar la mezcla unos días, y al cabo de ellos se decanta la parte clara, que viene á ser un 90 por 100 de la primitiva, y que es ya el aceite secante que se desea.

El segundo se prepara al aire, sin adición alguna de óxidos, elevando progresivamente su temperatura á 260° ó 270° centígrados, y manteniendo ésta hasta que la superficie del aceite se cubra por completo de una espuma blanca, indicio cierto de que absorbe el oxígeno del aire, procediendo en esta operación con muchas precauciones, especialmente cuando se practica en grande, para evitar los riesgos de una inflamación.

Obtenidas estas dos clases de aceite por los medios indicados, se pueden tener, ya por mezcla ó combinándolos en la fabricación, todos los aceites secantes más ó menos espesos que se puedan desear.

Para efectuar el barnizado de un globo, se extiende sobre una larga mesa, humedeciendo con barniz el huso que se encuentra colocado encima, á cuyo efecto es preciso servirse de unas especies de muñecas análogas á las que emplean los ebanistas, y formadas con los resíduos de la tela misma de aquél, con las que se aplica y se le obliga á penetrar en los poros del tejido. Luego que se ha frotado de este modo toda la superficie, se vuelve lo de dentro afuera como se haría con una manga, y se repite la operación en la superficie interior, llenándole en seguida de aire con un ventilador, no sólo para facilitar la desecación del barniz, sino

para evitar el peligro de que la tela se caliente demasiado, á consecuencia de la reacción química que se produce por la aplicación de aquél, puesto que, como se sabe, así la seda como el algodón, se deterioran á una temperatura bastante baja, y pierden entonces toda su solidez, por lo que es preciso conceder la mayor atención á esta circunstancia, que constituye un peligro permanente de incendio.

Después de seca la primera capa de barniz, se aplica la segunda por los mismos medios y con las mismas precauciones, y luego que ésta se ha secado también y en las mismas condiciones, la tercera, la cuarta y la quinta ó el número de las que sean necesarias para asegurar la impermeabilidad.

Se recomienda que el barniz se extienda en capas de muy pequeño espesor, asegurándose de que una capa esté perfectamente seca antes de aplicar otra nueva, y que los talleres en que se verifique el barnizado sean grandes, ventilados y con mucha luz, sin lo cual el barniz experimentaría una especie de degeneración muy lenta, que le impediría secar y permanecería siempre untuoso.

Por último, conviene tener presente que los tejidos, ya sean de seda ordinaria, de seda de la China, de lino ó de algodón, aumentan en peso después de haber recibido tres capas de barniz, en una vez á una vez y media del que tenían antes de ser barnizadas, viniendo á resultar el peso del metro cuadrado de cada una de estas telas, después de barnizadas, de unos 125 gramos para la seda ordinaria, de 200 gramos para la seda de la China, de 300 gramos para las telas de lino y 400 gramos para el algodón, percal ó cretona.

Respecto á la construcción de los globos de película de tripa de buey *(baudruche)*, sólo podemos decir que los hacen encolando y yuxtaponiendo los trozos de película, después de preparar ésta convenientemente en moldes de madera que afectan la forma de los husos, y superponiendo las películas dichas sin que coincidan sus uniones, hasta obtener cada huso con un espesor de ocho capas, lo que lleva consigo el que la envoltura de un globo de 290 metros cúbicos de capacidad se componga de unos 35.000 trozos de película, siendo el peso aproximado de cada metro cuadrado de esta envoltura de unos 213 gramos, y ofreciendo una resistencia máxima á la tracción de 1200 kilógramos por metro lineal.

Cálculo y construcción de las redes.—Las redes son tejidos de cuerdas, formados por grandes mallas que envuelven la superficie exterior de los globos, á fin de repartir con igualdad sobre ellos el peso de la barquilla y de su contenido, así como los esfuerzos de sujeción en los cautivos. Ocupan, en general, el hemisferio superior á partir de la válvula, á la que se unen mediante una corona de cuerda, por más que en la actualidad se las extiende hasta ocupar los dos tercios de la superficie total del globo, y terminan en su parte inferior, mediante las disposiciones que indicaremos, en un cierto número de cuerdas de suspensión, cuyos extremos libres llevan unos lazos para unirlas al círculo correspondiente, del que también nos ocuparemos más adelante.

Las redes dichas deben poder afectar, pues, una forma completamente esférica que se ajuste perfectamente á la de los globos á que deben aplicarse, y en tal concepto, al realizar su construcción es preciso acomodarse al trazado de plantillas análogas á las que han servido para el corte de los husos que forman la envoltura de aquéllos, siguiendo al efecto el mismo procedimiento, aunque sin las limitaciones que entonces imponían para la determinación del número de éstos, ó sea para fijar la anchura de los mismos en el ecuador, por una parte el volúmen del globo, y por otra la anchura de las telas que se deseara emplear, puesto que sólo se necesita tener presente, como regla general, que la magnitud ó anchura de una malla en el ecuador, para globos cuya capacidad no exceda de 1200 á 1500 metros cúbicos, sea inferior á unos $0^m,33$, y que sea siempre *par* el número de mallas en el ecuador, y por consiguiente el de cuerdas de suspensión.

Previas estas advertencias y conocido para cada caso el desarrollo del ecuador del globo, si designamos éste por C y por a la anchura de una malla, el número de éstas n vendrá dado por la fórmula $2\,n = \frac{C}{a}$ en la que a deberá representar valores sucesivos inferiores al límite práctico señalado, en relación con el volúmen del globo, hasta obtener un cociente exacto.

Conocida la anchura de las mallas del ecuador, que viene á ser la diagonal horizontal de la figura de rombo que éstas afectan, se traza sobre la plantilla misma que haya servido para el corte de los husos, la

correspondiente al desarrollo de las mallas de un mismo meridiano, á cuyo efecto, una vez obtenido el contorno de ésta, empleando el mismo procedimiento que se ha seguido para tener la primera, y sirviéndose de los mismos paralelos (lámina 2, fig. 3) se construye sobre la anchura de la malla un triángulo equilátero $A\ B\ C$, cuyos lados $A\ C$ y $B\ C$ se prolongan hasta su encuentro con las líneas del contorno dicho en los nuevos puntos A' y B', por los que á su vez se trazan las rectas $B'\ B''$ y $A'\ A''$ paralelas á las $A\ C$ y $B\ C$, determinando los puntos A'' y B'' y así sucesivamente hasta terminar la plantilla en la parte superior, en el trozo de corona de unión con la válvula, que corresponde á cada huso de la red.

Para la construcción de la parte inferior se prolongan los lados $A\ F$ y $E\ G$ (lámina 2, fig. 4) de las mallas 5 y 8, hasta su punto de encuentro M, al que viene á concurrir el cordón vertical $B\ M$, con lo que queda formada una pequeña pata de ganso, resultando que el número de éstas será igual á la mitad del de mallas de ecuador.

Se prolongan los lados $a\ b$ y $c\ d$ de las mallas 3 y 10 hasta su encuentro en el punto N, al que se une también la cuerda vertical correspondiente $M\ N$ para formar una gran pata de ganso, de las que existirá un número mitad del de las anteriores, ó sea igual á la cuarta parte del de mallas de ecuador, y desde cuyos vértices parten las cuerdas de suspensión respectivas.

Cuando la red deba prolongarse por el hemisferio inferior, abarcando, como hemos indicado, las dos terceras partes del aerostato, es preciso tener en cuenta que si hubiéramos de sujetar la construcción de aquélla á una plantilla igual á la que acabamos de determinar para la elaboración de la parte superior, como en ésta se verifica que, mientras los ángulos de las mallas son constantes, van disminuyendo las longitudes de sus lados, y por consiguiente las de sus diagonales horizontales, llegaría un momento en que al tratar de colocar la red sobre el globo para la inflación de éste, el espacio inferior abierto de la red resultaría menor que el ecuador, y de aquí las dificultades consiguientes, pues, como veremos, los sacos de lastre que se enganchan alrededor de la circunferencia del globo durante la mencionada operacion, han de permanecer verticales en virtud de su peso, y por consiguiente la red debe poder cum-

plir las mismas condiciones, ó sea la de bajar en forma de cilindro hasta las patas de ganso en que termina.

Para obviar esta dificultad en el trazado de la plantilla correspondiente al hemisferio inferior del globo, se atiende á que todos los lados de las mallas resulten iguales á los de la corona de ecuador, con lo que se consigue que abierta y estirada la parte inferior de la red en cualquier paralelo, presente siempre un desarrollo igual al que tiene en el ecuador, procediendo por lo demás á terminarla en la forma que dejamos indicada. En este caso se debe dar á las cuerdas de suspensión una longitud próximamente igual á la del radio del globo.

En virtud de lo que dejamos indicado, no es difícil calcular la longitud de la cuerda necesaria para la construcción de una red, teniendo en cuenta que así en este cálculo como al dividir el desarrollo de la circunferencia del ecuador por la anchura de las mallas, ha de aumentarse el resultado en un diez y ochoavo como compensación á las contracciones que experimentan las cuerdas por efecto de la humedad, cuando no están convenientemente preparadas para evitarlos.

En cuanto á la ejecución práctica de la red, son varios los procedimientos que pueden seguirse, ya sea construyéndola sobre la plantilla misma á que nos hemos referido, ya empezándola por su parte superior, ó bien á partir del ecuador, siendo este último sistema el que nos servirá para hacer algunas indicaciones generales acerca de este punto.

Suponiendo, pues, para hacer más perceptible el objeto que se persigue, que se tuviese tendida una cuerda de longitud igual á la circunferencia del ecuador, y dividida en tantas partes iguales como mallas deba contener la red, claro es que si sobre cada una de esas divisiones se construye un triángulo equilátero, se habrá formado así la primera corona de medias mallas de ecuador, y si á partir ahora de los vértices superiores de los dichos triángulos se construye otra serie de ellos con lados iguales á los que se deducen de la plantilla correspondiente para la segunda corona de mallas, y se continúa de este modo en las sucesivas, uniéndolas por sus extremos libres, se habrá conseguido el objeto que se deseaba.

Al efecto, se suele hacer uso de un sencillo aparato representado en la lámina 2, figura 5, reducido á una simple regla de madera colocada

sobre dos caballetes, y que tiene fija en uno de sus extremos una varilla V, de un centímetro de diámetro y unos 15 centímetros de altura, y otra segunda varilla V' igual á la anterior, unida á un manguito, que corre á lo largo de la regla dicha, y á la que puede asegurarse en la posición que se desee, por medio de un tornillo de presión que lleva en su parte inferior.

Para la ejecución de la red con el auxilio del aparato mencionado, y suponiendo que se principie aquélla desde el ecuador, se coloca la varilla V' á una distancia de la V igual á la anchura de las mallas, ó sea á la que representa el lado de los triángulos equiláteros que se tratan de construir. Doblando entonces uno de los extremos de la cuerda, y formando con ella un lazo como el que representa la lámina 2, figura 6, se introduce éste en la varilla V, sobre la que se aprieta, estirando los dos cabos y dejando después libre el a, se pasa la cuerda por la varilla V' para volverla en seguida á la V, sobre la que se hará un nudo corredizo igual al primero, dejando así terminada la primera media malla de ecuador. Continuando ya del mismo modo, se formarán todas las demás correspondientes á la misma corona hasta la última, que se hace anudando ó cosiendo la cuerda en cuestión con el primer cabo a, después de haber cortado aquélla en la longitud conveniente, para que unida á éste forme una media malla igual á las anteriores, con lo que quedará terminada la corona del ecuador. Sacando ahora las cuerdas de la varilla V' y llevando ésta á una distancia de la V igual á la suma de los lados correspondientes al triángulo ya formado y al que se pretende formar ahora, ó sea una distancia igual á $A\,C + C\,A'$ (lámina 2, fig. 3), se procede como en el caso anterior, formando los nudos de malla en los vértices de las medias mallas ya construidas, uniendo también los dos cabos correspondientes para formar la última malla de esta segunda corona, y así se continúa con todas las demás hasta terminar la red en la válvula. Si la regla no fuese suficientemente larga, se sacarán en el momento preciso de la varilla V los lazos correspondientes, apoyando en ella los que convenga, y advirtiendo que para todas estas operaciones la cuerda empleada se mantiene arrollada sobre una lanzadera análoga á la indicada en la lámina 2, figura 7.

Para la construcción de las pequeñas patas de ganso, una vez termi-

nadas todas las mallas de la red, se procede del modo siguiente: se enganchan los vértices $b\ b_1\ b_2$ (lámina 2, fig. 8), en la varilla V y se sitúa la V' á una distancia de ella igual á la suma del lado a, ó abertura de malla en el ecuador, con ese mismo lado a, mitad del $c\ c'$ y con la altura h del triángulo equilátero de lado a, mitad de $m\ m'$ deducida del trazado.

Suponiendo que empezamos en el punto C, se hará en él un nudo de malla y se pasará la lanzadera por un guarda-cabos engarzado en la varilla V'; se hará otro nudo de malla en el vértice siguiente m de la corona de ecuador, y volverá á pasarse la lanzadera por el mismo guarda-cabos anterior para volver á anudar en el vértice n, con lo que queda terminada una pata de ganso pequeña, procediéndose de igual modo para construir todas las demás, cosiendo y ligando el primer cabo a con el último que resulte para formar el cierre.

Terminada la corona de las pequeñas patas de ganso, se sacan de la varilla V' todos los guarda-cabos que en ella había engarzados, y se colocan análogamente sobre la varilla V, después de sacar de ésta la red separando la V' hasta que diste de la V la cantidad $2\,a + m\,m'$ igual á $\frac{c\,o + c\,c'}{2}$ (lámina 2, fig. 9). Suponiendo que partimos del guarda-cabos c, se rodeará con la cuerda su garganta exterior, y se hará la ligadura que indica la lámina 2, figura 10, pasando el cabo b por el guarda-cabos o, engarzado en la varilla V'; se vuelve á pasar por el centro del c' y por el del o', desde el que se lleva á la corona exterior del c'' para hacer una retención análoga á la hecha en el c, y así sucesivamente, hasta terminar la corona, empalmando el cabo final con el a en que aquélla se comenzó.

Las cuerdas de suspensión se enlazan á los guarda-cabos grandes o' de las grandes patas de ganso, como indica la figura 10 con todo detalle, y con esto queda terminada la red.

El nudo de malla empleado para la construcción de la red va indicado en la lámina 2, figura 11, que muestra la formación de dicho nudo y el aspecto que presenta después de apretado.

Si la red no debiera terminar en el ecuador sino que se desea que abrace los dos tercios del globo, una vez construída la correspondiente al hemisferio superior, tal como hemos indicado, se procederá á con-

tinuar las coronas de mallas de la red, inferiores al ecuador, sujetándose para dicha construcción á la plantilla correspondiente, y como en ella los lados de las distintas coronas de mallas son todos iguales al lado *a* de la malla de ecuador, ésta será la distancia constante que existirá entre las varillas *V* y *V'* para construir todas las coronas.

Terminada la última de éstas, se construirá la de pequeñas patas de ganso, como acabamos de explicar, y á continuación la de las grandes, de cuyos guarda-cabos extremos partirán las verdaderas cuerdas de suspensión de la barquilla, mientras que las que parten de las grandes patas de ganso de ecuador se destinan en los globos militares, en los que son de imprescindible necesidad, á la sujeción del globo cuando ha de permanecer lleno, á campo raso, durante algún tiempo.

Antes de proceder á la construcción de la red de un globo determinado, es indispensable calcular aproximadamente el diámetro de la cuerda con que ha de ejecutarse, para que tenga la debida resistencia en relación con los pesos y demás esfuerzos que deban ejercerse sobre ella, y para poder usarla con entera seguridad, dado que si llegara á romperse una malla, nada más fácil que originase la fractura de las inmediatas y llegara así á formarse un agujero por donde pudiera escaparse el globo.

El peso dicho está representado por el de la barquilla con sus accesorios, el lastre, los aeronautas y el cable de sujeción en los globos cautivos, con más los esfuerzos á que el globo se encuentre sujeto en este caso por la acción del viento, que también deberán tenerse en cuenta, como oportunamente veremos al ocuparnos del diámetro, peso y resistencia de los cables de sujeción, y como además, los esfuerzos que se ejerzan sobre la red dependerán á su vez de la fuerza ascensional del gas con que se llene el globo, suele afectarse el peso dicho de un coeficiente de corrección que se valúa aproximadamente en 30 para el gas hidrógeno y 20 para el gas del alumbrado, añadiéndole todavía un tercio del peso total resultante, teniendo en cuenta la pérdida de resistencia que experimentan las cuerdas con el uso.

Distribuido igualmente el peso total dicho entre el número de ramales de la red, doble del de las mallas de ecuador, se obtendrá el peso en kilógramos que debe resistir cada ramal, cuyo diámetro ó circunfe-

rencia se calculará en su consecuencia por cualquiera de las varias fórmulas que existen, relativas á cuerdas de cáñamo de buena calidad, y análogamente se determinarán las secciones de las cuerdas correspondientes á las patas de ganso pequeñas y grandes, y á las cuerdas de suspensión, teniendo en cuenta la relación en que va disminuyendo el número de éstas con respecto al de mallas y el consiguiente aumento de peso que les corresponde en la distribución del peso total.

El material más generalmente empleado en la construcción de la red, es el mejor cáñamo de Italia, aunque también suele emplearse el ramio con éxito satisfactorio, á juicio de los aeronautas militares franceses, quienes desde luego hacen uso también de esta substancia para la construcción de las redes y otras aplicaciones, como hemos tenido ocasión de ver en el Establecimiento Central de Chalais-Meudon.

Cuando las cuerdas se mojan, experimentan, como se sabe, un aumento de peso y una disminución de longitud, debida esta última á que penetrando el agua en las celdas de la fibra textil las hincha, y dejando de ser rectilíneos los elementos de las fibras dichas se aproximan sus extremidades, y este fenómeno, referido á la longitud total de la cuerda, lleva consigo el acortamiento consiguiente de la misma.

Para obviar este inconveniente suelen embrearse las cuerdas, operación que disminuye notablemente su resistencia, y que además hace aumentar su peso, circunstancia esta última de gran importancia en la aerostación, en la que se procura obtener la mayor ligereza posible en todos los objetos y aparatos de que se sirve, y que ha dado motivo á que se prescinda de estos recursos en el cordaje empleado, usándole sin preparación alguna ó limitándose en todo caso á darle las que vamos á indicar.

Para proteger las cuerdas contra los efectos de la absorción del agua y de la putrefacción, se las somete á la influencia de una preparación de caucho, que encierra un principio astringente que hace experimentar á las fibras una especie de curtido. La preparación dicha se obtiene haciendo hervir hasta obtener una mezcla perfecta una proporción de 8 kilógramos de caucho por 100 litros de agua, en la que se sumerjen durante cuatro ó cinco días, antes de ponerlas á secar, las cuerdas cuyo diámetro no exceda de $0^m,010$, y aun se puede someter á esta misma

preparación la red después de terminada, sin que el aumento de peso sea superior al 10 por 100, ni más del 5 por 100 la pérdida de resistencia.

Cable de sujeción.—Al ocuparnos del volúmen más conveniente de los globos militares cautivos, hemos introducido entre los pesos que habían de elevar, el del correspondiente cable de sujeción; pero éste depende, en primer término, de sus longitudes, ó sea de la altura que haya de alcanzar el globo, y en segundo lugar, de sus diámetros, deducidos del esfuerzo que deban resistir, y como estos elementos están íntimamente relacionados, es forzoso decir algo acerca del modo de calcularlos.

No sería esto difícil, suponiendo perfectamente en calma la atmósfera y que el globo pudiese alcanzar, por consiguiente, una altura prevista, subiendo verticalmente sin la menor desviación lateral, porque entonces se deduciría fácilmente el peso del cable de sujeción, ya que su longitud sería determinada y su diámetro dependería de la máxima resistencia que hubiera de ofrecer á la fuerza ascensional, y que disminuyendo gradualmente á medida que se eleva, tendría lugar indudablemente en el momento de la partida, prescindiendo de lo que siempre puede moderarla la cantidad variable de lastre que debe llevarse en la barquilla.

Pero no son estas las condiciones en que debe plantearse el problema, pues aparte de que apenas se ven realizadas una sola vez en la práctica, es indispensable por el contrario preparar el material para resistir á las agitaciones ordinarias de la atmósfera, y aun para las más desfavorables á la ascensión de los globos cautivos, si han de ser frecuentes y de utilidad práctica en la guerra las aplicaciones de estos ingeniosos aparatos.

Para introducir en el cálculo este nuevo é importante factor, conviene tener presente que la acción del viento sobre un globo cautivo tiende á hacerle girar alrededor de su punto O de sujeción al terreno (lámina 3, fig. 12), con un esfuerzo que supondremos representado por la recta $A\ B$ y que está en parte contrarrestado por la fuerza ascensional que indicaremos por $A\ C$, de modo que para el equilibrio, en la hipótesis de que sean constantes las dos fuerzas dichas en cierto espacio de tiempo, sería condición indispensable la igualdad de sus momentos.

Designando, pues, P' la presión por unidad de superficie ejercida

por el viento sobre el globo, E la fuerza ascensional del mismo, S su sección meridiana, l la longitud del cable, y α el ángulo $A\ O\ D$ que representa la inclinación de éste sobre el horizonte, el momento de la fuerza del viento será:

$$P' \times S \times O\ a = P'\ S \times l \text{ sen. } \alpha$$

y el de la fuerza ascensional

$$E \times O\ b = E \times l \text{ cos. } \alpha,$$

de modo que la ecuación que corresponde á la posición del equilibrio, sería

$$P' \times S \times l \text{ sen. } \alpha = E \times l \text{ cos. } \alpha,$$

ó sea

$$\text{tang. } \alpha = \frac{E}{P' \times S}.$$

De ella se deduce:

1.° Que el ángulo α disminuye á medida que aumenta el valor de P', ó sea la acción del viento, es decir, que cuando éste aumenta el globo tiende á bajar hacia el suelo, siempre que el valor de E permanezca constante.

2.° Que el aumento de la fuerza ascensional E tiende, por el contrario, á que sea mayor el ángulo dicho, y que, por consiguiente, éste podría permanecer constante si al mismo tiempo que P' creciese E proporcionalmente; de lo que se desprende la conveniencia, ó mejor dicho, la necesidad de llevar lastre en la barquilla, aun en las ascensiones cautivas, á fin de poder arreglar, por su medio, la fuerza ascensional á las variaciones de intensidad del viento.

3.° En fin, que siendo el valor del ángulo α independiente de la longitud del cable de sujeción, el globo podrá elevarse indefinidamente en teoría, desarrollando mayor ó menor longitud de aquél.

Sea de esto lo que quiera, es indudable que, puesto que la acción del viento sobre el globo tiende necesariamente á separar el cable de sujeción de la vertical, para que aquél pueda subir á grandes alturas se ne-

cesitará un cable muy largo y una gran fuerza ascensional, por lo que supondremos que el valor de α sea de 45° en las condiciones más desfavorables, como máximo á que se puede aspirar en las ascensiones cautivas, y entonces, para determinar la longitud del cable correspondiente á una altura dada, se observa que aquélla sería la hipotenusa de un triángulo rectángulo isósceles, y por consiguiente, igual á la altura dicha multiplicada por $\sqrt{2}$, ó sea, designando por a la altura,

$$l = a\sqrt{2}.$$

Ahora, como el cable de sujeción no puede tenderse en línea recta y ha de afectar alguna curvatura á causa de su mismo peso y de la acción que sobre él ejerza el viento, suponiendo próximamente de $\frac{1}{10}$ el aumento de longitud debido á estas causas, resultará

$$l = a\sqrt{2} + \frac{1}{10}\, a\sqrt{2};$$

de la que se deducen los valores de la tabla siguiente:

LONGITUD *del cable de sujeción para diferentes alturas del globo, siendo* $\sqrt{2} = 1{,}414$.

ALTURAS.	LONGITUD DEL CABLE EN LÍNEA RECTA.	LONGITUD REAL DEL CABLE.
100	141,4	155,54
200	282,8	311,08
300	424,3	466,73
400	565,6	622,16
500	707	770,70
600	848,4	933,24
700	989,8	1088,78
800	1131,2	1244,32
900	1272,6	1399,86
1000	1414	1555,40

Para calcular, pues, el diámetro del cable, supondremos también que su máxima fuerza de resistencia corresponde á los esfuerzos desarrolla-

dos cuando el ángulo α es de 45°, y como en este caso serán iguales la acción total del viento y la fuerza ascensional del globo, se tendrá, representando por T la resultante de ambas fuerzas,

$$T^2 = E^2 + \overline{P' S^2} = 2 \times P'^2 \times S^2,$$

ó bien,

$$T = P' \times S \times \sqrt{2}.$$

El valor de $P' \times S$, acción del viento sobre la superficie del globo, puede suponerse igual á la presión que aquél ejercería sobre un círculo del mismo diámetro, porque si bien en una esfera sólida no excedería de las tres séptimas partes de la resistencia que les opondría su círculo generador, en el caso presente no puede considerarse de este modo, pues además de que la tela del globo se deprime bajo la acción dicha, hay que tener en cuenta la resistencia que opone la red, que juntamente con la de todos los accesorios hace que, sin diferencia sensible, pueda apreciarse como queda indicado. En tal concepto, representando por R el radio del globo, la expresión anterior se convertirá en la siguiente:

$$T = \pi R^2 \times P' \times \sqrt{2}.$$

Una vez conocido el esfuerzo T, á que ha de estar sometido el cable de sujeción, en las condiciones indicadas, ya se puede calcular el diámetro ó la circunferencia de la sección transversal del mismo, admitiendo que su resistencia á la ruptura, deducida de la experiencia, puede valuarse en 5 ó 6 kilógramos por milímetro cuadrado de su sección transversal, cuando sea de cáñamo de la mejor calidad, ó bien por las fórmulas siguientes:

$$g = 400\, d^2 \qquad \text{ó} \qquad g = 40\, s \times c^2,$$

en las que g representa la carga de ruptura en kilógramos y d y c respectivamente el diámetro y la circunferencia en centímetros de su sección transversal.

Generalmente no deben someterse las cuerdas de cáñamo á esfuerzos superiores á la mitad de los que son capaces de romperlas, y aun debieran reducirse á $^1/_8$, como cargas permanentes, teniendo presente, entre

otras cosas, que las cuerdas mojadas pierden una tercera parte de su resistencia.

Determinada la sección transversal de los cables, se puede calcular su peso en kilógramos por metro longitudinal, suponiéndolos de cáñamo, mediante la fórmula

$$p = 0{,}00823\ c^2,$$

en la que p representa el peso y c la circunferencia dicha en centímetros.

Ahora bien; en vista del peso de los cables de sujeción y de la fuerza ascensional que ha de conservar el globo para resistir los esfuerzos del viento, puede ya deducirse, aproximadamente, el volumen de aquél, aplicando los métodos indicados al efecto, y advirtiendo que con mayor razón todavía son aplicables á este caso las consideraciones que dejamos hechas respecto á la indeterminación del problema, como fácilmente se descubre al observar la influencia recíproca que tienen entre sí el volumen del globo, su consiguiente fuerza ascensional y el diámetro y peso del cable de sujeción, ya que tampoco pueden fijarse exactamente por el cálculo anterior, puesto que, además de ser muy variables los esfuerzos de que dependen, es preciso todavía que su resistencia sea mucho más considerable para vencer las violentas sacudidas que pueden ocasionar las ráfagas de viento.

Repetiremos aquí, como entonces, que los cálculos anteriores no tienen más objeto que el de señalar un punto de partida ó límite inferior en la apreciación de los datos que se desean conocer, y que, por consiguiente, deben modificarse por medio de importantes coeficientes de corrección determinados por la experiencia.

Respecto á la forma de los cables, puede decirse que si sobre ellos no se ejercieran otras tensiones más que las debidas á la fuerza ascensional del globo, y en la hipótesis de que ésta sólo decreciera por efecto del cable desarrollado, como iría siendo sucesivamente menor la tensión ejercida sobre éste á medida que el aerostato se elevara, resulta que la forma dicha debería ser cónica; pero como ni estas circunstancias se cumplen en la práctica ni las que pueden influir en la determinación de que se trata son fáciles de sujetar á un cálculo riguroso, de aquí el que se les haga desde luego cilíndricos, sin que por esto se aumente su

peso de una manera sensible, y mucho más teniendo en cuenta los numerosos motivos que aconsejan no debilitar, en manera alguna, la resistencia de este órgano, en obsequio á la mayor ligereza, que no resultaría de gran consideración.

Los cables de sujeción empleados en las secciones aerostáticas de los diversos ejércitos de Europa son generalmente de excelente cáñamo de Italia ó de alambre de acero. Tienen los primeros los italianos y los franceses, aunque éstos emplean también los metálicos, que son los únicos de que se sirven los alemanes y los ingleses.

Unos y otros llevan los conductores necesarios para establecer las comunicaciones telefónicas y telegráficas con el terreno, advirtiendo que en los de cáñamo van aquéllos arrollados al exterior del cable.

En todos ellos los cables son contínuos y de una longitud de 500 metros aproximadamente, excepción hecha del de los alemanes, que está formado por trozos de 100 metros, que se empalman, según las necesidades, en la forma indicada en la lámina 3.ª, figura 13, en la que *e* y *e'* representan las extremidades de dos trozos de cable con sus eslabones metálicos correspondientes y *p* la pieza metálica que sirve para reunirlos.

Esta división lleva consigo, como es consiguiente, la necesidad de proveer á las comunicaciones telefónicas y telegráficas entre la barquilla y el terreno con un conductor ordinario de pequeño diámetro, independiente del de sujeción, que llevan arrollado en una bobina aparte, y encerrado en una caja especial á manera de mochila, juntamente con los teléfonos y el micrófono.

Válvulas.—Como se sabe, la válvula superior de los aerostatos es uno de sus órganos más esenciales, y que no sólo tiene por objeto el vaciarlos por completo, cuando esto es necesario, sino también moderar, en los globos libres, la velocidad ascensional, limitando las alturas á que hayan de conservarse en la atmósfera, lo que, desde luego, se consigue dando salida á una cantidad determinada de gas. De aquí se deduce que las condiciones más esenciales á que dicho órgano debe satisfacer son, desde luego, la de cerrar herméticamente y la de permitir graduar del modo más conveniente la salida del gas para alcanzar los fines indicados.

Son muy varias las disposiciones que se han ideado con este objeto á partir de las de forma más grosera y elemental, que consistían en un

disco circular de madera de nogal (lámina 3.ª, fig. 14) que se sujetaba sólidamente á la tela del globo por medio de un collar cilíndrico formado por la envoltura *v*, rodeada exteriormente con una fuerte banda de cuero que se clavaba á la corona de nogal.

En el sentido de uno de los diámetros de la corona, y unida á ésta, va un travesero sobre el que se levanta un caballete ó bastidor formado por dos pies derechos y las dos piezas *o o'* que los ligan, y alrededor de las cuales pasan las bandas de caucho que se enlazan con los dos sectores semicirculares. Estos giran alrededor del travesero de la corona y pueden abrirse al interior por medio de una tracción ejercida sobre las cuerdas *a a* reunidas en una sola, que, bajando por el interior del globo, llega hasta la barquilla, al alcance de la mano del aeronauta. Con sebo fundido ó grasa de carruajes mezclada con harina de linaza y amasada con un poco de agua, se formaba una pasta conocida con el nombre de *cataplasma aerostática*, que, momentos antes de la inflación del globo, se aplicaba sobre la corona y los bordes de los discos para asegurar el cierre hermético de la válvula. No hay para qué decir que esta válvula es tan defectuosa que se ha renunciado casi en absoluto á su empleo, puesto que no sólo desaparecía el cierre hermético desde el momento en que se la usaba una sola vez durante una ascensión, sino que en general se endurecía tanto el mastic dicho, aun preparado momentos antes de henchir el aerostato, que al utilizar la válvula quedaban interpuestos trozos del mismo entre las superficies que efectúan el cierre, y la válvula no se volvía á cerrar, habiéndose originado por esta causa funestos accidentes. No es, pues, de extrañar que se hayan ideado muchas disposiciones para mejorar órgano de tanta importancia, entre las que describiremos únicamente las que hemos tenido ocasión de ver empleadas durante nuestro viaje en las diferentes oficinas aeronáuticas que hemos visitado.

Entre ellas debemos citar la que Mr. Yon emplea en sus globos militares, y como indica la lámina 3.ª, figura 15, consiste en un disco circular de una sola pieza con un reborde en todo su contorno, que, cuando está cerrada, entra en una entalladura guarnecida de caucho, que al efecto lleva en su cara inferior la corona circular ó armadura de la válvula. Esta tiene dos travesaños *t t'* en sentido de dos diámetros perpen-

diculares, y en el punto en que se cruzan se eleva una columnita hueca vertical *c*, en cuyo interior se aloja una varilla cilíndrica unida perpendicular é invariablemente al centro del disco mencionado, de modo que sirva de guía á los movimientos de éste. Del vértice de la columna dicha parten cuatro resortes en espiral, que se unen al disco en los extremos de dos diámetros perpendiculares correspondientes á las bisectrices de los anteriormente mencionados, manteniendo, por consiguiente, el borde del disco fuertemente aplicado contra la corona. De la parte inferior del disco parten cuatro pequeñas cuerdas, que se vienen á reunir en el punto *o* á la que atravesando el globo va á la barquilla.

Muy poco diferente de la anterior, en su esencia, es la que aplica Mr. Lachambre en sus construcciones aerostáticas, y como se vé (lámina 3.ª, fig. 16), consiste en un disco circular de madera *D*, guarnecido de una plancha metálica *p* en todo su contorno, formando reborde y fortalecida con nervios metálicos *n* en el sentido de sus radios para prevenir su deformación. La corona circular *C* consta de dos anillos superpuestos, entre los cuales se introduce la abertura reforzada de la envoltura del globo y se sujetan sólidamente con varios pernos, terminando el inferior en una muesca circular, en la que se introduce el borde superior de la plancha *p* mediante unas tiras de caucho ó de goma elástica.

Del centro del disco mencionado parte análogamente á la anterior una varilla cilíndrica *V*, que á su vez se aloja en una columna *C'*, unida á la corona dicha por medio de tres armaduras metálicas *A*, colocadas en la dirección de los diámetros correspondientes á un exágono regular, y en las bisectrices de los ángulos formados por éstas lleva seis resortes en espiral, unidos respectivamente por sus extremos á la parte superior de la columna citada y al disco ó platillo obturador, estando cubierta y protegida toda la válvula por una pequeña tienda cónica de tela impermeable *T*, extendida sobre una armadura de la forma indicada en la figura. El disco *D* lleva en el centro de su cara inferior una anilla, á la que se sujeta uno de los extremos de la cuerda que por el interior del globo baja hasta la barquilla.

Con las ligeras variantes explicadas, pretende Mr. Lachambre obtener un cierre más hermético y mayor facilidad en las maniobras, por estar mejor guiado el platillo obturador.

Basada en los mismos principios que las anteriores, y muy poco diferente de ellas en su disposición, es la válvula que emplean los ingenieros militares ingleses, y se halla representada en la lámina 4.ª, figura 17. Consta, por consiguiente, de un platillo obturador circular P, unido por cuatro resortes en espiral á la columna vertical hueca C', que va unida á la corona C por las cuatro escuadras E. Los bordes del platillo inferior penetran en una ranura que con este objeto tiene la cara inferior de la corona, y en el centro del referido platillo se levanta la espiga e, que penetra en la columna hueca C'. Toda ella es de aluminio, hierro y bronce y se transporta y conserva en un estuche de cuero, perfectamente acondicionado al efecto.

Los aeronautas militares alemanes é italianos emplean las válvulas ya descriptas de Mr. Yon, sin modificación alguna ó con ligerísimas variantes de detalle.

La que hasta aquí se separa por completo de todas las anteriores y merece por lo tanto una atención más detenida, por ser verdaderamente muy ingeniosa, es la que usan en sus globos las secciones aerostáticas militares en Francia, debida al jefe de Ingenieros Mr. Renard, director del Establecimiento Central de Chalais-Meudon.

Se compone de un cilindro hueco C (lámina 4.ª, fig. 18), que forma, por decirlo así, el cuerpo de la válvula y que presenta al exterior cuatro gargantas cóncavas g, g', g'', g''' correspondientes á otras tantas secciones rectas. A lo largo del eje del cilindro dicho existe un tubo T, que entronca con otros cuatro de menor diámetro t_1, t_2, t_3, t_4, dirigidos perpendicularmente al primero y entre sí y que desembocan en la superficie exterior del cilindro C entre las gargantas g' y g''.

El extremo inferior del tubo T va sólidamente cerrado, y el superior termina en una rosca, con el fin que más adelante indicaremos.

En la superficie del cilindro comprendida entre las gargantas g'' y g''' se hallan abiertos una serie de pequeños vanos $v\ v$ rectangulares, cuyo conjunto forma una especie de enrejado, y éste se halla cubierto por una bolsa ó anillo cilíndrico B, formado por una tira de caucho, cuyo borde superior se liga á la garganta g'' y el inferior á la g', de modo que resulte perfectamente cubierta toda la superficie exterior del cilindro C, comprendida entre las gargantas g' y g'', y por consiguiente

completamente cerrados los vanos v. La parte inferior del cilindro se cierra con un casquete c, también de caucho, cuyo borde se liga á la garganta g''' por medio de un anillo de la misma substancia, que le oprime de una manera conveniente, para que sólo pueda abrirse bajo la acción de un esfuerzo de 12 á 15 kilógramos, ejercido sobre la cuerda c'' que, desde el punto más bajo de dicho casquete y atravesando el globo, llega hasta la barquilla.

La válvula descripta va unida á la envoltura del globo en la ranura g, por medio de ligaduras convenientes, de modo que toda ella resulta en el interior de aquél después de colocada, y en el momento en que se ha de proceder á la inflación, se atornilla en el extremo roscado del tubo T el de otro tubo largo de goma h, reforzado con alambre para evitar las deformaciones de su sección, y que por el exterior del globo baja hasta la barquilla, terminando en una pera flexible P, que á manera de bomba neumática permite inyectar y comprimir aire en el interior de los tubos h, T, t_1, t_2, t_3, t_4, y bolsa cilíndrica B. Intercalado en el tubo h va un manómetro que sirve para indicar la presión del aire inyectado, y en fin, á poca distancia de éste y provisto de una llave que le cierra herméticamente, otro pequeño tubo h', que sirve para dar salida al aire, cuando así se desea, ó disminuir su presión.

Por la descripción anterior, fácil es ya explicarse el modo de funcionar de la válvula, puesto que todo se reduce, cuando se desea dejar escapar gas en pequeñas cantidades, á inyectar por medio del tubo de aire comprimido en el manguito ó bolsa B, una cantidad mayor ó menor de éste, de modo que inflándose más ó menos el repetido manguito, deja al descubierto, en todo ó en parte, los vanos v, dando salida al gas hidrógeno y pudiendo cerrarlos cuando se quiera, dejando salir el aire comprimido por medio de la llave del tubo h'.

Cuando, en lugar de pretender un descenso ó moderar la fuerza ascensional del aerostato, se quiera vaciar éste definitivamente, bastará tirar de la cuerda unida al casquete de caucho hasta separarlo del cilindro c, con lo que la válvula queda abierta por completo, y se obtiene para el gas la sección máxima de salida.

Se comprende, pues, que con la válvula en cuestión se puede graduar la salida del gas interior del globo, mediante las indicaciones del manó-

metro que corresponden, como es consiguiente, á mayores ó menores aberturas de los vanos ó lumbreras de salida de gas, aparte de que el aeronauta puede saber siempre con seguridad que la válvula funciona, y de ser fácil y cómoda la maniobra, á lo que se agrega la circunstancia de que, habiendo construido aquélla de cartón-piedra, se evitan los inconvenientes que se atribuyen á las metálicas.

Barquillas y diversos sistemas de suspensión de las mismas.—Las barquillas actualmente usadas en la aerostación militar, consisten en una especie de cestos prismáticos, de mimbre ó de caña, de diversas magnitudes, en relación con las de los globos y con el número de aeronautas que hayan de transportar, siendo de advertir que, aun para un mismo globo, suelen emplearse dos barquillas de diferentes tamaños, según que haya de empleárselas en ascensiones libres ó cautivas, y teniendo en cuenta que en éstas, al peso propio de la barquilla, es preciso añadir el del cable de sujeción, lo que lleva también consigo, como es consiguiente, que el número de los aeronautas que la tripulan sea menor que en las ascensiones libres. Estos artefactos, cuya construcción entra en el dominio de los cesteros, suelen hacerse muchas veces, en vista de conseguir en ellos la mayor ligereza posible, sin refuerzo alguno en el fuerte tejido de los materiales dichos, pero en realidad no parece conveniente obtener esta ventaja á expensas de la solidez, puesto que las de esta clase se deterioran con mucha mayor facilidad, especialmente en los descensos un poco penosos. De aquí el que ordinariamente no sólo se embutan en el tejido en sentido de tres ó cuatro secciones transversales de la barquilla, las mismas cuerdas que han de servir para suspenderla, sino que se refuerza su fondo con unos cuantos listones transversales de madera, fijos al exterior, que á la vez que aumentan su rigidez, contribuyen á impedir su deformación, á cuyo efecto tiende también, por su parte, un cuadro ó bastidor de tubo de hierro que llevan algunas interiormente en su borde superior.

Del mismo modo, y con igual objeto, suele reforzarse la superficie lateral de algunas de ellas, con tablas ó listones de madera, que acaso pudieran substituirse con ventaja con flejes de acero y aun mejor de aluminio, y que á manera de anillos las rodean en sentido de sus secciones horizontales, y á veces llevan también asas de cuerda gruesa para faci-

litar su manejo. Sus disposiciones interiores consisten sencillamente en dos bancos ó asientos del mismo tejido, cuyo hueco interior se aprovecha para el transporte de varios objetos, colocando un cojín sobre la tabla que sirve de asiento. Llevan, además, adosadas á las paredes, por su parte interior, una ó varias bolsas de cuero, en las que se encierran los instrumentos de observación y los objetos de escritorio, como partes, sobres, cuadernos, registros, planos, etc., y al exterior van sujetas, la *guide-rope*, el ancla y á veces las dos banderas de que nos ocuparemos al tratar de las comunicaciones. Los sacos de lastre van en el fondo de la barquilla.

Las cuerdas de suspensión terminan, generalmente, en un lazo ú ojal que se abrocha en los cazonetes correspondientes á otras más pequeñas, fijas al círculo de suspensión, como se vé en la lámina 4.ª, figura 19, que, á la vez, representa todas las disposiciones á que nos hemos referido, y que son comunes á las barquillas empleadas en todas partes. El círculo dicho (figura 20), que tiene por objeto repartir el peso de la barquilla y de su contenido en toda la red, es, como su nombre indica, un aro fuerte de madera de haya, nogal, encina ó fresno, que generalmente está formado por la reunión de varios arcos encorvados en caliente, encolados, clavados, torneados, y por fin, barnizados al exterior, y cuya solidez se aumenta apretándole fuertemente con una cuerda ó con un fleje de hierro ó acero, colocado en caliente á manera de la llanta de una rueda.

Este objeto, que desde luego necesita gran solidez por los esfuerzos á que está sujeto, puesto que, como luego veremos, á él van unidos la *guide-rope* y el cable del ancla, pudiera construirse con ventaja, en vista de su mayor ligereza, con cintas de bambú como lo hacen en Inglarra, y acaso también con madera de majagua, reuniendo condiciones de igual ó mayor resistencia que los de las maderas anteriormente citadas. El tamaño del círculo depende del gusto del constructor, por más que su diámetro debe estar en relación con las dimensiones de la barquilla y ser siempre menor que ésta. Ordinariamente tiene 40 muescas en su contorno, de las cuales las 8 más profundas son para las cuerdas que llevan los cazonetes en que han de abrocharse los lazos de las cuerdas de suspensión de la barquilla, y las 32 restantes para los correspondientes á las extremidades de la red.

Los cazonetes son de madera de olivo, torneados y barnizados, y de la forma que indica la lámina 4.ª, figura 21. Se usan de dos tamaños: los mayores de unos 12 centímetros de largo y 4 centímetros de diámetro máximo para la suspensión de la barquilla, y los otros, de 5 centímetros de longitud y de 2 á 3 centímetros de diámetro, para los de la red, sin que difieran unos de otros más que por sus dimensiones.

En cuanto á la suspensión propiamente dicha de la barquilla, son varios los sistemas adoptados con objeto de regularizar los esfuerzos y asegurar la perfecta estabilidad de ésta y su horizontalidad, propiedades interesantísimas, especialmente en los globos cautivos, en los que el aeronauta debe consagrarse por entero á la observación, sin que le distraigan de ésta ó se la dificulten las oscilaciones y las revoluciones que le desorientarían á cada momento. Es, pues, indispensable que, en cuanto sea posible, la posición de la barquilla sea independiente de la del cable y pueda permanecer siempre aplomada, lo que parece haber conseguido con indudable ventaja Mr. Renard, con su sistema de suspensión, del que nos ocuparemos con detalle más adelante; pero antes describiremos algunos otros tipos que no son conocidos, y á los que pueden referirse con ligeras variantes todos los ordinariamente empleados.

El adoptado por Mr. Lachambre se ve representado en la lámina 5.ª, figura 22, y consta de un trapecio formado por dos fuertes barras de madera torneadas $B\,B$ y las dos cuerdas $C\,C$ que las unen, y que reunidas en el punto P se enlazan con las de la red y en el P' con el cable de sujeción; dentro del trapecio dicho hállase suspendida la barquilla X, mediante el círculo ó aro A y las cuerdas $C\,C'$; pero si de este modo se asegura la verticalidad de la barquilla para las inclinaciones que pueda tomar el cable con vientos de dirección perpendicular al plano del trapecio dicho, no parece que ha de suceder lo mismo para aquellos cuya dirección sea paralela al repetido plano, puesto que en este caso la barquilla deberá chocar con las cuerdas del trapecio.

La lámina 5.ª, figura 23, representa la disposición que empleaba Mr. Yon en sus aerostatos, y como se ve, el trapecio, ó mejor dicho el rectángulo dentro del que se encuentra suspendida la barquilla, está formado como en el sistema anterior por dos barras torneadas, de madera, $b\,b'$, de las que la superior va unida al círculo de suspensión A en el

sentido de uno de sus diámetros, y la inferior, por medio de los cabos de cuerdas *c c'*, al cable de sujeción, que lleva un manómetro próximo al punto de unión *E* para medir la tensión que experimenta el cable en cada momento. Por lo demás, la verdadera suspensión de la barquilla se verifica mediante una série de cuerdas que parten del aro superior *A*, formando una superficie cónica que se enlaza casi por su vértice á otras cuerdas análogas, unidas al aro inferior *A'*, del que pende la barquilla. No hay para qué decir que este sistema adolece, todavía en mayor escala, del defecto que hemos señalado al anterior, con más el de no tener tan contrarrestado cómo aquél el movimiento de rotación, y así debieron reçonocerlo los Sres. Sarcouf y Godard, sucesores de Mr. Yon, puesto que han substituído el sistema de suspensión descripto con el que á continuación exponemos. Este, como indica la lámina 5.ª, figura 24, difiere del anterior en que á la barra superior *o* del trapecio, en cuyo interior se mueve la barquilla, vienen á concurrir todas las cuerdas de la red, á cuyo efecto ésta se extiende muy por debajo del ecuador: divididas las cuerdas dichas en dos mitades, contadas á partir de sus extremos, vienen á reunirse las de cada una de éstas en los puntos *i*, formando una especie de articulación con igual número de cuerdas, que divididas en la misma forma parten del círculo ó aro *p* del que cuelga la barquilla, prometiéndose de este modo atenuar los inconvenientes señalados. Por último, el sistema de suspensión adoptado por los aeronautas militares franceses y debido á Mr. Renard, es indudablemente el que tiene base científica más sólida y el que, por consiguiente, parece responder mejor en la práctica á las diversas condiciones que se desea alcanzar.

Como indica la lámina 6.ª, figura 25, desde el círculo de suspensión *C*, al que como generalmente sucede vienen á unirse todas las cuerdas libres de la red, se prolongan éstas hasta una pequeña barra metálica *b b*, formando su conjunto un conoide, cuyas directrices son el círculo *C* y la barra *b b*.

De ésta parten dos haces *h h*, cada uno de los cuales comprende la mitad de las cuerdas dichas y vienen á unirse en los extremos de una barra de madera *B*, que con otra más pequeña *B'* y los tirantes *c c* forman el trapecio dentro del cual se mueve la barquilla, la que á su vez se halla suspendida de los mismos extremos de la barra *B* por medio de una se-

rie de cuerdas que, partiendo de cada uno de los puntos dichos, vienen á unirse á las de suspensión de aquélla, asegurándole la mayor estabilidad.

Fáltanos, por fin, indicar que si las disposiciones de que venimos ocupándonos tienen interés capital en las ascensiones cautivas, en vista de las consideraciones que ya dejamos expuestas, no sucede lo mismo cuando se trata de ascensiones libres, en las que por regla general no se hace otra cosa, y esto es suficiente, que unir directamente al aro de suspensión la barquilla correspondiente.

Bien quisiéramos emitir un juicio acerca de la bondad relativa de los sistemas de suspensión descriptos, á los que se acercan con pequeñas modificaciones de detalle todos los actualmente empleados en los diversos ejércitos de Europa, y de los que por esta causa no hacemos mención especial, una vez descriptos los tipos á que se refieren; pero aparte del sistema debido á Mr. Renard, que teóricamente, por lo menos, parece el preferible, carecemos de datos suficientes, y más todavía de la experiencia necesaria para hacerlo con algunas probabilidades de acierto.

Lastre, guide-rope y anclas.—Si bien es cierto que en las ascensiones de los globos cautivos no son absolutamente indispensables los objetos de que vamos á ocuparnos, no lo es menos que, por remota que sea la contingencia, una ascensión cautiva puede convertirse en libre á consecuencia de la ruptura del cable ó de otro suceso imprevisto, y de aquí el que los globos se equipen siempre con todos los aparatos y enseres necesarios para hacer frente á las peripecias y necesidades de un viaje aéreo, y que, por consiguiente, vayan provistos del lastre, la *guide-rope* y el ancla, en cuya descripción y de cuyas principales condiciones vamos á ocuparnos.

Puesto que la ascensión de los aerostatos es debida á la diferencia entre su peso y el volumen de aire que desalojan, y la densidad del aire atmosférico va disminuyendo progresivamente á partir de la que tiene junto á la superficie terrestre, sucederá necesariamente que disminuyendo la presión exterior á medida que el globo se eleva, aumentará de volumen por efecto de la fuerza expansiva del gas, hasta el punto de que, si la envoltura fuese bastante resistente, llegaría un momento en que se estableciese el equilibrio, y entonces, haciendo abstracción de otras causas que tienden á alterarlo sin cesar, el globo se conservaría siempre al

mismo nivel. Pero si se advierte que la pérdida del gas interior es constante y que, por lo tanto, disminuirá forzosamente la fuerza ascensional, se comprende que, desprovisto el aerostato de los objetos de que vamos á ocuparnos, descenderá inevitablemente hasta caer en tierra al cabo de cierto tiempo, sin que al aeronauta le fuese posible ni moderar la velocidad ni elegir el punto más á propósito para efectuar el descenso. Para obviar estos inconvenientes, se adoptan, desde luego, las medidas que vamos á indicar y se proveen los globos de algunos aparatos ideados con este objeto.

Figura entre aquéllas la de procurar que el tamaño del globo, y por consiguiente su fuerza ascensional, sea siempre superior al estrictamente necesario para suspender la barquilla con los aeronautas y objetos é instrumentos que éstos deban llevar, y de este modo puede compensarse el exceso de la fuerza dicha con un peso igual de lastre, que ordinariamente consiste en arena encerrada en pequeños sacos de lona, que el aeronauta puede vaciar á voluntad, así para alcanzar mayores alturas, como para moderar los descensos, y en fin, para obtener, en combinación con el juego de la válvula superior, el gobierno y la dirección del aerostato.

Los sacos en que se encierra el lastre son de lona fuerte y su forma la de un cilindro de unos 40 centímetros de altura y 25 centímetros de diámetro, con una jareta para cerrar su boca ó parte superior por medio de una cuerda.

De los puntos correspondientes á las extremidades de dos diámetros perpendiculares del borde superior parten cuatro pequeñas cuerdas de unos 40 centímetros de largo, que se reunen en la argolla del gancho correspondiente, como se vé en la lámina 6.ª, figura 26. El peso de cada saco lleno de arena es de unos 20 kilógramos, y aquélla debe ser perfectamente tamizada, poniendo el mayor cuidado en esta operación, por lo que cuando se mezclan, como sucede ordinariamente, los sacos de lastre con los empleados en las maniobras de inflación, deben estar muy clara y distintamente marcados; pues que si en éstos no tiene inconveniente grave el que puedan contener piedras ú otros objetos análogos, en aquéllos una piedra cualquiera, tirada simplemente desde la gran altura que alcanzan los globos, se convertiría en un proyectil, que podría ser de fatales consecuencias.

Los sacos van generalmente, como ya hemos dicho, colocados en el fondo de la barquilla, aunque no faltan aeronautas que preconicen la conveniencia de sujetar algunos de éstos, en determinados casos, á los bordes de la misma, con el fin de tenerlos más á mano y poder vaciarlos por completo con mayor facilidad si las circunstancias lo exigiesen, y aun también proponen otros que se suspendan algunos por medio de cuerdas de $1^m,50$ á 2 metros de longitud, á fin de que llegando á tierra en los descensos, antes que la barquilla, se anule su peso y se disminuya por tanto el choque de ésta contra el suelo.

Por lo demás, se comprende la posibilidad de que mediante el empleo combinado de la válvula y el lastre, el aeronauta pueda elevarse ó descender á su antojo, desprendiéndose de parte de éste ó abriendo aquélla; pero no es posible que pueda regular á su voluntad estos movimientos, determinándolos de una manera precisa, por la imposibilidad de sujetar al cálculo las relaciones de éstos con las pérdidas del gas ó del lastre, y porque además carece de los medios necesarios para medir éstas. Por eso no es posible tampoco en los viajes aéreos conservar el globo á la misma altura durante algún tiempo, recorriendo una trayectoria horizontal, y su marcha está representada siempre por una curva engendrada por el movimiento de traslación y por los de subida y bajada, que son contínuos, no ya sólo por las causas indicadas, sino por las variaciones de temperatura y de humedad de la atmósfera.

Para atenuar estos inconvenientes, y aproximarse en lo posible á conseguir aquel resultado sin grandes pérdidas de lastre, que es de un valor inapreciable para el aeronauta, Mr. Fonvielle propone renunciar definitivamente al uso de la arena, á no ser para la subida y la bajada, substituyéndola, en todo lo demás, por agua contenida en una basija provista de un grifo. Merced á esto, y mediante una disposición especial, se promete conservar la horizontalidad del camino seguido por el aerostato con gran precisión y mucha economía de lastre.

A un expediente análogo han recurrido los ingenieros militares franceses, puesto que, según el distinguido coronel Laussedat, han substituido el lastre sólido con un líquido que no puede congelarse á las más bajas temperaturas de la atmósfera accesible, estableciendo una relación entre la válvula y el vacia-lastre, que permite funcionar automática-

mente á estos dos órganos, conservando el globo á una altura préviamente determinada, y sin la intervención constante del aeronauta, que antes era necesaria; pero ignoramos los resultados que unos y otros hayan conseguido con estas innovaciones, que sólo citamos aquí como una prueba de los muchos problemas pendientes de resolución, que son objeto de estudio entre los que se dedican al arte aeronáutico.

A fin de atenuar los choques de la barquilla contra el suelo y con el objeto de moderar la velocidad en los descensos y preparar éstos en buenas condiciones, especialmente en días de mucho viento, que es cuando suelen ser más azarosos, ha inventado el aeronauta inglés Mr. Green, la *guide-rope*, que no es, en resúmen, otra cosa que una larga cuerda de unos 100 metros de longitud próximamente, que se lleva arrollada y sujeta á uno de los costados de la barquilla por su parte exterior y se suelta en el momento de la bajada, teniendo siempre el extremo superior sujeto al círculo de suspensión.

El principio de este tan sencillo como utilísimo aparato se debe, al parecer, al célebre aeronauta Robertson, que en uno de sus viajes aéreos se encontró sin lastre alguno en el momento del descenso, y para poder efectuarlo con seguridad ocurriósele meter en los sacos vacíos todos los víveres é instrumentos de que disponía, atando aquéllos al extremo de una larga cuerda que colgó de la barquilla, consiguiendo de este modo que al llegar dichos sacos al suelo antes que ésta, descargaran al globo de su peso, mitigando mucho el choque y haciendo inofensiva la operación que amenazaba ser comprometida.

Algunos años más tarde se adoptó definitivamente la *guide-rope*, que entre otras ventajas, y de aquí su nombre que puede traducirse por *cuerda-guía*, ofrece al aeronauta la de apreciar con exactitud la altura á que se encuentra el globo en las bajadas, desde que el extremo inferior de aquélla toca en tierra, permitiéndole este oportuno aviso tomar las últimas precauciones para su seguridad.

Por otra parte, á medida que el globo desciende, la *guide-rope* se va apoyando y extendiendo en el suelo, con lo que se anula progresivamente su peso, disminuyendo otro tanto el de aquél, cuya velocidad decrecerá sucesivamente hasta el punto de que en determinadas circunstancias pudiera llegar á tierra en el momento en que fuese nula, y muy

frecuentemente con una tan pequeña que no inspire el menor cuidado. De aquí el que otros llamen á la *guide-rope*, *cable moderador*.

Al efectuar los descensos en días de mucho viento, la *guide-rope*, rozando la tierra y enredándose en los arbustos y en las matas, modera considerablemente el movimiento de traslación del globo y facilita la operación de lanzar el ancla en el momento más oportuno. Por eso muchas veces, para aumentar los efectos dichos, se suele armar la *guide-rope* de distancia en distancia con unos anillos de crines á manera de puntas de erizo, ó se termina su parte inferior en una ancha faja que proporciona mayor rozamiento, y ha sido causa de que algunos le designen también con el nombre de *cuerda-freno*.

De todos modos, con este aparato no se conseguiría detener completamente el globo, y al efecto se emplea el ancla, que empezó por ser de la misma forma que las de la marina (lámina 6.ª, fig. 27), aunque más ligera y de menores dimensiones. Se compone de la caña terminada en un anillo, al que se amarra la cuerda ó cabo de ancla, y lleva en su extremidad inferior dos brazos en forma de arco de círculo, terminados por una especie de uñas, que les permite introducirse en el terreno, y una pieza de madera *P* en la parte superior, que siendo perpendicular al plano de los dos brazos del ancla, facilita, cuando ésta cae, el que agarre en el suelo una de las uñas.

Se usan también anclotes de cuatro brazos (lámina 6.ª, fig. 28), dispuestos en dos planos perpendiculares, con objeto de que puedan morder la tierra más fácil y sólidamente, y son preferibles al ancla anteriormente descripta, la que parece no tiene verdadera acción en la mayor parte de los casos, más que por lo que detiene la velocidad del aerostato por su rozamiento con el terreno y con las ramas, arbustos, etcétera, pero sin que agarre nunca de una manera profunda y definitiva, y con la particularidad de que pudiendo volcarse, trabaja entonces oblícuamente de una manera anormal, fatigando el travesaño de madera, que puede llegar á romperse, comprometiendo la seguridad de los aeronautas.

Parece, sin embargo, que tampoco el anclote de cuatro brazos satisface á todas las condiciones que se exigen, una vez que es motivo, en todas partes, de repetidos estudios y experiencias, y orígen de muchas

modificaciones, la forma de este órgano tan importante en la aerostación.

Empléanle, sin embargo, los aeronautas ingleses, modificado como indica la lámina 6.ª, figura 29, que, como se vé, tiende más que á otro resultado á facilitar su transporte, en vista de las varias articulaciones que permiten reducir su volumen. Consiste en una pieza de acero *A* á la que vienen á unirse por medio de las indicadas articulaciones *a* los cuatro brazos *b*, que constituyen el anclote. Del centro del prisma *A* é invariablemente unida á él, arranca la caña ó vástago *C*, que termina en su parte superior en la argolla especial *P*, la que presenta un hueco cilíndrico á propósito para introducir por él el cabo de ancla, que terminado en su extremo por una parte más gruesa, lo deja sólidamente sujeto sin necesidad de ligadura. Sobre la caña *C*, se mueve un manguito de bronce *m*, del que parten cuatro fuertes varillas *v*, articuladas en el mismo y en los puntos medios de los cuatro brazos del anclote, de modo que corriendo el manguito dicho á lo largo del vástago ó caña, los brazos repetidos pueden plegarse sobre éste á la manera de las varillas de un paraguas, quedando en la posición elegida para el transporte, en la que se asegura por medio de una chaveta que impide el descenso del manguito. Cuando se haya de emplear, se abre, desde luego, y se fija en esta nueva posición con la misma chaveta, que encaja en el conveniente taladro de la caña.

Mr. Yon, por su parte, sin embargo de considerar como muy eficaz el anclote de cuatro brazos que hemos descripto, le ha modificado, construyendo un tipo especial que reuniese las cualidades de los dos primeros (lámina 6.ª, fig. 30), en el que, como se vé, queda suprimida, desde luego, la pieza ó travesaño de madera, que ya no tiene razón de ser, á la vez que conserva todas las ventajas de un buen anclote, y aunque desde luego anticipa que su peso ha de ser un poco superior al de los otros, en relación con el tamaño del aerostato, espera de ellas efectos más que dobles cuando haya de lanzarse en terreno firme.

A este mismo género se refiere la representada en la lámina 6.ª, figura 31, que, como se ve, es un anclote de ocho brazos, ideado por el ingeniero Mr. Hervé.

Análoga á éste, aunque con los solos seis brazos que indica la lámi-

na 6.ª, figura 32, es la que ensayan en la actualidad, según nos manifestaron los aeronautas militares italianos, de la que se prometen mejores resultados que los que han obtenido con el anclote de cuatro brazos.

Los alemanes, en cambio, tienen en su material aerostático el ancla que se representa en la lámina 7.ª, figura 33, que se reduce á una horquilla de hierro, cuyas dos puntas terminan en las uñas correspondientes y que gira entre ciertos límites alrededor del extremo *P* de la caña *C*, de manera que el plano de aquéllas no pueda formar nunca con ésta ángulos superiores á unos 50° próximamente, á fin de que cualquiera que sea su posición al caer, las uñas se presenten en condiciones favorables para agarrar en el terreno, lo que no sabemos hasta qué punto acreditará la práctica.

El ancla es otro de los aparatos perfeccionados por los ingenieros militares franceses, después de no pocos ensayos, en los que probaron varios tipos de formas muy diferentes, y entre ellos, una especie de rastrillo de hierro, imaginado por el capitán Mr. de la Haye, para venir á parar á la que hoy tienen, debida, segun parece, á Mr. Renard (lámina 7.ª, figura 34). Está formada por diez elementos articulados entre sí, y cuyo tamaño va disminuyendo desde el extremo *E* en que su longitud es de 23 centímetros, hasta el *E'* en que queda reducida á 10 centímetros. Cada elemento se compone de dos pequeñas anclas de hierro, reunidas por una varilla del mismo metal *v*, por medio de la que se une al elemento siguiente, atravesando los extremos de los vástagos correspondientes de las anclas al elemento anterior y sirviendo á la vez de eje de giro, para poder plegarlo sobre éste y conseguir de este modo reducir el tamaño para el transporte. El último elemento del extremo *E'*, que es el más pequeño, lleva una argolla para amarrar en ella el cabo de ancla y con el objeto de que ésta caiga siempre en posición conveniente para agarrar en el suelo, algunas de la varillas dichas *v* sobresalen por los costados unos cuantos centímetros. Para demostrar la mayor eficacia del ancla ó rastrillo en cuestión sobre el anclote de cuatro puntas, se dispusieron una y otro, sucesivamente á nuestra presencia, al extremo de una larga cuerda, que, tirada por un fuerte caballo al trote sobre un terreno despejado y un poco duro, probó, en efecto, la mayor facilidad y la gran solidez con que mordía el suelo á los pocos instantes,

mientras que el anclote ó no agarraba ó lo hacía con dificultad y en condiciones mucho peores.

Por último, cuando se prevee la posibilidad de descender en el mar, debe llevarse un aparato inventado por Sivel y conocido con el nombre de *cono-ancla* (lámina 7.ª, fig. 35). Se reduce á un cono de lona impermeable, sujeto con una cuerda, que cuando se deja caer se llena de agua y hace las veces de freno, moderando la velocidad del globo y permite esperar á que un barco de socorro ó un viento favorable pueda volver el globo á tierra antes de haberse separado mucho de la orilla. En el segundo caso, para ascender de nuevo, el aeronauta tira de otra cuerda, unida al vértice del aparato, que, de este modo, vierte el agua que contiene, y se puede retirar con facilidad, ó abre la válvula inferior que indica la lámina 7.ª, figura 36, que algunos quieren añadirle con el fin de evitar la segunda operación indicada.

Las cuerdas de ancla deben amarrarse al círculo de suspensión de la barquilla y no á ésta, que podría volcar con el esfuerzo, y aún se aconseja que con el objeto de evitar la gran sacudida que se produce en el momento de detener definitivamente la velocidad del globo al agarrar en el terreno, se verifique la unión dicha por medio de un gran anillo de caucho (lámina 7.ª, fig. 37), que haga las veces de resorte y atenúe las consecuencias de este accidente.

En fin, los pesos de las anclas están en relación, como es consiguiente, con las magnitudes de los globos á que deben aplicarse, y son por regla general los que se expresan á continuación:

Para un globo de	300 m.^{3}	de volúmen	=	Un ancla	de 8 á 10 kg.
Id.	de 500 m.^{3}	id.	=	id.	de 12 á 15 kg.
Id.	de 800 m.^{3}	id.	=	id.	de 18 á 20 kg.
Id.	de 1200 m.^{3}	id.	=	id.	de 25 á 28 kg.

Aparatos accesorios y medios de comunicación.—Empezaremos por advertir, que en las ascensiones libres que tienen por principal objeto estudios científicos y aún los progresos de la aeronáutica, se deben llevar siempre en la barquilla, además del lastre, de la *guide-rope* y del ancla, algunos instrumentos de observación que, al mismo tiempo que para apreciar las variaciones atmosféricas, sirven de guías para gobernar los globos en relación con éstas.

Entre aquéllos figuran el termómetro y el higrómetro, para medir, respectivamente, la temperatura y el grado de humedad de la atmófera; el barómetro, para deducir de sus indicaciones las diferentes alturas á que se haya elevado el globo, y apreciar también cuándo éste sube ó baja; la brújula, para orientarse y conocer la dirección ó rumbo en que se marcha, y en fin, todos los que se juzguen convenientes para el objeto especial de la expedición, contando siempre unos buenos gemelos de campaña para la exploración del terreno á grandes distancias, á fin de elegir el punto que parezca preferible para el descenso, ya que ésta es la maniobra más difícil de los viajes aéreos y la que por tanto requiere más atención y cuidados.

En las ascensiones á grandes alturas suelen llevarse también instrumentos de máxima y mínima, á fin de que, aun en el caso de que los aeronautas se vieran imposibilitados de observarlos en tiempo oportuno, puedan consultarse sus indicaciones después de llegar á tierra, por más que éstas no merecen realmente la mayor confianza, á menos de una gran tranquilidad en la atmósfera, dado que no se puede responder de que no se hayan movido con las sacudidas de la bajada los índices de aquéllos.

En fin, por la movilidad incesante del globo y por la necesidad de que los instrumentos y aparatos dichos se pongan rápidamente en equilibrio con el medio ambiente, es también indispensable para la exactitud de sus indicaciones que estén perfectamente construídos y sean de gran sensibilidad, condiciones que han sido objeto de solícita atención y estudio y que parece haberse alcanzado de una manera bastante satisfactoria en los que actualmente se usan con dicho objeto.

Pero si en las ascensiones libres son de indudable conveniencia, ya que no de absoluta necesidad, los instrumentos de observación á que nos hemos referido, no sucede lo mismo en las cautivas, y aun corriendo la contingencia de que pudieran convertirse en libres, puede prescindirse, desde luego, de la mayor parte de ellos, aunque conservando con mayor empeño unos buenos gemelos de campaña, ya que no pueden emplearse los anteojos terrestres por la dificultad de tenerlos enfocados sobre los objetos que se trate de observar, á causa del contínuo movimiento de la barquilla y por el pequeño campo que presentan los de gran alcance.

Respecto al sistema de alumbrado durante la noche para poder efectuar las observaciones de los instrumentos, se propusieron y ensayaron varios que no ofrecían peligro alguno, y después de examinar el uso que podría hacerse al efecto de las propiedades luminosas del fósforo, que se desechó por carecer de la suficiente claridad, como sucede con la que emiten los gusanos de luz, puesto que éstos la pierden á bajas temperaturas, se convino en que sería lo mejor emplear lámparas Davy, bien construidas, sin perjuicio de aplicar también la luz eléctrica.

Los ingenieros militares italianos usan, en efecto, con este objeto unas pequeñas linternas elétricas (lámina 7.ª, fig. 38), iguales á las que se emplean para usos domésticos, y que se encienden ó apagan fácilmente mediante un sencillo movimiento.

Respecto á los medios de comunicación de los observadores con tierra, que en las primeras aplicaciones militares de los globos estaban reducidos, por lo que á las maniobras de los mismos respecta, á diversas combinaciones de banderas y gallardetes de diferentes tamaños y colores, y que en lo relativo á la transmisión de las comunicaciones de los aeronautas consistían en partes ó relaciones escritas, metidas en tubos ó unidas á objetos pesados, que con una banderita para poder seguir fácilmente su movimiento tiraban al suelo desde la barquilla, están hoy ventajosamente substituídas con el empleo de teléfonos y aun de aparatos telegráficos, por más que todavía se conserva el procedimiento de encerrar los partes en saquitos con anillas pesadas que corren á lo largo del cable de sujeción, y aun las banderas, de las que suelen llevar dos en la barquilla, como las hemos visto emplear á los ingenieros militares franceses. Estas son de lana y de color rojo, y cuando el aeronauta deja colgar una, indica que quiere subir á mayor altura, y que desea bajar cuando deja flotando las dos, mientras que si las dos están retiradas, indica que desea permanecer sin alteración á la altura á que se encuentra.

Los teléfonos empleados en todas partes para las comunicaciones que estamos estudiando, son del tipo Ader, con transmisor y receptor reunidos, y el aparato telegráfico que hemos visto emplear á los alemanes desde la barquilla, además del teléfono, es un modelo muy reducido construido por W. Gult, de Berlin, y que según creemos es el mismo que emplea la caballería de aquel ejército. Con el objeto de poder usar

indistintamente el telégrafo ó el teléfono, según las necesidades del servicio, llevan estos dos aparatos, formando una estación, y convenientemente dispuestos con la pila correspondiente dentro de una sola pequeña caja de madera, de modo que puedan hacer uso de uno ú otro mediante un conmutador, una vez que no disponen más que de un solo cable de comunicación entre el suelo y la barquilla, y éste es independiente, como ya hemos visto, del cable de sujeción del globo.

Aparatos de pruebas y ensayos.

Los materiales que entran en la construcción de los globos y los que se emplean en la de todos los elementos que constituyen los Parques Aerostáticos, deben sujetarse á numerosas y repetidas pruebas, así en el momento de su admisión, cuando están nuevos, como después de llevar algún tiempo de servicio, á fin de poder apreciar su estado en cuanto á resistencia y demás condiciones á que deben satisfacer. Esto explica y justifica que en todos los centros aerostático-militares existan los aparatos convenientes para este objeto, y que en general consisten, sin grandes diferencias en su estructura, en dinamómetros para probar la resistencia de las telas, de las cuerdas delgadas y de los cables, y en instrumentos para ensayar la impermeabilidad de los barnices.

Pasaremos, pues, á describir cada una de las máquinas indicadas, que son muy importantes en un establecimiento central de aerostación militar.

Máquina para probar la resistencia de las telas y las cuerdas delgadas.—Esta máquina es tanto más indispensable cuanto que no sólo deben tener los tejidos empleados en la construcción de los globos una resistencia determinada para ser admisibles, así como las cuerdas que se emplean en la construcción de la red y suspensión de la barquilla, sino que los primeros son frecuentemente atacados por los barnices que se les aplican para hacerlos impermeables, y hasta por el mismo gas empleado en la inflación de los aerostatos, lo que los debilita considerablemente y obliga á comprobar su estado con frecuencia, y las segundas experimentan análogos efectos á consecuencia de las alterna-

tivas de sequedad y humedad á que en general se encuentran sujetas, y es, por consiguiente, necesario adoptar con ellas la misma precaución. Por lo demás, este pequeño aparato, sumamente sencillo, es el que comunmente usan en la industria para ensayos y comparación de tejidos.

Se compone (lámina 7, fig. 39) de un bastidor metálico rectangular *C C*, entre cuyos lados mayores pueden resbalar dos piezas *D*, *D'*, de las cuales la primera lleva en su parte inferior una tuerca atravesada por el tornillo *T*, que va sostenido por el cojinete *C* y termina en la manivela *M*, y el segundo está unido al resorte dinamométrico, situado dentro de la caja *C*, en cuya cara superior se mueve la aguja *i*, mediante dicho resorte, sobre una graduación de cero á 600 kilógramos, en uno de los tipos, y de cero á 100 kilógramos en otro de mayor precisión, y en los que se aprecia la tracción á que se halla sometida en cada instante la banda de tela ó trozo de cuerda que se ensaye. La caja *C* contiene, además, una cremallera y un sistema de engranajes que ponen en movimiento el volante *V* por el intermedio del resorte dinamométrico, cuando queda éste libre de toda tensión al romperse la banda de tela ó trozo de cuerda que se está probando. El objeto de esta disposición es el de absorber gradualmente la fuerza viva almacenada por el resorte durante su extensión, evitando así los choques y vibraciones que resultarían al dejarle bruscamente en libertad, sin freno alguno regulador, mientras que, con la disposición explicada, no sólo trabaja por igual al extenderse y recogerse, conservando mejor de este modo su elasticidad, sino que anuladas las vibraciones fuertes del aparato, la aguja indicadora de tensiones no experimenta ningún movimiento anormal y queda fija, acusando la tensión á que se verificó la fractura.

Sobre uno de los lados mayores del bastidor dicho, existe una regla metálica *R*, graduada en centímetros y milímetros, que puede moverse en el sentido de su longitud, arrastrada por la pieza *D'*, y sirve para medir, en cada instante de la operación, el alargamiento de la tela ó cuerda sometida á la experiencia. El cero de esta regla se hace coincidir exactamente con un índice unido á la dicha pieza *D'*, y como está empujada por él, cuando éste se mueve, dicha coincidencia se conserva, y por lo tanto, la diferencia de lecturas hechas con el citado índice sobre la regla *R*, al principio de la operación y en un instante cualquiera,

dará el alargamiento experimentado por la tela ó cuerda entre ambas lecturas.

Las dos piezas D y D' tienen dos taladros cada una y una mortaja en sus caras superiores, sobre las que se pueden adaptar, ya sean las prensas para el ensayo de telas, ya las piezas de retención cuando se trate de pruebas de cuerdas. Cada prensa se compone de dos piezas metálicas, en las que la cara de la inferior se adapta sobre la superior correspondiente, á la que se une por medio de dos pernos que pasan por los taladros mencionados, y por los que lleva la pieza que describimos. Las caras en contacto de dichas piezas presentan varias canales transversales de distinta sección, que coinciden perfectamente y sujetan de una manera muy eficaz la banda de tela que se interpone entre ellas.

Las que se colocan sobre las D y D', en lugar de las prensas, cuando se trata de ensayar trozos de cuerda no muy gruesos, tienen la forma indicada en la figura, y la union se efectúa con los pernos lo mismo que la de las prensas.

Para operar con esta máquina se corta al hilo una banda de la tela que se desea ensayar, de unos 5 centímetros de ancho por unos 15 centímetros de largo. Si la aguja indicadora de la graduación no está marcando el cero, se la coloca á mano sobre dicho punto, cuya precaución no debe olvidarse jamás, pues si se quiere efectuar cuando ya la banda de tela ó trozo de cuerda, y por tanto el resorte experimenta tensión, se corre el peligro de alterar la elasticidad de éste, y por lo tanto, de obtener después indicaciones inexactas. Uno de los bordes cortos de la banda de tela se coloca y aprieta entre las dos piezas de la prensa D', y el opuesto se une del mismo modo á la prensa D que se habrá llevado á la distancia conveniente de la D' por medio de la manivela M. Debe tenerse especial cuidado en que la banda quede bien tendida entre las prensas, sin que se forme pliegue alguno, ni trabaje el tejido oblícuamente, y obtenido este resultado, se sitúa el cero de la regla R en coincidencia con el índice de la pieza D', y se lee con el que lleva la D la longitud libre de la banda de tela, apuntando dicha lectura. Despues se actúa sobre la manivela M en el sentido conveniente para separar la prensa D de la D', con lo que la banda de tela transmitirá en cada ins-

tante la tensión que experimenta al resorte dinamométrico, el cual, actuando sobre la aguja indicadora del cuadrante, permite apreciar con ella dicha tensión. Si se quisieran conocer los alargamientos que experimenta la banda de tela á las distintas tensiones á que sucesivamente se la somete, se harán sobre la regla *R* las lecturas correspondientes. La velocidad de rotación de la manivela *M*, debe ser lo más constante posible, á fin de que las tensiones crezcan gradualmente, sin que el resorte experimente extensiones bruscas, y se recomienda que dicha velocidad sea la correspondiente á una revolución por segundo. En el momento de la fractura de la banda, queda libre el resorte dinamométrico, y actúa, como hemos dicho, sobre el volante receptor ó freno, que absorbe lentamente su energía, quedando la aguja indicadora marcando la tensión ó esfuerzo que originó la fractura, y si se tiene cuidado de detener la manivela *M*, en el momento de ocurrir ésta, se podrá deducir de las lecturas inicial y final de la regla *R*, el alargamiento máximo de la banda ensayada y multiplicando por 20 la tensión ó carga de fractura, se tendrá la que correspondería á una banda de la misma tela de un metro de anchura.

Cuando se trata de probar una cuerda delgada, se colocan sobre las piezas del bastidor, sujetándolas con los pernos, los soportes ya descriptos, y se corta un trozo de aquélla de unos 20 centímetros, formando dos lazos en sus extremos para engancharlos en los soportes, ó se arrolla en éstos dando varias vueltas en su base, de modo que cojan y sujeten los extremos libres, pasándolo después por la canal superior de cada soporte. La aguja indicadora se habrá llevado préviamente al cero de su graduación, y el cero de la regla *R* al índice de la *D'*, leyendo con el de la *D* la longitud inicial y continuando la operación como en el caso anterior.

Verificación del aparato anterior.—Como quiera que el uso de este aparato puede dar lugar á que la elasticidad del resorte dinamométrico se altere, y en este caso sus indicaciones serían erróneas, es necesario proceder á su verificación con frecuencia, comprobando su exactitud, lo que puede hacerse por los dos distintos procedimientos siguientes:

1.° Al aparato acompaña, generalmente, una romana de forma

especial que se enlaza á la pieza D' y al resorte dinamométrico por uno de sus extremos, de modo que quitando la pieza D, el brazo de la romana queda ocupando el hueco del bastidor. El brazo dicho, está convenientemente graduado y lleva las entalladuras necesarias para suspender en ellas un peso constante de 10 kilógramos, de modo que una vez nivelado el aparato, especialmente en el sentido de su longitud, y sirviéndose, al efecto, de un nivel de agua, basta ir colocando el peso dicho, sucesivamente, en distintas entalladuras, y comprobar si concuerdan las indicaciones que éstas llevan grabadas con las que acusa la aguja indicadora sobre el cuadrante, apreciando así el buen estado del aparato ó si necesita reparaciones.

2.° En defecto de la romana de comprobación puede seguirse el procedimiento que hemos visto emplear á Mr. Renard en el Parque Central Aerostático de Chalais-Meudon, que consiste en hacer uso de una polea auxiliar metálica, independiente del aparato, que se coloca á cierta distancia de éste, sobre un soporte especial, dispuesto de modo que el rozamiento del eje de la polea sobre los cojinetes sea despreciable. De esta manera se fija el extremo de una cuerda delgada, pero de suficiente resistencia, al botón D' y haciéndola pasar por la garganta de la polea dicha, colocando ésta á la altura conveniente para que aquélla resulte próximamente horizontal y paralela á los largueros del bastidor, se asegura al extremo libre un platillo, en el que se van colocando pesos conocidos y progresivamente mayores; observando á la vez para cada uno de ellos, si es exacta la indicación de la aguja dinamométrica.

Máquinas para probar la resistencia de los cables ó de las cuerdas gruesas.—Las mismas razones que justifican la necesidad de las pruebas anteriores respecto á las cuerdas delgadas, abonan la adopción de otros sistemas y de máquinas más poderosas para probar la resistencia de los cables y de las cuerdas más gruesas, dentro de los límites que son necesarios para las aplicaciones de que se trata, y entre las varias que pudieran aplicarse con este objeto, describiremos las siguientes, que son las más en uso en los centros aerostático-militares que nos ha sido dado visitar.

En el Parque Central de Aldershoot, en Inglaterra, siguen al efecto el procedimiento más sencillo y elemental, que se reduce á lo siguiente:

El aparato empleado consiste en una horca de altura adecuada, que tiene suspendida, del punto medio del travesaño superior, una polea diferencial, de cuyo eje va colgado un fuerte gancho de acero, y de un ancla de hierro de cuatro brazos, cuya caña termina á su vez en otro gancho igual al anterior. Preparadas las cuerdas que se traten de ensayar, en trozos de longitudes totales de 80 centímetros á 1 metro próximamente, y terminados sus extremos en dos fuertes lazos, se enganchan éstos respectivamente en el que lleva la polea, y en el que termina el ancla mencionada, elevando el conjunto á suficiente altura mediante la polea dicha.

En este estado se cargan sucesivamente grandes pesos de hierro, que al efecto están provistos de anillas, enganchando éstas en los brazos del ancla, empezando, desde luego, por los mayores y continuando con los más pequeños, cuando se observa que ya se alcanza una carga próxima á la fractura hasta obtener ésta.

Aunque suficientemente aproximado este método para el objeto principal que se desea, no ofrece, como se comprende, una exactitud matemática, ni es fácil apreciar los alargamientos que experimentan las cuerdas bajo la acción de las distintas cargas, por más que no sería difícil de conseguir este resultado, añadiendo al aparato una regla vertical graduada con su correspondiente índice; pero las máquinas que vamos á describir obvian, desde luego, estos pequeños defectos, si bien son más costosas y complicadas.

La ideada por Mr Renard consiste, en su esencia, en la siguiente disposición (lámina 7.ª, fig. 40). Sobre un zócalo prismático y hueco de madera *A* se levantan cuatro columnas *C*, que sostienen en la parte superior un tablero sobre el que se asienta un cuerpo de bomba cilíndrico de hierro y de gran diámetro *B*, en el que se mueve un émbolo de cuyo centro parte el eje vertical, terminado en su extremo inferior en un fuerte gancho de acero. La tapa superior del cilindro *B* que le cierra herméticamente, lleva dos tubos *t* y *t'*, el primero de los cuales *t*, provisto de la llave *r*, comunica con una bomba neumática aspirante *b*, movida á brazo y colocada á uno de los costados del aparato, y el segundo *t'*, con un manómetro de mercurio que se halla fijo verticalmente sobre una plancha provista de una graduación, cuyo objeto explicaremos. En el

hueco del zócalo existe un mecanismo dentado que actúa por medio de una manivela *M* sobre otro eje vertical *e'*, análogo al primero y que tiene por objeto aproximarlos más ó menos, según lo exijan las necesidades de la operación.

Colocado el trozo de cuerda, que se prepara, como indicamos en el caso anterior, en los ganchos superior é inferior del aparato *e* y *e'*, moviendo al efecto éste con la manivela *M* hasta enganchar los lazos y dejar tirante la cuerda, se pone en acción la bomba neumática *b*, la cual hace el vacío en la cámara superior del cilindro *B*, dando lugar á que la presión atmosférica, obrando sobre la cara inferior del émbolo á través de los huecos de la plancha que le sostiene y á la que está perfectamente sujeto, haga ascender á éste, produciendo tensiones crecientes en la cuerda sometida á la prueba. Los distintos esfuerzos que progresivamente se desarrollan sobre el cable, se traducen en diferentes elevaciones de la columna mercurial del manómetro, cuya cámara ya hemos dicho comunica con la parte superior del cilindro *B*, y como la graduación de la escala metálica lleva grabada para cada altura de la columna mercurial el esfuerzo en kilógramos que soporta el cable, puede leerse en ella el correspondiente á la fractura. Terminada la operación se abre la llave *r*, la cual deja entrar el aire en la parte superior del cilindro *B*, con lo que se restablece el equilibrio entre ambas cámaras, y bajando el émbolo hasta la cara inferior, la columna mercurial desciende, á su vez, al cero.

Otro aparato muy sencillo, y empleado también con éxito en la prueba de resistencia de las cuerdas, y que si mal no recordamos es debido al Comisario de la Marina de Guerra francesa Mr. Chevefy, es el representado en la lámina 8.ª, figura 41.

Fundado en el mismo principio que preside á las romanas pesa-cartas, consiste en una palanca acodada *P P* que gira alrededor del punto *O*, y lleva en uno sus extremos un fuerte gancho *e*, que puede girar alrededor de su unión con la palanca y le permite permanecer siempre vertical. En el extremo del otro brazo de la palanca se coloca un peso constante *P*, que resbala sobre el cuadrante graduado *C*.

El gancho *e'* va unido á una cremallera con un tornillo sin fin y un sistema de engranaje movido por una manivela. La cuerda que se desea

ensayar, preparada como ya hemos explicado en los casos anteriores, se enlaza á los ganchos e y e', y al actuar sobre la manivela en el sentido conveniente para que descienda el gancho e', se desarrollan en el cable tensiones crecientes, acusadas en cada instante por el índice i en el cuadrante graduado. Al producirse la fractura queda fijo el peso P en el punto que ocupaba en este instante, mediante un embrague especial y acusando la carga de fractura.

El cuadrante C lleva otra graduación distinta en su cara opuesta, para el caso en que se coloque, en vez del peso P, otro mayor, también constante y conocido.

Aparatos para probar la impermeabilidad de las telas barnizadas.—Estos aparatos, que son todos en su esencia los mismos, consisten en una especie de taza metálica (lámina 8.ª, fig. 42) sostenida por cuatro pies P, y á cuyo borde se ajusta un anillo igualmente metálico a mediante la interposición de otro de goma g por medio de tres prensas P. El fondo de la taza tiene un agujero, al que se adapta el tubo de goma t que termina en la bomba ó pera de goma B provista de las válvulas correspondientes para poder inyectar á mano el hidrógeno, despues de unir el extremo e á un depósito de este gas. El tuvo t comunica, por medio de la llave r, con un manómetro m, cuya graduación acusa la presión del gas inyectado en la taza. Para efectuar la operación de prueba, supuestos separados los anillos a y g del borde superior ó platillo anular de la taza, se coloca entre ellos un trozo de la tela cuya impermeabilidad se desea ensayar, perfectamente estirada, y se colocan encima los anillos g y a, apretando el conjunto con las prensas P, y llenando despues de agua la capacidad que tiene por fondo la tela ensayada y por bordes los del anillo a, se inyecta el hidrógeno con la bomba B hasta alcanzar la presión que se desea, observando si en el agua se producen burbujas ó permanece inalterable para deducir de estas indicaciones el grado de impermeabilidad de la tela.

Cuando no se quiera ó no sea precisa una gran exactitud, se puede prescindir del manómetro en la operación indicada, y aun inyectar aire solamente en lugar del hidrógeno como primera prueba.

Conservación del material aerostático.

Las especiales condiciones de esta clase de material, exigen solícita atención para su conservación y entretenimiento, é imponen la necesidad, para realizar éste en buenas condiciones, de reconocerlo con bastante frecuencia y sujetarlo á las operaciones que vamos á describir, limitándonos exclusivamente á las que deben efectuarse con las partes más delicadas de aquél, sin entrar en la de los carruajes y otros objetos análogos.

Entre las primeras consideramos desde luego las cuerdas, y muy especialmente las envolturas de los globos, que son las que requieren mayor solicitud y cuidados más especiales.

Las cuerdas, sometidas frecuentemente á las alternativas de sequedad y humedad, experimentan por esta causa alteraciones que comprometen su resistencia, si no se tiene la precaución de conservarlas en lugares secos y en buenas condiciones de ventilación, y si cuando se han humedecido durante el servicio no se tiene cuidado, antes de recogerlas, de secarlas á un calor moderado. Es, pues, necesario, para la buena conservación de esta clase de material, y sin perjuicio de someterle con frecuencia á todas aquellas pruebas, tanto de resistencia como de alargamiento que se consideren precisas cuando se tenga la menor duda del estado en que se encuentra, mantenerlo aparcado en mesas ó estanterías que le preserven de la humedad y en locales suficientemente ventilados, en los que no experimente grandes cambios de temperatura, con tanto más motivo cuanto que hoy la regla general, según hemos podido comprobar, es la de emplearlas sin preparación alguna. Cuando sea preciso aparcar cuerdas mojadas debe tomarse la precaución de mantenerlas colgadas ó tendidas hasta que pierdan la humedad lentamente, sin recurrir al calor artificial, y en las que hayan de recogerse arrolladas ó formando mazos se ha de procurar que éstos sean bastante grandes.

Como ya dejamos indicado, las mayores dificultades para la buena conservación de las envolturas de los globos, se derivan principalmente de los barnices empleados para la impermeabilización de las mismas, que generalmente, y por buenos que sean, dan lugar á que, teniendo los

globos plegados, se adhieran fuertemente unas partes con otras y aun á que el barniz se corra. Para evitar estos enojosos inconvenientes, no sólo se deben llenar de aire de cuando en cuando, sino que al conservarlos extendidos es preciso que muy frecuentemente se les remueva á todo lo largo, formando mazos de pequeños pliegues que varían á cada operación, dificultando la adherencia, cuidando, para evitar desgarraduras y desperfectos en el barniz, de que los hombres encargados de practicar dicha maniobra usen unos guantes especiales, como siempre que hayan de manejar la tela del globo.

En algunos establecimientos aerostáticos, como sucede en los Parques Centrales de Francia é Italia, y aun en los particulares de Mr. Yon y de Mr. Lachambre, disponen de una especie de estanterías (lámina 8, figura 44), en las que colocan los globos vacíos, estirados en sentido de su longitud y á buen alcance de las manos para efectuar con facilidad la operación antes referida. El fondo de cada uno de los estantes, en los que, como es natural, no se coloca más que un sólo globo, deberá estar formado como el que tienen los italianos, por los largueros de madera *a a*, los travesaños indispensables para la solidez del conjunto, y una serie de bandas transversales de lona, que disminuyen el rozamiento durante la colocación ó extracción de las envolturas, y que dejando grandes espacios entre sí faciliten una buena ventilación de las mismas.

Para evitar la adherencia suelen emplearse también polvos de estearita, que se extienden por la superficie de la envoltura, pero con perjuicio del buen servicio de ésta, puesto que pegándose á ella aumentan á la larga su peso de un modo bastante sensible, y de aquí el que los italianos prefieran, segun nos han manifestado, el empleo de una capa ligera de glicerina, con la que obtienen mejores resultados.

Para la inflación del globo con aire, se emplean ventiladores análogos al representado en la lámina 8.ª, figuras 44 y 45, que es un ventilador aspirante impelente, y que, en tal concepto, puede utilizarse para transbasar el gas de un globo á otro si fuera preciso, con sólo poner, en este caso, el tubo de aspiración en comunicación con el globo que se quiere vaciar y el de impulsión con el otro. Consiste sencillamente en una caja metálica *C*, en cuyo interior puede girar una rueda de paletas de forma especial *R* alrededor del eje horizontal *e*, mediante los engranajes

E, movidos á brazo con las manivelas *M*. A la caja citada concurren los dos tubos *T* y *T'*, que son respectivamente los que efectúan la aspiración y la impulsión del aire ó del gas, y el todo va montado en un fuerte bastidor de hierro que descansa sobre un zócalo formado por piezas de madera, á las que va fuertemente unido, pudiendo montarse el conjunto sobre una plataforma con ruedas para facilitar su transporte, si así lo exigen las necesidades de su aplicación.

Unido el tubo *T'* al apéndice inferior del globo que se trata de llenar por medio de otro de goma ó de tela impermeable, mediante un cilindro hueco de madera ó metal, y conservando el *T* en comunicación con la atmósfera, si se trata de llenar el globo de aire ó con el globo lleno de gas, en el caso de que se trate de transbasar el hidrógeno de un globo á otro, se procede al movimiento rápido de las manivelas *M* en el sentido conveniente, relevando con frecuencia á los cuatro hombres encargados de esta penosa operación.

Y no solo por las razones expuestas debe llenarse el globo de aire, sino que también hay que recurrir á este medio cuando se trata de reconocer la envoltura, metiéndose en su interior después de inflado, y examinando con cuidado toda su superficie, puesto que, á simple vista, se descubren perfectamente, á causa de su transparencia, las menores picaduras y hasta las más pequeñas imperfecciones, y en virtud de esto, puede procederse con entera seguridad á su reparación, señalando préviamente los puntos precisos averiados.

Para todas estas operaciones, que en la mayor parte de los casos no podrían efectuarse al descubierto, así como para conservar los globos llenos de hidrógeno por las noches y en los días de mal tiempo, durante el período de los ejercicios á que deben entregarse los aeronautas para su instrucción, es preciso disponer de un gran barracón, capaz de contener los globos llenos, en el que éstos puedan entrar y salir fácilmente, y en efecto, todos los establecimientos aerostáticos, así de carácter oficial como privado, que hemos tenido ocasión de examinar en el extranjero, tienen con el objeto indicado un edificio de esta clase, de mayores ó menores dimensiones, según la extensión é importancia que conceden á esta rama del arte militar, y cuyas disposiciones son análogas en todos, va-

riando solamente en algunos detalles, que daremos á conocer someramente en la descripción que de cada uno de ellos nos proponemos hacer á continuación.

Los que existen en el Establecimiento Central de Aldershoot (Inglaterra), consisten en dos grandes barracones de madera, con cerchas de hierro y grandes ventanas en la parte más alta de los costados para su ventilación. La cubierta á dos aguas es de zinc ondulado, y de su hilera penden al interior distintos ganchos, á los que se suspenden las poleas necesarias para poder colgar los globos.

La puerta (lámina 9, fig. 46) para entrar y sacar los globos llenos, comprende uno de los frentes apiñonados del barracón, y está formada por dos hojas, cada una de las cuales se compone de un entramado de hierros en escuadra, cubierto de palastro ondulado. Ambas llevan unos rodillos en la parte inferior, que ruedan sobre guías metálicas circulares colocadas en el suelo, para facilitar la operación de abrirlas y cerrarlas. Para resistir el empuje exterior, después de cerrada en los días de gran viento, una de las hojas tiene una aleta triangular, formada por un entramado metálico, que, girando alrededor del borde vertical, puede plegarse sobre aquélla mientras permanezca abierta, y colocarse en una posición normal al plano de la misma, á modo de contrafuerte, una vez que se haya cerrado. Dicha aleta va provista de rodillos inferiores que resbalan sobre guías circulares metálicas para facilitar su maniobra, y se fija en la posición conveniente por medio de un fuerte cerrojo.

El edificio que, con el objeto expresado, tiene el ejército alemán en su Establecimiento aerostático de Schöneberg (Berlin), afecta la misma forma que el anterior, y tiene aproximadamente 24 metros de longitud, 15 de anchura y otros tantos de altura. Su planta es rectangular y la cubierta á dos aguas, estando formado con armaduras de hierro de celosía, sin tirante, cubiertas con planchas de palastro ondulado en todas sus caras, menos en el frente apiñonado en que está la puerta. Esta, que también consta de dos grandes hojas (lámina 9, fig. 47) formadas por entramados de hierro, cubiertas de palastro, se abre y se cierra moviéndolas lateralmente á manera de correderas sobre unos carriles empotrados en el suelo, en los que ruedan los rodillos que llevan las hojas en su parte inferior, al mismo tiempo que los que tienen en sus

bordes superiores van guiados por las piezas *g* que sobresalen de los costados del edificio en una longitud igual al ancho de cada hoja, y están sostenidas por unos entramados triangulares metálicos en sus extremos. El barracón presenta además un cierto número de ventanas en sus costados para la ventilación, y los ganchos y poleas necesarios para las maniobras de los globos. Ofrece la particularidad de tener establecido un anemómetro *A* en uno de los ángulos del edificio, que indica y registra en la parte inferior la dirección y velocidad del viento.

El barracón del ejército italiano en Roma (lámina 9, fig. 48), de planta rectangular como los anteriores, y de unos 20 metros de longitud por 12 de anchura y 16 de altura en su hilera, es de mampostería, con cubierta de teja y armaduras de madera y hierro. A lo largo de los dos costados longitudinales tiene dos especies de galerías, que constan de planta baja y un piso superior, perfectamente ventiladas con ventanas en todo su contorno, y cuyas partes bajas están destinadas al aparcamiento de los tubos de gas hidrógeno, tubos de conexión, llaves, herramientas y otros materiales del mismo género, y las partes superiores al de los globos, cordajes, barquillas, anclas y demás aparatos accesorios. El barracón central recibe la luz y la ventilación por ventanas altas, situadas en ambos costados sobre los tejados de las galerías, y con el mismo objeto lleva la armadura la linterna que la figura indica. En este edificio, el cierre que hace veces de puerta en su parte anterior, está reducido á una simple valla de madera, de dos hojas, y de 3 á 4 metros de altura, que se abren hacia el exterior, convenientemente suspendidas de los muros por unas varillas de hierro que terminan en sus extremos libres, evitando que éstos se venzan.

En Francia tienen un gran edificio consagrado al objeto indicado (lámina 9, fig. 49), también de planta rectangular, de unos 60 metros de longitud por 30 de anchura y unos 25 de altura máxima, con dos galerías ó corredores á todo lo largo de sus costados, de unos 6 metros de anchura, que destinan para usos tales como el aparcamiento de varios carros y otros objetos análogos, y muy especialmente para conservar los globos en las estanterías de que ya hemos hecho mención. Está formado por grandes armaduras de hierro de celosía, siendo de mam-

postería los muros exteriores de las dos galerías indicadas, y todo el resto cubierto y revestido de planchas de palastro ondulado, con los vanos consiguientes para dar luz y obtener buena ventilación. La puerta que cierra su cara anterior, consiste en un gran tablero de madera, de unos 3 metros de altura, que se abate hacia el interior girando sobre su base, y que después de elevado deja sin cerrar una gran superficie, que se cubre con un telón de lona.

En su interior, en el que se veían en el momento de nuestra visita unos 6 ú 8 globos llenos y otros varios vacíos, se mueve á voluntad sobre rodillos una especie de andamio metálico, que permite alcanzar diferentes alturas para maniobras y reparaciones.

Por último, barracones análogos á los descriptos, y de los que consideramos innecesario hacer mención especial, existen en los talleres aerostáticos de los sucesores de Mr. Yon y de Mr. Lachambre, en Paris, provistos todos ellos de ventiladores y de todos los demás accesorios que son indispensables para la buena conservación del material aerostático. Cúmplenos, sin embargo, manifestar, que á nuestro juicio (y así lo prueba el ejemplo que hemos citado del ejército italiano), á todas las indicadas construcciones metálicas deben preferirse las de mampostería en nuestro país, por las excepcionales condiciones del clima, que hacen poco á propósito las primeras para la conservación del citado material, por el excesivo calor que, particularmente en el estío, se desarrolla en su interior.

III.

Fabricación y compresión del gas hidrógeno.

Gases propuestos y empleados para la inflación de los aerostatos.—En virtud del principio en que descansa la teoría de los aerostatos, claro es que será suficiente para que puedan elevarse en la atmósfera, llenarlos de un gas más ligero que el aire, calculando sus dimensiones y demás circunstancias en la forma que dejamos indicada; pero como no todos los gases que tengan la propiedad dicha satisfacen igualmente bien al objeto, se ha fijado la atención en unos cuantos que parecen los más ventajosos.

En un principio, los hermanos Montgolfier, después de haber ensayado inútilmente el vapor de agua que se enfriaba en seguida sin otro resultado que el volver al estado líquido y mojar el globo haciéndole caer al suelo, recurrieron al humo, que ni aun llegaba á elevar el más pequeño aparato, y en fin, cuando se convencieron de que el gas hidrógeno ó gas inflamable, como entonces se llamaba, tampoco convenía á su objeto, puesto que la envoltura de papel en que lo encerraban apenas podía contenerlo breves momentos, y después de haber probado otros varios tan estéril é infructuosamente como los anteriores, pensaron que la electricidad podría producir el efecto deseado, é idearon, en su consecuencia, el empleo de un gas que tuviese propiedades eléctricas.

Para resolver este problema imaginaron una mezcla de dos vapores, de los cuales uno tuviese propiedades alcalinas y el otro careciese de ellas, como la que resultaría de quemar un compuesto de lana y de paja ligeramente humedecida.

En efecto, la combustión de estas dos substancias debajo de un globo de tela ó de papel, provocaba al poco tiempo su rápida elevación y de aquí el que á los productos de aquélla se les designara entonces con

el nombre de *gas Montgolfier*, sin advertir, como probó Mr. de Saussure á los pocos meses, que la ascensión era debida simplemente á la dilatación del aire interior, que al calentarse, se enrarecía y se hacía más ligero que el aire ambiente, y que lejos de producir las ventajas que se creían, la gran cantidad de humo procedente de la combustión contribuía á aumentar el peso, contrarrestando en parte la acción del aire caliente.

Este es el procedimiento que, á pesar de sus numerosos inconvenientes, se aplica todavía en ciertos casos, por lo rápido, económico y fácil de preparar; pero no es el que comunmente se emplea en las aplicaciones de la aerostación, en las que se hace uso casi exclusivamente del hidrógeno ó del gas del alumbrado. También podría servir, al efecto, el amoniaco, cuya fuerza ascensional es próximamente igual á la de este último, y que á esta circunstancia reune la apreciada ventaja de ser incombustible y de que, por consiguiente, en los globos libres pudiera emplearse una lámpara ú otro aparato análogo cualquiera para su dilatación, facilitando de este modo la maniobra de subir y bajar á voluntad, sin pérdidas de gas ni de lastre; pero aquella propiedad queda más que neutralizada con el grave inconveniente que ofrece de atacar y descomponer el material.

Durante el sitio de Paris, y en previsión de que pudiera faltar completamente el gas del alumbrado para llenar los globos, propuso Mr. H. de Villeneuve, para substituirlo, el gas extraido por la destilación de la madera verde, y aunque más ligero que el aire, en cuanto su fuerza ascensional se calcula en unos 800 gramos por metro cúbico, presenta los defectos que compensan sobradamente esta ventaja de contener una cantidad considerable de óxido de carbono, y de ir constantemente acompañado de vapores ácidos que podrían deteriorar la tela, cuyas dos circunstancias son muy perjudiciales para la seguridad de los aeronautas.

Otros varios gases se han propuesto con el mismo objeto; pero sin detenernos á exponer y examinar estos proyectos, y haciendo caso omiso también del que supone podría perfeccionarse el sistema de inflación de los globos empleando á la vez varias clases de gases en lugar de uno solo, habremos de repetir que los que ordinariamente se emplean con

más éxito en todas las aplicaciones aerostáticas de alguna importancia, son exclusivamente el gas del alumbrado y el hidrógeno.

Aunque la fuerza ascensional del primero sea un poco menor que la mitad de la del hidrógeno puro, como éste presenta los inconvenientes de ser más costoso y más difícil de preparar, y sobre todo el de ser tan difusivo que atraviesa los mejores tejidos, se le ha preferido generalmente para un gran número de aplicaciones civiles y aun para algunas militares, pues que, por las razones indicadas, se le ha empleado y puede seguir empleándosele con ventaja en muchas ocasiones, como sucederá, por ejemplo, en los globos destinados al establecimiento de comunicaciones de una plaza sitiada con el exterior, y también por razón de economía en los que se destinen á ciertos experimentos.

Por lo demás, el hidrógeno, á pesar de todos sus defectos, es indudablemente el que mejor conviene para los usos militares, así por su notable ligereza, que permite el empleo de globos relativamente pequeños, lo que es ya una ventaja considerable atendida la mayor facilidad de su transporte y la menor superficie que presentan al viento, como por que además puede producirse en campaña sin grandes dificultades.

Indicaremos, pues, someramente, los diversos procedimientos que se han seguido para obtenerle con este objeto en grandes cantidades y de una manera relativamente rápida, fijándonos especialmente en los que se siguen en la actualidad en los grandes establecimientos aerostáticos de los diversos ejércitos, y advirtiendo que todos los procedimientos dichos tienen por base la descomposición del agua, pues aunque el hidrógeno es uno de los gases más profusamente repartidos en la naturaleza, hasta el punto de que casi todos los cuerpos le contienen en mayor ó menor cantidad, el agua es el más abundante y más fácil de encontrar en todas partes, y como se sabe, se compone de unas 89 partes de oxígeno y 11 de hidrógeno, de modo que cada litro de agua contiene en números redondos 900 gramos de oxígeno y 100 de hidrógeno aproximadamente.

Los métodos que más ordinariamente se siguen para la descomposición dicha, están reducidos á los dos siguientes:

1.° Descomposición del agua en contacto con limaduras de hierro calentadas al rojo.

2.° Descomposición del agua por la acción combinada del ácido sulfúrico y del hierro ó el zinc.

PRIMER MÉTODO.

Producción del hidrógeno por la descomposición del agua en contacto con limaduras de hierro calentadas al rojo.—El procedimiento que vamos á exponer, debido en principio al eminente químico Mr. Lavoissier, es el que emplearon los primeros aeronautas militares para la inflación de sus globos de campaña, y consiste sencillamente en hacer pasar una corriente de vapor de agua sobre una columna de limaduras de hierro enrojecidas, pues que de este modo el oxígeno se combina con el hierro y queda libre el hidrógeno.

Como la reacción se verifica á temperaturas muy elevadas, es necesario, desde luego, disponer al efecto de un aparato muy sólido, que en la época á que nos referimos, consistía en un gran horno de ladrillos de planta rectangular, cubierto con una bóveda elíptica (lámina 10, figura 50), en el que se colocaban siete tubos de hierro de 3 metros de longitud y $0^m,30$ de diámetro, llenos de limaduras de hierro bastante apretadas, que antes se limpiaban perfectamente para despojarlas del óxido que pudieran tener, sin embargo de lo penosa que es esta tarea.

Cerrados los extremos de los tubos, se disponían en dos tongadas, cuatro en la inferior y tres en la superior, y se terminaban los muros de ladrillo de los piñones del horno dejando solamente algunos agujeros para observar el interior.

A uno de los lados y á un nivel un poco superior al de los tubos, se disponía una gran cuba llena de agua, en comunicación con los extremos correspondientes de éstos por medio de otros más pequeños, y al lado opuesto se colocaba en el suelo otra gran vasija con agua saturada de cal, á la que venían á parar los conductos de desprendimiento del gas, que al atravesar ésta se purificaba.

Encendido el horno, luego que los tubos estaban al rojo blanco, se ponían en comunicación con la primera cuba para que al atravesarlos la corriente de agua dejase el oxígeno en el hierro y pudiese despren-

derse el hidrógeno pasando á la cuba inferior, en la que se purificaba y de la que por su ligereza salía á llenar el globo por otro tubo de caucho.

Durante la operación, era preciso tener gran cuidado de entretener el fuego con uniformidad á lo largo de los tubos, y vigilar que no se produjeran hendiduras en ninguno de ellos que permitiesen escapes de gas. Estas se descubrían fácilmente por la aparición de unas pequeñas llamas azuladas que las denunciaban, y entonces era preciso taparlas, observando á la vez las mayores precauciones para que la operación marchase con regularidad.

Seguramente no es el hierro el metal más á propósito para efectuar de esta manera la descomposición del agua en cuanto á la cantidad de oxígeno que puede absorber, puesto que existen otros muchos de capacidad muy superior á la suya bajo este aspecto; pero la circunstancia de su baratura, unida á la abundancia con que se le encuentra en todas partes, ha sido y sigue siendo la causa determinante de la preferencia que se le concede para este objeto.

Este método, que además de lento y embarazoso exige una instalación muy larga, puesto que es preciso establecer hornillos que llevan un trabajo de mampostería muy considerable, si entonces pudo satisfacer por las apremiantes y excepcionales circunstancias en que se aplicó, se abandonó desde luego por largo, lento, penoso y no exento de peligros, para seguir casi exclusivamente el que expondremos á continuación.

SEGUNDO MÉTODO.

Producción del hidrógeno por la descomposición del agua mediante la acción combinada del ácido sulfúrico y el hierro ó el zinc.—Este sistema es indudablemente el más generalizado, ya que hoy se encuentra en el comercio el ácido sulfúrico á precios bastante reducidos. Tiene por base la gran afinidad del oxígeno por el hierro ó el zinc, que produce la separación del hidrógeno bajo la influencia del ácido sulfúrico, el que tiende á combinarse con el óxido de hierro, como indica la siguiente sencilla fórmula:

$$H_2 SO_4 + Fe = FeSO_4 + H_2$$

Acido sulfúrico	Hierro	Sulfato de hierro	Hidrógeno
98	56	152	2

de la que se deduce que para producir 2 gramos de hidrógeno, se necesitan 98 de ácido sulfúrico y 56 de hierro metálico, y pueden determinarse, por consiguiente, las cantidades de dichas substancias que serían necesarias para la inflación de un globo de volumen determinado.

En efecto, representando por V el volumen de éste y por v el espacio que ocuparían 2 gramos de hidrógeno á la temperatura de 0° y la presión de $0^m,76$, las cantidades mencionadas estarían representadas respectivamente por las expresiones siguientes:

$\frac{V}{v} \times 98 =$ cantidad en gramos de ácido sulfúrico.

$\frac{V}{v} \times 56 =$ cantidad en gramos de hierro metálico.

Pero para que la reacción indicada se verifique, es indispensable añadir á estos reactivos cierta cantidad de agua de cristalización además de la necesaria para la disolución del sulfato de hierro que se forme durante la misma y que es preciso desaparezca á medida que se va formando para que ésta continúe.

Dicha cantidad de agua se calcula en la práctica para los casos más desfavorables en la relación de 9 á 1 con la del ácido sulfúrico puro, aunque es variable con la temperatura á que la reacción se verifique.

Se puede, pues, calcular también fácilmente, la cantidad de agua que se consume durante la producción de una cantidad dada de hidrógeno, empleando, por ejemplo, uno de los aparatos de campaña, que describiremos más adelante, pues sabiendo que la relación de 9 á 1 se refiere á volúmenes y que la densidad del ácido sulfúrico es de 1,845 próximamente, se tendrá para la cantidad dicha

$$\frac{\frac{V}{v} \times 98}{1{,}845} \times 9 =$$ cantidad de agua en litros, prescindiendo, por supuesto, de la que en dichos aparatos de circulación contínua se necesita

para lavar el gas hidrógeno producido y que está con la anterior en la relación de 2 á 3.

Las cantidades de agua determinadas de este modo, lo mismo que las correspondientes de ácido sulfúrico y de hierro, suponen estas substancias perfectamente puras y se aproximan á las que son teóricamente necesarias para el objeto indicado; pero en la práctica, así por las impurezas que contienen dichas primeras materias, como por las exigencias de la manipulación y la rapidez con que se desea obtener el resultado, no es posible atenerse á las dósis indicadas, y por el contrario, es preciso aumentarlas considerablemente.

Si en una vasija cualquiera que contenga agua y hierro se vierte ácido sulfúrico, ó si de otro modo, á través de una masa de limaduras de hierro se hace circular una corriente de agua acidulada con ácido sulfúrico, empezará por elevarse la temperatura á consecuencia de la mezcla del agua y del ácido, é inmediatamente, por efecto del aumento de calor, el hierro se oxida á expensas del oxígeno del agua y se combina con el ácido sulfúrico, formando un protosulfato de hierro, mientras que el hidrógeno libre se desprende y se recoge en el receptáculo que se le haya destinado.

Conviene también tener presente que, á consecuencia de las impurezas del hierro y del ácido sulfúrico, el hidrógeno sale siempre mezclado con cierta cantidad de ácido sulfuroso é hidrógeno sulfurado, y como estos dos gases son solubles en el agua, debe pasar aquél antes de emplearlo por una vasija llena de este líquido, en la que se lava y se purifica.

Del mismo modo, y para retener las pequeñas cantidades de vapor de agua y de ácido carbónico que generalmente le acompañan, conviene hacerle pasar, antes de penetrar en el globo, por otra vasija llena de cloruro de cálcio y sosa cáustica que las absorben.

Sea como quiera, y aun observando las mayores precauciones, el gas hidrógeno obtenido por este procedimiento dista siempre bastante de las condiciones de pureza y consiguiente ligereza que serían de desear para las aplicaciones aerostático-militares; pero como ya creemos haber indicado, es casi el único que viene empleándose, y por consiguiente daremos á conocer algunos de los más importantes aparatos que sirven

para su aplicación, en cuanto puedan revelar los progresos y sucesivos perfeccionamientos de que han sido objeto, como parte tan importante del servicio aerostático en los ejércitos.

Aparato de Charles ó de los toneles.—El aparato que vamos á describir, es el que ya empleó el famoso físico Charles para llenar el primer globo de gas, y el que todavía se aplica hoy en algunos casos, aunque perfeccionado en sus disposiciones, como tendremos ocasión de apreciar.

Consiste en un cierto número de toneles colocados en círculo alrededor de una gran cuba de agua que ocupa el centro, calculando la capacidad de aquéllos en relación con la cantidad de gas que se haya de fabricar, de modo que cada tonel pueda contener el agua, el ácido y el hierro necesarios para la producción de la parte que, en el conjunto, le corresponda, dado el número de los que se empleen, á no ser que, como parece sucedió en el caso á que nos referimos, al lado de cada uno de los toneles dichos, haya otro de repuesto para reemplazar á los primeros cuando fuese preciso, y contando siempre con dejar en todos ellos una buena parte vacía para contener el hidrógeno producido y la abundante cantidad de espuma que origina la reacción.

Cada una de las vasijas indicadas debe tener una abertura en su tapa superior, destinada á cargar los toneles con el agua y el hierro necesarios, y de manera que se pueda cerrar herméticamente después de terminada esta operación, con más un agujero para verter el ácido ó el agua acidulada en la cantidad necesaria, en el caso de que sólo se hubiese introducido hierro en los toneles, y por fin, enchufado un tubo de desprendimiento para el hidrógeno, cuyo otro extremo libre se introduce casi hasta el fondo de la cuba de agua central.

Sobre ésta se coloca una especie de campana, que muy bien puede reemplazarse en caso necesario por otra cuba vacía, en la que, á manera de improvisado gasómetro, se acumula el gas ya lavado y de cuya parte superior sale á su vez por otro tubo en comunicación con el aerostato.

Dispuestos los toneles con sus tubos de desprendimiento en la forma que definitivamente haya de aceptar el conjunto del aparato, y llenos con las cantidades de hierro y de agua préviamente calculadas, se intro-

duce en ellos el ácido sulfúrico correspondiente, mediante un embudo de plomo.

La reacción será muy tumultuosa y violenta al principio, y se producirá una gran elevación de temperatura; pero se hará sucesivamente más lenta, puesto que el metal se cubre progresivamente de una capa que lo aisla del contacto directo del líquido, en términos que muchas veces, después de terminada la operación, se forma en el fondo de los toneles una gruesa capa de cristal, que es preciso romper para poder retirarla. Por eso se aconseja emplear siempre una cantidad de hierro muy superior á la rigorosamente necesaria, y se recomienda extender todo lo posible la superficie de contacto del metal con el líquido, siendo esta circunstancia la que dió orígen á que algunos propusiesen la disposición en los recipientes de una ó varias capas de aserrin ó de paja, que, dividiendo el metal en tongadas, le impidan formar una masa y al mismo tiempo faciliten un desprendimiento más rápido y más constante de hidrógeno.

Durante la operación, es preciso tener cuidado de no cerrar nunca los tubos de desprendimiento para evitar una explosión, que podría ocurrir en otro caso, siendo muy preferible perder alguna cantidad de gas á correr ese riesgo.

Conviene emplear el hierro con preferencia al zinc, y así como no hay que temer el exceso de estos cuerpos, se ha de procurar, por el contrario, no forzar jamás la dósis del ácido y no echar éste nunca mientras se efectúa el desprendimiento del gas.

Para poder apreciar el momento en que se haya consumido todo el ácido, puede emplearse el papel de tornasol; pero el medio indudablemente más práctico, consiste en dejar subsistir el contacto del ácido con el hierro durante mucho tiempo, aun á trueque de perder gas y aún añadir alguna cantidad de hierro en caso de duda.

Una vez terminada la reacción, se pueden recoger las aguas madres vaciándolas en otra vasija y emplearlas como desinfectantes, ó evaporarlas para recoger los cristales, en cuyo caso se ha de suspender el fuego tan pronto como el líquido se cubra con una película, puesto que ya entonces se formarán por sí solos aquéllos en las aguas no ácidas.

Durante el desprendimiento del gas es preciso evitar cuidadosamen-

te, como siempre que se proceda á operaciones de este género, toda clase de fuego, impidiendo rigorosamente que se fume en las inmediaciones del lugar en que se practican, para evitar los peligros consiguientes.

Aparato de toneles de Giffard y de Dupuy de Lome.— El primitivo aparato que acabamos de describir, ha servido de base todavía en nuestros días para otros análogos, aunque con importantes modificaciones, destinados al mismo objeto, entre los que nos parece digno de mención el empleado por los distinguidos ingenieros franceses Mrs. Giffard y Dupuy de Lome, el primero para la inflación de su gran globo cautivo en la Exposición de París de 1867, y el segundo en sus experiencias de globo dirigible en 1872.

Uno de los principales inconvenientes del aparato de Charles, siempre que se desean grandes cantidades de hidrógeno, es el de que, habiendo de contener los toneles todas las materias necesarias para la producción de aquél, es preciso emplear un gran número de éstos ó que sean de mucha capacidad, y por consiguiente, muy difíciles de manejar. Pudiera obviarse esta dificultad á expensas del mayor tiempo empleado en la operación, procediendo con un número menor de aquéllos, que se recargarían cuantas veces fuese preciso, ú organizándolos en dos séries á fin de que mientras una de ellas estuviese funcionando, pudiese recargarse la otra, sistema que se conoce con el nombre de *Método de fabricación por baterías sucesivas.*

Partiendo de este principio, colocaron los toneles divididos en dos grupos paralelos *A A'* (lámina 10, figura 51), á los cuales se conducía el agua acidulada por un tubo *d d*, y de éste se distribuía á los diversos toneles por otros tubos flexibles que permitían verter el líquido en los embudos de que van provistos aquéllos.

El gas salía por los pequeños tubos *f f*, que se entroncaban al colector *g g*, y por medio de éste llegaba á los aparatos lavador y secador representados por *H* é *I*. De este último pasaba al globo, circulando antes por una campana de cristal *J*, que contenía un higrómetro y papel de tornasol, y que permitía verificar si el gas producido era húmedo ó ácido.

El lavado del gas es una de las partes esenciales de la fabricación que debe ser atendida y vigilada con mucho cuidado, en cuanto constituye un medio eficacísimo de purificarlo. En efecto, la temperatura de

producción es bastante elevada, y sale, por consiguiente, de los toneles saturado de humedad, así que, al enfriarse por el lavado, se produce la condensación de la mayor parte del vapor de agua que contenía, se desembaraza de las impurezas sólidas que pudiera haber arrastrado, y al mismo tiempo de una parte de los gases solubles, ácido sulfuroso é hidrógeno sulfurado, que se habrán formado durante la reacción.

En su consecuencia, y como ejemplo de las disposiciones adoptadas con este objeto en los aparatos destinados á la producción del hidrógeno, daremos á conocer la de los indicados ingenieros Giffard y Dupuy de Lome, que consistía en una cuba cilíndrica (lámina 10, figura 52) de 1^m,50 de diámetro por 1^m,50 de altura en la experiencia de 1872. Como se ve en la figura, la parte superior de esta vasija estaba cerrada por una cubierta, cuyo borde se introducía en una hendidura anular llena de agua, que tenía el borde superior del depósito, y de este modo, á la vez que se obtenía un cierre hermético, desempeñaba el oficio de válvula de seguridad, puesto que un exceso de presión interior no podía tener otro efecto que el de arrojar el agua del cierre.

El tubo de llegada del gas penetraba en la cuba por su parte inferior en medio de una capa de agua renovada sin cesar y de nivel constante, puesto que el exceso se derrama por el tubo de descarga, de modo que al salir el gas por los pequeños orificios que presenta el primer tubo mencionado, se veía forzado á atravesar una altura de 6 centímetros de agua antes de ganar la parte superior de la cuba, y como el agua misma era conducida, á su vez, por otro tubo lleno de infinidad de pequeños agujeros, por los cuales salía el líquido en forma de lluvia, se terminaba de este modo la operación del lavado.

El lavador y el secador eran de palastro emplomado, habiendo demostrado la experiencia que, preparado de este modo, resiste perfectamente al ataque del líquido, ya muy poco ácido, que circula en el lavador.

Al salir el gas de éste, contiene todavía cierta cantidad de ácido carbónico y se encuentra saturado de vapor de agua á la temperatura de la empleada en el lavado, lo que justifica se le haga pasar por el secador antes de llegar al globo, siquiera en realidad pudiera prescindirse sin gran perjuicio de esta precaución, puesto que admitiendo que el

agua del lavado alcance como máximo la temperatura de 30 grados centígrados, lo que realmente ocurrirá pocas veces, la tensión del vapor de agua que á dicha temperatura corresponde, valuada en milímetros de mercurio, será de 31,5 milímetros, de la que se puede deducir fácilmente que el mayor peso que por esta causa resulta para el hidrógeno, ó lo que es lo mismo, la pérdida de fuerza ascensional en las condiciones más desfavorables, será solamente de unos 22 gramos por metro cúbico, y por consiguiente, de poca consideración.

Resulta, pues, que si el secador es un órgano útil, no es absolutamente indispensable, y se puede prescindir de él, como hacen algunos, ó reducirlo á su más sencilla expresión.

En el generador de hidrógeno que describimos, el secador consistía en un gran cilindro vertical de $2^{m},70$ de altura y de 1 metro de diámetro, dividido por cuatro rejillas superpuestas y cargadas de cal viva, colocadas sobre una capa de musgo, de modo que el hidrógeno le atravesaba de abajo á arriba y salía por la parte superior.

Aparato Renard de circulación contínua.—El procedimiento de producción del hidrógeno por medio de los aparatos de toneles, anteriormente descripto, tendrá siempre el gravísimo defecto de ocasionar pérdidas considerables de gas al principio y al fin de cada una de las manipulaciones, así porque se ha de evitar que el producido en los primeros momentos salga mezclado con el aire que contienen los toneles, como porque cuando ya se halla próxima á agotarse la reacción ácida el gas carece de la presión necesaria.

Si por otra parte se tiene en cuenta que la producción del hidrógeno no se verifica con la regularidad conveniente, y que debiendo cargar totalmente los toneles desde un principio, si por acaso fuese necesario suspender aquélla, la reacción continuaría verificándose sin utilidad alguna, se comprende que se haya procurado evitar alguno de estos defectos, como se ha conseguido con el sistema de la circulación contínua del comandante Mr. Renard, que parece haber sido el primero en proponer un aparato fundado en este principio, en el año 1875, y que describiremos detalladamente, puesto que de él se derivan todos los que, fijos ó móviles, se han empleado posteriormente hasta el día en el servicio de la aerostación militar.

El principio que sirve de fundamento á este nuevo sistema de fabricación del gas hidrógeno, exige que el aparato en que ha de verificarse ésta, tenga una vasija de un volumen determinado, en relación con la cantidad de gas que se haya de obtener en una sola vez, y capaz de contener solamente las limaduras de hierro necesarias, á través de las que ha de pasar de una manera contínua la mezcla del agua y del ácido sulfúrico.

El aparato de Mr. Renard se compone, pues (lámina 10, fig. 53), de un generador *A*, un lavador *B*, un secador *C*, una campana de prueba *D*, los depósitos *E* y *G* para el agua y el ácido sulfúrico respectivamente, y del depósito *F* para la mezcla de estos dos líquidos.

El generador es de hierro, de forma cilíndrica en su parte superior, tronco-cónica en la inferior y terminado por un cono invertido. Su interior está forrado de plomo y su parte superior va provista de una tapa de palastro con cierre hidráulico. A la mitad próximamente de su altura, tiene un tubo encorvado *a* que determina el máximo nivel del líquido en el interior del vaso, y del vértice del cono invertido en que termina por su parte inferior, arranca un tubo *b* para la entrada del agua acidulada y otro *c* para el desagüe del sulfato de hierro que se forma durante la operación, y que se usa al terminar ésta, y en fin, lleva otro tubo *d* en su parte superior para la salida del gas.

El lavador *B* (fig. 54) consiste en dos cilindros de palastro concéntricos, que dejan entre ellos un espacio anular *e e*, y de los que el interior está destinado al agua, cuyo nivel no podrá exceder nunca de la altura del tubo de desagüe *f* que va colocado en el eje del cilindro interior, cuya superficie está agujereada en toda la extensión de la altura dicha. El cierre de la parte superior es también de palastro, y tiene la forma que se ve en la figura.

El secador *C* es una caja metálica, que contiene en su interior dos planchas *p*, agujereadas é inclinadas como la figura indica, llenándose de cal viva el espacio que dejan entre ellas.

La campana *D* (fig. 53) es de cristal y se apoya en una pequeña canal circular llena de mercurio, á fin de evitar los escapes de gas. En su interior se coloca un trozo de papel tornasol y un higrómetro de cabello, para apreciar por sus indicaciones la pureza y la sequedad del hi-

drógeno, que desde este aparato pasa ya directamente al gasómetro en que deba almacenarse.

En fin, los vasos *E* y *G*, independientemente de sus formas, tienen la capacidad conveniente como depósitos del agua y del ácido sulfúrico y están en comunicación con el *F*, que es en el que se verifica la mezcla de estas dos substancias. Este está formado también por dos cajas concéntricas de diferente altura que dejan entre sí un espacio *g*, y está, como los dos anteriores, colocado sobre una plataforma ó macizo de mampostería, un poco más elevada que el nivel superior que ha de alcanzar el líquido acidulado en el generador *A*.

Para proceder á la operación de fabricar el gas hidrógeno con este aparato, se empieza por cargar el generador con limaduras de hierro, hasta un poco por encima del tubo *a*, dejando vacía la parte superior para facilitar la marcha regular del desprendimiento del gas, y cerrándolo después se llena de cal viva el secador, así como de agua y de ácido respectivamente los depósitos *E* y *G*.

En este estado se abren las llaves *v* y *v'* que existen en los tubos *h* é *i* para poner en comunicación los depósitos *E* y *G* con el fondo de la caja interior del *F*, en la que se verifica la reunión del agua y el ácido en proporciones convenientes, vertiéndose la mezcla á todo lo largo del borde superior de la vasija interior en el espacio *g g*, desde el que, por el tubo *b b*, penetra por la parte inferior en el generador *A*. El agua acidulada sube á través de las limaduras de hierro hasta alcanzar el nivel del tubo *a a*, efectuándose la reacción ya indicada y el desprendimiento del hidrógeno que se va acumulando en la parte superior vacía del generador. De aquí, mediante el tubo *d d*, que tiene un trozo *d'* de mayor diámetro para recoger las substancias sólidas que pudiera arrastrar el gas, pasa éste al espacio anular *e e* del lavador *B*, al que llega el agua del depósito *E* por el tubo que desemboca en la parte inferior del cilindro interior, en forma apropiada para que el agua adquiera un movimiento giratorio á su salida. De este modo, como la presión del gas en el espacio anular ha de ser siempre superior á la que existe sobre el nivel del agua interior, ésta bajará en aquél, dejando al descubierto los agujeros que le darán paso á través de la masa líquida. El gas acumulado en la parte superior de este aparato pasa por el tubo *K* al seca-

dor *C*, y atravesando la masa de cal viva que éste contiene, sale por el tubo *l* á la campana *D* y de ésta por el *m* al globo ó al gasómetro.

La marcha de la operación exige, desde luego, que la mezcla del agua con el ácido sulfúrico se verifique en buenas condiciones, á cuyo efecto se introduce un areómetro en el depósito *F*, procurando que sus indicaciones se mantengan siempre entre 10 y 15 grados, abriendo más ó menos las llaves *v* y *v'* que regulan las cantidades respectivas de dichas substancias. Habrá de verificarse también que el líquido que salga por el tubo de descarga *a a* esté casi neutralizado, y que éntre en el lavador la cantidad de agua necesaria para lavar y enfriar el hidrógeno, lo que se aprecia sencillamente por la diferencia de temperatura que se advierte al contacto con la mano del cilindro exterior y de la cubierta, dado que en aquél entra directamente el gas desde el generador y, por consiguiente, á temperatura elevada, mientras que ésta cierra sólo el cilindro interior que contiene el que ha pasado ya por la masa de agua.

En fin, como quiera que la producción del gas hidrógeno se verifica dando lugar á presiones distintas que se manifiestan sucesivamente, ya se le considere al salir del generador ó después de haber atravesado el lavador y el secador, y una vez que las presiones dichas deben ser progresivamente menores en cada uno de los períodos mencionados, se comprende que cualquiera alteración en este punto acusaría una irregularidad en la marcha de la operación, y en tal concepto, aprovechando hábilmente esta circunstancia el comandante Renard, ha dispuesto al lado de la campana de prueba tres manómetros, que están respectivamente en comunicación directa, por medio de tubos especiales, con los trayectos que recorre el hidrógeno en cada uno de los períodos dichos, de modo que teniendo aquéllos siempre á la vista, el observador podrá remediar oportunamente los accidentes que hayan podido producirse, y que se revelarán por las indicaciones anormales del manómetro correspondiente al trayecto en que exista la causa de la perturbación.

El gas preparado por el procedimiento anterior, cuesta próximamente 1 franco por metro cúbico, pero en el establecimiento de Chalais-Meudon resulta á un precio más económico, á consecuencia de la venta de grandes cantidades de sulfato de hierro, que tiene algún valor comercial, por lo que en dicho establecimiento militar y en otros análogos se

recogen las aguas sulfatadas en varios depósitos forrados de plomo, dispuestos con este objeto.

Aparatos empleados en Inglaterra, Italia y Alemania para la producción del hidrógeno. — Derivados del anterior, como ya hemos dicho, y con muy pequeñas variantes en sus disposiciones, son todos los aparatos empleados en las secciones aerostáticas de los ejércitos inglés, italiano y alemán.

El que tienen instalado los primeros, en el Establecimiento Central Aerostático de Aldershott, no ofrece particularidad alguna que merezca mención especial, y solamente debemos hacer constar lo que el señor coronel Templer, director de dicho establecimiento, nos manifestó en las atentas y detalladas explicaciones que se sirvió darnos durante nuestra visita, respecto á las malas condiciones del gas obtenido por este sistema, y á su propósito decidido de substituirlo con el mucho más conveniente, á su juicio, de la electrolisis del agua, opiniones que más tarde hemos visto corroboradas por las del jefe del Establecimiento Central de Chalais-Meudon.

El primero, en corroboración de las suyas, y refiriéndose á las impurezas del hidrógeno obtenido por este procedimiento y á su consiguiente mayor peso, nos llamaba la atención acerca de la cantidad de arsénico que contenía y de cómo atacaba éste al bronce, de que están formadas las boquillas ó cierres de los tubos en que se encierra el gas á altas presiones para su transporte, indicándonos además que solían emplear el zinc, en lugar del hierro, aprovechando con este objeto planchas de aquel material, procedentes de antiguas y desechadas cajas de municiones.

Para recoger el gas disponen de dos gasómetros de diferente tamaño, situados en un espacio al descubierto, entre los dos edificios, que contienen respectivamente el aparato generador y la máquina de vapor y de compresión, de que habremos de ocuparnos más adelante.

El instalado en el Centro Aerostático Militar de Roma es un aparato fijo del sistema Yon, que, como se ve en la lámina 11, figura 55, consta de los dos depósitos A y A' para el agua y el ácido respectivamente, en comunicación uno y otro, por medio de tubos con las llaves correspondientes, con otro tubo de mayor diámetro, provisto de diafragmas agu-

jereados, en el que se verifica la mezcla, que desemboca en la parte inferior del gran depósito *E* de limaduras de hierro, en el que se verifica la reacción conocida, saliendo el gas por un tubo que arranca de su parte superior y que le conduce al lavador *L*, desde el cual va al purificador *P* y de éste al secador *S* si se le ha de emplear inmediatamente, ó al gasómetro en caso contrario. El purificador se llena de carbón de leña y piedra pomez impregnada en permanganato de potasa, y el secador con carbón de leña, cloruro de calcio y sosa cáustica.

Para determinar las cantidades de agua y de ácido más convenientes para una buena marcha de la operación, tienen estudiadas prácticamente las posiciones correspondientes de las palancas con que maniobran las llaves de dichos tubos, y colocando un termómetro en la parte exterior del generador, aprecian la temperatura conveniente del líquido, que debe ser de unos 60 á 70 grados centígrados, cerrando la entrada del ácido y del agua cuando dicha temperatura aumenta hasta que vuelva á fluctuar entre aquéllos límites.

Manifiestan obtener un gas de una fuerza ascensional de 1 kilógramo por metro cúbico y que para la marcha normal de la operación, desde el punto de vista de la economía en el coste del gas y de la pureza de éste, la producción no debe exceder, en el aparato de que disponen, de 45 metros cúbicos por hora. Tienen éste instalado en un local independiente, y al exterior un gasómetro análogo á todos los demás del mismo género.

En la actualidad están ensayando los voltámetros Garutti para la producción del hidrógeno por la electrolisis del agua, y por consiguente en mejores condiciones de pureza. El oxígeno que obtienen empleando este procedimiento, y que antes conseguían tratando por el calor en hornillos especiales el peróxido de manganaso, lo aplican á la telegrafía óptica, usando lámparas de luz oxhídrica.

Por último, el aparato de que disponen en el Establecimiento Central Aerostático de Berlin, está representado en la lámina 11, figura 56, en el que, como se ve, después de verificada la mezcla del agua y del ácido en un depósito especial *D*, pasa ésta á la parte inferior de los depósitos *E* de limaduras de hierro, y de éstos, como la figura indica, á los lavadores sucesivos *L* y *L'* y al secador *S*.

En este aparato el depósito de limaduras de hierro es doble, á fin de poder emplearlos alternativamente, limpiando y cargando de hierro uno de ellos, mientras el otro funciona, y es también doble el lavador á fin de efectuar más esmeradamente la importante operación que tanto contribuye á la mayor pureza del gas.

Disponen para recoger éste del oportuno gasómetro y parece que el precio de aquél, ya comprimido en los tubos, viene á ser próximamente de 1 marco el metro cúbico, opinando, como los ingleses y franceses, que sale bastante impuro y contiene sulfuros, y algunas veces arsénico.

Actualmente y por economía adquieren el hidrógeno de la industria privada, para sus ejercicios de instrucción, en una fábrica en la que lo obtienen como producto secundario en condiciones de pureza bastante satisfactorias, al precio de 0,40 marcos el metro cúbico; pero tienen que transportarlo en pellejos para después comprimirlo en los cilindros, y parece que con esta operación les resulta de 0,50 á 0,60 marcos el metro cúbico.

Aparato para probar la fuerza ascensional del hidrógeno.

La producción del hidrógeno por el procedimiento químico, aun conducida la operación con todas las precauciones y cuidados, da lugar á diferencias muy sensibles en la fuerza ascensional del gas obtenido, así por las impurezas que pueda arrastrar como porque se encuentre en mejor ó peor estado de sequedad, y es siempre, por lo tanto, muy conveniente probar su ligereza y juzgar por consiguiente de sus buenas condiciones para el servicio.

Consíguese fácilmente este resultado llenando de hidrógeno un pequeño globo de prueba, construido de tripa de buey *(baudruche)*, después de conocer el peso de éste, y contrarrestando su fuerza ascensional hasta que se obtenga el equilibrio con otros varios pesos.

Pero como aun siendo perfectamente conocido el volumen del globo dicho puede variar la presión del gas y por lo tanto la cantidad que contenga, lo que daría lugar á indicaciones erróneas, es necesaria la in-

tervención de un contador con el que pueda medirse la cantidad de gas contenida en el globo á una presión determinada y la de un termómetro que haga conocer su temperatura.

De aquí que para todas estas operaciones se haga uso ordinariamente de los aparatos representados en la lámina 16, figura 77, en la que *M* representa la mesa de madera en que se hallan instalados el contador de gas *C*, el regulador de presiones *R*, el regulador para la presión inicial *r* con su válvula micrométrica correspondiente *v* y el globo *G*.

El contador de gas hidrógeno *C* consiste en una caja cilíndrica de porcelana, montada sobre una base provista de tornillos para nivelar el aparato, con el auxilio de la plomada *p*. En su cara anterior van dos cuadrantes con sus índices correspondientes, de los cuales el primero indica las medidas hasta de 5 litros, que corresponden á una vuelta completa, subdivididas en vigésimas de litro, mientras que el segundo acusa las medidas superiores hasta 50 litros.

En su parte superior lleva un termómetro de mercurio, cuyo depósito queda en el interior del aparato para conocer la temperatura del gas, y en su cara posterior las aberturas para la entrada y salida de éste, provistas de las llaves y roscas necesarias para enlazar el contador á la tubería. En uno de los costados existe un tubo de cristal indicador de nivel de agua, con las llaves de carga y descarga.

El regulador *R* de presiones entre límites pequeños, se compone de una balanza de precisión cuyo brazo apoya sobre el soporte vertical de la misma, por el intermedio de un sistema de ruedas, cuyo objeto es disminuir en lo posible el rozamiento entre ambos elementos. De uno de los extremos del brazo de la balanza, pende la campana de un pequeño gasómetro, y del otro el peso *p'*, que la equilibra cuando en el interior del mismo, que comunica con el tubo de conducción de hidrógeno al globo de prueba, tiene el gas la presión que se desea, que debe ser muy próxima á la atmosférica, aunque algo superior á ella para la buena marcha de la operación, y que se mide con el indicador de agua *i*. Este está formado por un tubo de cristal encorvado en forma de S, que tiene una de sus ramas en comunicación con la tubería de gas y la otra con la atmósfera. Dicho tubo, provisto de la graduación *e*, lleva en sus ramas cierta cantidad de agua, de modo que si la presión del gas en el

interior de la tubería fuese igual á la de la atmósfera, el nivel de aquélla en ambas ramas del tubo *i* sería el mismo, mientras que si dicha presión es superior á la de la atmósfera, subirá el nivel en la rama derecha y descenderá en la izquierda, pudiéndose leer en la graduación *e* la diferencia de niveles en milímetros y deducir sencillísimamente de este dato el exceso de la presión del gas sobre la presión atmosférica.

El regulador para la presión inicial *r*, consiste en una cámara ó depósito metálico de paredes gruesas, que presenta dos aberturas con las piezas y bridas necesarias para unir á dicha cámara el tubo de entrada del gas y el que le conduce al contador, el cual lleva una llave micrométrica *v* con su correspondiente aguja indicadora, que sirve para graduar sobre el cuadrante con toda precisión la entrada de gas en el contador, y por tanto, su presión en éste, con independencia completa de la que el hidrógeno pueda tener en la cámara reguladora *r*.

Por último, si se desea experimentar el gas comprimido contenido en un cilindro de acero, se coloca éste próximo á la mesa, enlazando su boca al tubo de admisión del regulador *r* por medio de otro auxiliar de conexión.

Conocidos ya los aparatos que constituyen la mesa de experiencia, veamos cómo se dispone y practica la operación, suponiéndolos enlazados como la figura indica con toda claridad. Se separa el globo de prueba de la boquilla en que termina el tubo de conducción de gas hidrógeno, quedando éste en comunicación con la atmósfera, y se abre muy poco la llave de cierre del cilindro *T* á fin de que el gas no éntre en dicho regulador con gran presión. Se abre después muy despacio la válvula micrométrica, con lo que el contador, que suponemos ya nivelado y con su carga de agua, comenzará á marchar muy lentamente. Se observa con cuidado la diferencia de niveles que acusa el agua en el tubo *i* para ver si la presión del gas es la que se desea, ó en qué sentido debe corregirse, lo que se conseguirá actuando convenientemente sobre las llaves de paso y sobre la micrométrica, ó sobre ésta solamente si se supone que la presión inicial es mayor que la deseada. Cuando la diferencia de niveles indicada sea la que se quiere, se coloca el peso conveniente *p'* que equilibre el de la campana correspondiente, y si ya por el olor

característico del hidrógeno y por la indicación que dé el contador, se tiene seguridad de que sale gas por la boquilla á que debe ajustarse el globo, y por lo tanto han quedado desalojadas de aire todas las capacidades, tanto de los aparatos como de los tubos de enlace, se coloca aquél apuntando la lectura exacta del contador en el momento de colocarle. En esta disposición permanecen los aparatos hasta que el globo de prueba esté lleno del todo, en cuyo caso se cierra la llave micrométrica y la del cilindro y se lee la indicación del contador. La diferencia entre esta lectura final y la inicial hecha en el instante de colocar el globo, da con toda exactitud la cantidad de gas que contiene éste, á la presión atmosférica, en el momento de la operación, aumentada en la fracción de atmósfera que corresponda al desnivel de agua que se haya mantenido en las ramas del indicador *i* y á la temperatura indicada por el termómetro del contador *C*. Por medio de cálculos sencillos, se deduce la cantidad de dicho gas contenido en el globo á la presión atmosférica y temperatura ambiente, y lastrando el globo hasta obtener el equilibrio, se halla la fuerza ascensional de dicha cantidad de gas en las citadas condiciones, que será igual al peso empleado como lastre, aumentado en el de la envoltura del globo vacío y plegado. Comparando dicha fuerza ascensional con la que en las mismas condiciones correspondería al hidrógeno puro, se podrá juzgar con exactitud de la pureza del gas ensayado y de sus condiciones para el servicio.

Si para la obtención del hidrógeno se sigue el procedimiento electrolítico, es inútil el empleo de los aparatos anteriores y de la prueba que acabamos de explicar; pues siendo el gas obtenido por este procedimiento químicamente puro, tendrá exactamente la densidad teórica.

Los aparatos y procedimientos que acabamos de exponer y hemos visto aplicar en el Establecimiento Central Aerostático de Aldershott, son, á nuestro juicio, excesivos para el objeto que se desea, pudiendo suprimirse, sin grave inconveniente, algunas de las partes de aquéllos, que sin ser de absoluta necesidad complican la operación y los hacen más costosos.

Producción del hidrógeno por la electrolisis del agua.

Los numerosos inconvenientes de los procedimientos y de los aparatos anteriormente descriptos para la preparación del hidrógeno, las malas condiciones de éste por las muchas impurezas que contiene, aun procediendo en su elaboración con las mayores precauciones, y el precio relativamente elevado á que resulta, unidos á la idea de transportarle en campaña comprimido en cilindros de acero, lo que disminuye considerablemente la importancia de obtenerlo en grandes cantidades y en tiempo relativamente corto, han hecho estudiar con mayor ahinco el problema de aplicar á este objeto la electrolisis del agua.

Antes de exponer los ya concluyentes resultados obtenidos en este camino, y con el fin de que puedan apreciarse los progresos realizados, parécenos conveniente advertir, limitándonos á recordar el fenómeno de la electrolisis del agua, como ensayo de laboratorio, que las dificultades que se oponían á convertir este experimento en procedimiento industrial, produciendo el hidrógeno y el oxígeno en grandes cantidades, consistían, principalmente, en las que presentaba la realización práctica de los voltámetros necesarios al efecto.

En el voltámetro de laboratorio se consigue la indispensable separación de los dos gases procedentes de la descomposición electrolítica del agua, recogiéndolos en dos campanas de cristal, en las que se introducen los electrodos, y como es consiguiente, la interposición de las paredes de aquéllas entre las láminas metálicas que constituyen éstos, opone una gran resistencia al paso de la corriente, que se traduce en una gran pérdida de la energía suministrada para el resultado apetecido. Era, pues, necesario, en primer lugar, encontrar un diafragma que, sin dar paso á los gases, no opusiera más que una resistencia insignificante á la corriente eléctrica, y después de un gran número de ensayos, efectuados con substancias diversas, se ha venido á concluir que una de las más á propósito para estos fines, estudiada bajo el doble aspecto citado, es indudablemente el amianto, que por lo mismo es también la que se usa frecuentemente en los voltámetros industriales.

Empleando el ácido sulfúrico para aumentar la conductibilidad eléctrica del agua y facilitar su descomposición, era forzoso emplear el platino para los electrodos de los voltámetros, y en tal concepto, teniendo en cuenta el muy elevado precio de dicho metal, se encontraba en esta circunstancia el segundo obstáculo para la solución práctica del problema, que no desapareció hasta que el ácido dicho fué substituído por una solución de sosa ó potasa cáustica de gran conductibilidad, que vino á hacer innecesario el empleo del platino y posible reemplazarlo con cualquier otro metal más económico.

Parece que los ingleses, y particularmente la fábrica Nordenfeld, han sido los primeros en buscar la solución de este problema, pero sólo nos son conocidos, aparte de los experimentos realizados en Rusia por Latchinow, y en Francia por Mr. Ducretel, los voltámetros de la casa Siemens Broothers, de Londres; el de Mr. Garutti, de Nápoles, y en fin, el de Mr. Renard, por más que este último no hemos tenido la suerte de verle, sin duda porque su autor no considera prudente enseñarlo.

Voltámetro Renard.—Los voltámetros industriales de Mr. Renard consisten en dos grandes cilindros concéntricos de palastro, de unos 4 metros de altura, separados en sus bases por medio de un anillo de ebonita. La parte inferior del cilindro exterior se halla cerrada por un cono invertido, en cuyo vértice existe una llave de desagüe, y el interior tiene su superficie agujereada para establecer la comunicación hidráulica, y está cubierto por una especie de bolsa de amianto, que desempeña el papel de diafragma.

El cilindro exterior forma el electrodo negativo y el interior el positivo y los gases producidos por la descomposición del agua se recogen, el hidrógeno, en la parte superior de la capacidad central, y el oxígeno, en el anillo periférico, desde donde ambos se conducen por medio de tubos á los gasómetros correspondientes.

A fin de evitar que por una obstrucción cualquiera de uno de los tubos de desprendimiento y conducción de los gases, pueda ocurrir, dentro de las capacidades dichas, una diferencia de presión accidental que produciría á su vez un desnivel del líquido en los dos compartimentos de la columna voltamétrica, y sería motivo para que la parte del diafragma no sumergido pudiese dar paso á los gases, se toma la precau-

ción de intercalar en las canalizaciones de éstos, un aparato compensador, que representamos en la lámina 12, figura 57, y que, como se vé, consiste en dos vasos comunicantes, llenos hasta la mitad de un líquido, que es generalmente un tartrato, que al mismo tiempo produce la depuración del gas. Los dos tubos que conducen á éstos el oxígeno y el hidrógeno, descienden exactamente hasta la misma altura en los dos frascos, y de este modo siempre que se produce una diferencia de presión entre los dos receptáculos, resulta inmediatamente un desnivel en los vasos comunicantes, pero sin que por esta circunstancia se altere la que se ejerce en la capa de igual nivel á que descienden los dos tubos, y por consiguiente tampoco en el trayecto de éstos al voltámetro.

En cuanto á las condiciones de producción y precio á que pueden obtenerse los dos gases por medio de estos aparatos, conviene recordar que adoptando la cifra de 2,7 volts en marcha normal, como diferencia de potenciales entre los reóforos y con una corriente de 365 ampères de intensidad, dan una producción por hora, á 10° y á presión normal, de $0^m,76$, de unos 158 litros de hidrógeno y la cantidad correspondiente de oxígeno.

En estas condiciones, con 10 caballos de fuerza medidos en el arbol motor, se obtendría 1 metro cúbico de hidrógeno y medio metro cúbico de oxígeno, como al parecer se ha comprobado en la práctica, y puesto que el precio de cada aparato no excede de 100 francos, se ve, desde luego, que los gastos de instalación, aun para una fábrica de alguna importancia que comprendiese un centenar de voltámetros y que produjese unos 20 metros cúbicos de gas por hora, no exigiría un desembolso exagerado.

Voltámetro Siemens.—Consiste en un cilindro de hierro fundido *a a*, lámina 12, figuras 58, 59 y 60, revestido al exterior con una substancia aisladora *t t*, para evitar las pérdidas de calor. Se apoya en unos pies *s s*, también de materia aisladora, y su parte superior está cerrada herméticamente por una tapa *b b*, que puede ser de metal ó de un cuerpo mal conductor del calor, si bien, en el primer caso, debe encontrarse aislada por un anillo *d d* de otro cilindro *c c*, á cuyo borde inferior va unida una tela metálica *h h*, que descansa sobre una pieza de porcelana *k*. Interiormente al *h*, y concéntrico con él, existe otro cilindro *f f* de hierro, que se apoya en la base *k*, y de cuyo borde superior arrancan dos

varillas *e e*, que reunidas al exterior forman el polo ó electrodo positivo. También concéntrico con el *h* y aislado de él se encuentra el polo negativo *g g*, que á su vez se apoya en el fondo del *a a* por la disposición *r r*, partiendo de su borde superior las varillas de hierro *j j* que se unen en *m* á otra análoga que atraviesa el cilindro exterior y que viene á formar el polo negativo. El tubo de nivel *p* acusa el del agua en el interior del voltámetro y tiene en *g* una llave de desagüe. Las aberturas de la cubierta *o*, *u* y *v*, provistas de sus correspondientes tubos, sirven respectivamente para cargar el voltámetro y para la salida de los dos gases.

En la operación es preciso que el nivel del líquido suba por encima del borde inferior del cilindro *c c* y para subvenir al consumo del agua, se hace uso de un largo embudo que penetrando por el agujero de carga *o* llega casi al fondo, á fin de que aquélla se mezcle mejor con la disolución alcalina de sosa ó potasa cáustica. La corriente eléctrica, al descomponer el agua, da lugar á que el hidrógeno se acumule en el espacio *m* y el oxígeno en el *n*, de los que pasan á los gasómetros correspondientes.

Los tubos de salida de los gases oxígeno é hidrógeno, tienen en su parte superior, figura 60, dos pequeños tubos horizontales, de los cuales el uno lleva una llave de prueba, y el otro un pequeño globo de película de tripa de buey, que sirve como válvula de seguridad en cuanto se rompiera, desde el momento en que hubiese algún exceso de presión que pudiera perjudicar al voltámetro.

Cada voltámetro produce en marcha normal 294 litros de gas hidrógeno por hora, y la cantidad correspondiente de oxígeno, exigiendo una corriente de 720 ampères de intensidad, con una diferencia de potenciales entre los electrodos del aparato de 3,25 volts. En tal concepto, para obtener una producción de gas de 5 á 10 metros cúbicos por hora, se necesitaría respectivamente una instalación de 18 á 35 voltámetros industriales, contando en ambos casos con tener uno de repuesto y dinamos de 720 ampères y 55 volts, ó de 720 ampères y 110 volts, movidas por máquinas de vapor de 60 ó de 120 caballos de vapor y las calderas correspondientes. El precio de cada voltámetro, embalado en Londres, es es de unos 680 francos.

Instalación de los voltámetros y de las máquinas necesarias para la electrolisis del agua y para la compresión de los gases.

Con el fin de poder apreciar cómo se combinan los diversos órganos ó elementos indispensables para una producción en grande de los gases oxígeno é hidrógeno por medio de la electrolisis del agua, tomaremos, por ejemplo, el caso en que la producción dicha hubiera de ser de 5 metros cúbicos del primero y 10 metros cúbicos del segundo por hora, y que, á la vez, comprenda las máquinas necesarias para la compresión de dichos gases, así como los gasómetros correspondientes, una vez que los principios y la forma que se observen para la disposición de las diversas partes que constituyen la instalación dicha, en este caso particular, serán los mismos, cualquiera que sea la importancia de la producción que se desee obtener, y por más que, desde luego, nos parecería más oportuno separar toda la parte relativa á la compresión de los gases en otro edificio independiente.

Desde luego, advertiremos que, como indica la lámina 12, figura 61, la instalación dicha puede verificarse en un edificio de planta rectangular de unos $10^{m},50$ de anchura por 15 metros de longitud, dividido en los tres departamentos señalados con las letras *A*, *B* y *C*, estableciendo al exterior los gasómetros.

De esta manera, en el local *A* se colocaría la caldera ó generador de vapor, con la potencia de producción necesaria para alimentar el motor de la dinamo y el de la máquina compresora, así como la bomba y los depósito para el agua y el calentador y tubo de entrada de ésta.

En el departamento *B*, se instalarían los motores de vapor en comunicación por el tubo correspondiente con el generador de vapor, siendo de advertir que de los motores instalados en *B*, el de la derecha sirve para mover la máquina dinamo-eléctrica, de cuyos polos parten dos cables, uno que va al cuadro de distribución y otro á los voltámetros del departamento *C*, y el de la izquierda es el de la máquina compresora, de la cual parte la tubería que la une con el gasómetro de hidrógeno,

que en el caso que examinamos nos parecería conveniente separar del motor anterior por medio de un tabique de división que los aislara.

En el departamento *C* se hallan los 34 voltámetros industriales, reunidos en dos grupos, constituyendo el conjunto una sola batería montada en tensión sobre el circuito exterior de la dinamo. En cada grupo, y entre las dos filas correspondientes de voltámetros, se hallan instaladas dos cañerías de hierro galvanizado, de 51 milímetros de diámetro, destinadas á recoger y conducir á los gasómetros respectivos los gases que se desprenden de cada uno de aquéllos, á cuyo efecto están provistas del número de pequeños tubos metálicos de 9 á 10 milímetros de diámetro, necesarios para unirlas por medio de otros de goma elástica á los de desprendimiento de los voltámetros, y que tienen sus correspondientes llaves para poder aislarlos en caso necesario. De este modo, cuando por una causa cualquiera es preciso retirar y substituir por otro, uno de los voltámetros de la batería, basta cerrar las llaves de los tubos de comunicación con los colectores generales de gas, desempalmar los cables que le enlazan eléctricamente con los aparatos adyacentes y efectuar el enlace eléctrico entre éstos, á no ser que, desde luego, se coloque en la batería el que haya de substituirlo.

Los enlaces eléctricos entre los voltámetros, se establecen por medio de trozos de cables de gran aislamiento y sección conveniente, terminados en ambos extremos en botones metálicos de forma tronco-cónica.

Los voltámetros se colocan sobre un fuerte entarimado y se levantan y se mueven por medio de un aparejo ó polea diferencial, que corre á lo largo de unos carriles colocados en vigas de madera á la altura conveniente.

Voltámetro Garutti.—El voltámetro del profesor Sr. Garutti, de Nápoles, se compone (lámina 13, figuras 62, 63, 64 y 65) de una caja *A* de madera, forrada interiormente de plomo, en cuyo fondo van los rastreles longitudinales *P P*, de la misma substancia, que sirven de apoyo á los transversales *p' p'*, y está destinada á contener el aparato electrolizador y el electrólito empleado, que es una disolución concentrada de sosa cáustica.

El aparato electrolizador consiste en una caja metálica sin fondo, subdividida en varios compartimentos por medio de planchas ó diafrag-

mas longitudinales de plomo, de un milimetro de espesor, soldadas á la tapa y á los testeros de aquélla.

Todos estos compartimentos están, pues, abiertos por su cara inferior de modo que el líquido ó electrólito alcanza en todas ellas el mismo nivel, y en cada uno de ellos va dispuesta alternativamente una plancha de plomo positiva ó una negativa, ó sea un anodo ó un catodo, aislada de las paredes laterales de la celda correspondiente por medio de reglas de madera de abeto *r r r*, para evitar que dichas planchas puedan ponerse en contacto metálico con las paredes laterales, aun cuando experimenten algunas deformaciones.

Las planchas positivas *b b*, llamadas anodos, tienen un espesor de 3 milímetros, por ser las que más se gastan á causa del óxido que en ellas se forma, mientras que dicho espesor es solo de 1 milímetro para las negativas ó catodos.

Los reóforos del aparato están formados por las planchas de plomo *B* y *C*, respectivamente, positiva y negativa, dispuestas paralelamente á los testeros ó lados menores de la caja metálica y hacia el borde inferior de éstos, enlazándose eléctricamente al *B*, todas las planchas positivas ó anodos *b*, y al *C*, todos los catodos *c*. Cada uno de los dos reóforos *B* y *C*, va situado en una cámara *D*, que en la cara correspondiente tiene orificios de comunicación, la del *B* con las celdas *positivas*, es decir, con aquellas que encierran anodos *b*, y la del *C* con las que contienen catodos, á fin de que el gas hidrógeno que se desprende en la superficie del electrodo positivo *B* y el oxígeno que rodea al *C*, hallen camino para pasar á las celdas en que, respectivamente, se recogen dichos gases.

Sobre la caja celular, y soldadas por su borde inferior á la tapa de ésta, van las dos cámaras *G G'*, en comunicación la primera con todas las celdas correspondientes á los catodos, por medio de orificios *F* practicados en la cara superior de cada celda de este género bajo la campana, y la segunda, de un modo análogo, con todas las celdas que lleven anodos, de modo que en la cámara *G* se recogerá el gas oxígeno procedente de la descomposición del electrolito por la corriente eléctrica y en la *G'* el gas hidrógeno.

Cada reóforo está soldado á una barra de cobre aislada con caucho,

que presenta en el exterior la pieza de empalme b' para el montaje de los voltámetros en batería, y cada caja metálica lleva en su cabeza las asas L para la maniobra y los refuerzos l en sus bordes superior é inferior.

Los tubos que conducen los gases desde las indicadas cámaras G y G' á los colectores que, á su vez, los llevan á los gasómetros correspondientes, presentan una disposición particular en su unión con aquéllas, así para conseguir el aislamiento eléctrico del aparato, como para obtener una especie de válvula de seguridad que preserve á éste de presiones superiores á las que normalmente debe soportar. La unión indicada consiste, sencillamente, en superponer al tubo de plomo t, que arranca de la parte superior de las cámaras dichas, otro tubo de cristal h, de diámetro un poco mayor, por el que pasa el gas al tubo de plomo c, que le conduce al colector general correspondiente, quedando eléctricamente aislado el aparato de la cañería. Concéntrico con los anteriores, y unido á la cámara repetida, existe otro tubo de plomo t' que se llena de agua en toda su altura, determinada por la consideración de que pueda hacer equilibrio á la presión que en marcha normal ejercen los gases, con lo que se obtiene una válvula de seguridad, puesto que si la presión interior del gas de alguna campana excede del límite indicado, se verterá el agua del cierre hidráulico correspondiente y el voltámetro no experimentará más que la presión fijada como máxima.

El aparato electrolizador se coloca sobre los rastreles transversales, en el fondo de la caja A, á fin de que por debajo de aquél quede un espacio en el que puedan depositarse todas las impurezas del agua empleada, sin que alteren el funcionamiento regular de la operación y dejándole á la vez aislado del suelo, por medio de las piezas de cristal ó porcelana M.

Para aprovechar por completo el rendimiento total de los aparatos, y advertir al mismo tiempo con facilidad cualquier fuga de gas que pudiera verificarse, á causa de alguna imperfección en las soldaduras, es condición indispensable que el nivel del agua en las cajas se encuentre siempre por encima de aquéllos, de modo que permanezcan completamente sumergidos.

Respecto á las propiedades de estos voltámetros, debemos hacer cons-

tar, desde luego, que son aparatos sencillos y sólidos, y que por tanto han de ser de larga duración y exigir muy pocas reparaciones, á la vez que funcionan con gran regularidad, sin necesidad de otra atención que la de conservar el nivel de agua en las cajas, en las condiciones que hemos dicho, siendo su precio bastante económico, por más que no podamos precisarlo.

Sometidos á informe del distinguido físico y electricista belga Mr. Eric Gerard, éste manifiesta que la producción de los repetidos voltámetros se acerca mucho á la teórica, concluyendo que el electrolizador de Mr. Garutti, constituye un señalado progreso, que resuelve de una manera industrial el problema de la electrolisis del agua.

Gasómetros.—Cualquiera que sea el procedimiento empleado para la producción del gas hidrógeno, y lo mismo para el oxígeno, cuando se emplea la electrolisis del agua, se les recoge en gasómetros de capacidad adecuada, conforme á la actividad de la producción y á las cantidades de dichos gases que se quieran almacenar.

Los gasómetros de referencia no difieren de los comunmente empleados con este objeto en todas las industrias análogas, y consisten, como indica la lámina 14, figura 66, en grandes cilindros de palastro *A*, abiertos por su parte inferior y sostenidos por una armadura de hierro *C C*, compuesta de columnas unidas en la parte superior por ligeras vigas de celosía. En dichas columnas, que son en mayor ó menor número según las dismensiones del gasómetro, existen las poleas *p p*, de las que se hallan suspendidos, por medio de cadenas con sus correspondientes contrapesos, los cilindros de palastro, que mediante esta disposición pueden subir y bajar con facilidad sobre un depósito de agua, que se construye de hierro ó de mampostería de ladrillo. El tubo acodado *t t* conduce el gas desde los generadores, que ordinariamente se encuentran á poca distancia y en lugar cubierto, así como los aparatos de compresión.

Los tamaños varían naturalmente, como ya hemos indicado, con las mayores ó menores cantidades de gas que se pretenda almacenar, pero los más comunmente usados en las aplicaciones á que nos referimos, son de unos 300 metros cúbicos para el destinado al hidrógeno, y de 150 metros cúbicos para el del oxígeno.

Compresión del gas hidrógeno.

La principal y más séria dificultad con que se ha luchado hasta estos últimos años para la aplicación regular de los globos aerostáticos en campaña, consistía esencialmente en la manera de proveer á su inflación; así que, después de los aparatos fijos empleados por los primeros aeronautas militares, á fines del siglo pasado, para la producción del hidrógeno, y que, como hemos visto, presentaban gravísimos inconvenientes en cuanto era necesario construir en puntos determinados los hornillos en que la dicha producción debía verificarse, llevando esto consigo la necesidad de que los globos tuvieran que llevarse á los centros indicados para surtirse del gas necesario, aparte de la lentitud y de los trabajos que eran precisos para obtener la cantidad de hidrógeno correspondiente á una sola inflación, todos los esfuerzos se dirigieron á conseguir aparatos móviles que, pudiendo seguir á los ejércitos en sus operaciones, produjesen, con relativa rapidez, el gas necesario para la inflación de los globos, en el momento preciso y en los lugares mismos en que fueran necesarios sus servicios.

Con este propósito, y fundados en distintos principios en cuanto á las reacciones químicas empleadas para la producción del hidrógeno, se idearon un gran número de aparatos móviles diversos, entre los que, los más generalizados y aún podemos añadir que casi los únicos en uso, fueron principalmente los que más adelante daremos á conocer, y en los que se obtiene el gas mediante la descomposición del agua por el ácido sulfúrico y las limaduras de hierro, exactamente como en los aparatos fijos que ya hemos descripto, y por consiguiente, formados de los mismos órganos que entran en la composición de éstos, aunque reducidos en volumen y pesos, y dispuestos en forma conveniente para su más fácil transporte.

Esto no obstante, ni por la naturaleza misma de estos aparatos es posible alcanzar la ligereza que fuera de desear para su servicio de campaña, ni la producción del hidrógeno se verifica en ellos con la velocidad requerida, ni ésta puede tener lugar con absoluta independencia de las

circunstancias locales, en cuanto se necesita disponer de un abundante manantial de agua, ni, en fin, y este es seguramente el más grave de todos sus inconvenientes, se pueden transportar sin el auxilio de un pesado y embarazoso convoy de carruajes las primeras materias necesarias para la fabricación del gas.

De aquí el que se haya pensado más tarde en transportar éste, comprimido á altas presiones, en cilindros de acero, y que hayan sido los ingleses, si no los autores de la idea, los primeros en realizarla, dotando de estos nuevos envases la sección aerostática que tomó parte en la campaña del Sudán, con éxito tan satisfactorio, que ya desde entonces se renunció en todos los ejércitos de Europa, casi en absoluto, al empleo de los generadores móviles de hidrógeno, adoptando este nuevo y fácil procedimiento de subvenir á las necesidades de sus aerostatos militares, lo que lleva consigo la instalación de aparatos fijos para la producción del hidrógeno y de máquinas á propósito para la compresión del gas en los cilindros de transporte.

Estas máquinas son de muy diversos sistemas, en cuanto á sus disposiciones, por más que en todas ellas se obedece al principio de efectuar la compresión sucesivamente en varias etapas, por decirlo así, hasta alcanzar la que, como límite, deba tener el gas en los cilindros, y entre las más generalizadas, adoptada desde luego en los establecimientos aerostáticos del ejército inglés y del ejército italiano, mencionaremos la siguiente:

Máquina de compresión.—Consta (lámina 14, figuras 67 y 68), de tres cilindros verticales de bronce de distinto diámetro, situados en el interior del paralelepípedo P, lleno de agua, que se renueva constantemente para contrarrestar la elevación de temperatura que experimenta el gas por efecto de la compresión, y á fin de que ésta se verifique á la presión deseada y á la temperatura ordinaria. Con el mismo objeto, la comunicación entre los cilindros dichos tiene lugar por medio de tubos de cobre en espiral, también sumergidos en el agua del depósito, siendo el primero de aquéllos de doble efecto y hallándose los tres en comunicación directa con los manómetros correspondientes m, m' y m''.

Los vástagos de los tres émbolos se enlazan mediante las piezas t á

las bielas *b*, montadas sobre el árbol horizontal acodado *E*, que se halla directamente unido al del motor vertical de vapor *M*.

El paralelepípedo *P* está sostenido en su parte anterior por las tres columnas *c*, y en la posterior por una gruesa plancha de fundición, á la que se unen las guías de las piezas *t*.

La compresión del gas se verifica sucesivamente, en los tres cilindros dichos, á presiones progresivamente mayores, y antes de penetrar en el primero pasa por un globo de cristal con agua, á fin de que arrastre la humedad necesaria para producir un cierre hermético de las uniones, dejándola después de salir del tercero, por efecto de la compresión, en un depósito *D*, que al efecto tiene el aparato, y saliendo el gas comprido y seco por el tubo de carga *T* á los tubos de acero, en los que se almacena para su transporte, á la presión indicada en el manómetro *m''*.

Con esta máquina puede alcanzarse una presión hasta de 300 atmósferas, por más que ordinariamente no exceda de 120 la compresión en los cilindros, y según el tipo adoptado puede comprimirse una cantidad de 15 á 30 metros cúbicos por hora.

En el Establecimiento Central de Schoneberg, Berlin, efectúan la compresión con una máquina de grandes dimensiones de tres cilindros horizontales, en el primero de los cuales se comprime el gas, según indicaciones de su manómetro, á 80 atmósferas: de éste pasa al segundo, en el que se comprime hasta 150 atmósferas, y por fin, de éste al tercero, en el que la compresión llega á 200 atmósferas, que es la reglamentaria.

La operación de comprimir el gas en los tubos puede hacerse procediendo sucesivamente con cada uno de éstos como lo hacen en Italia, en cuyo caso llenan ordinariamente de 40 á 45 tubos al día, aunque pueden llegar á 80 forzando un poco el trabajo ó llenando varios á la vez, como lo hacen en Inglaterra, adoptando la siguiente disposición.

Ya directamente en el suelo ó sobre rastreles cajeados, se colocan horizontales y paralelos el número de tubos que se hayan de llenar, y en dirección perpendicular á los ejes de éstos el colector de hidrógeno, que es otro tubo de sección cuadrada, á fin de poder ajustar á una de sus caras planas los tubos de bronce que han de enlazarle á los cilindros.

En este caso suelen proveer de un manómetro cada uno de los tubos de conexión de los cilindros mencionados.

La caldera de vapor correspondiente á la máquina compresora se halla siempre instalada en un local completamente separado del de ésta, comunicándose solamente por el taladro que da paso al tubo de conducción del vapor.

Cilindros para el transporte del hidrógeno comprimido.—Los tubos ó cilindros empleados para el transporte del hidrógeno consisten en unas vasijas de acero de muy buena calidad, de forma cilíndrica, terminadas en sus extremos por dos casquetes esféricos, como indica la lámina 15, figura 69, en uno de los cuales y en la dirección del eje del cilindro presentan la abertura aterrajada *A*, en la que llevan una llave ó cierre de bronce que los obtura herméticamente y se opone á la salida del gas después de llenos.

Son muchos los tipos de cilindros de esta clase y muchas las fábricas en que se construyen, así en Inglaterra como en Francia y en Alemania; pero todos ellos afectan próximamente la misma forma, á pesar de la gran variedad de sus tamaños, y en todas partes emplean el mismo procedimiento para obtenerlos de una sola pieza y sin soldaduras, á fin de asegurarles una resistencia homogénea en todos sentidos.

Al ocuparnos del material aerostático de campaña indicaremos los cilindros adoptados en los diversos ejércitos para el transporte del hidrógeno, y en tal concepto nos limitaremos aquí á describir algunos de los cierres más usados, de los que existe una grandísima variedad, por más que, prescindiendo de la mayor ó menor complicación de sus mecanismos, todos ellos ofrecen suficientes garantías para el objeto á que se les destina, al decir de los que han tenido ocasión de ensayarlos en gran número.

Es uno de los más sencillos el representado en la lámina 15, figura 70, en el que la obturación se verifica mediante una varilla roscada *v*, cuya parte inferior tronco-cónica se adapta perfectamente á una cavidad de la misma forma que lleva el cierre en su interior, efectuándose la entrada y salida del gas por la abertura lateral *A*, que lleva á su vez una parte aterrajada en su interior para poder unirla al tubo de conexión correspondiente.

La varilla v termina en su parte superior en un cuadradillo ó cubo c, al que se adapta una llave á propósito para hacerla girar en el sentido conveniente, y á la parte superior del cierre se ajusta la pieza p que protege al cuadradillo c.

Otro tipo de cierre, adoptado por la casa Mannesmann para los cilindros que construye, es el de la lámina 15, figura 71, en la que v representa la varilla roscada que efectúa la obturación por medio del tronco de cono t de la extremidad inferior, siendo C el cuadradillo en que ésta termina por su parte superior, A la abertura lateral para la salida del gas, y por fin, S y S' dos casquetes metálicos con los que se cubren las partes anteriormente indicadas y que contribuyen á la mejor obturación mediante los discos ó rodajas de cuero r y r'.

Por último, el representado en la lámina 15, figura 72, es el de Siemens Mannesmann, y difiere de los anteriores en que la obturación se verifica por medio de la varilla roscada lateral v, que termina en una punta que afecta forma elipsoidal e y se aloja en un hueco análogo reservado en el interior del cierre á la extremidad del conducto h, que como se vé se separa de la dirección del eje del cilindro. Para asegurar la varilla dicha y proteger al mismo tiempo el cuadradillo c en que ésta termina, al exterior lleva otra pieza cilíndrica p.

Para dar movimiento de rotación á las varillas roscadas v de los distintos cierres descriptos, se emplean llaves especiales como las representadas en la lámina 15, figuras 73 y 74.

Se prueba la eficacia de las disposiciones anteriores sumergiendo los tubos llenos de hidrógeno comprimido en un depósito de agua que los cubra por completo, puesto que si existen pérdidas de gas se revelerán en la superficie del líquido por la presencia de burbujas, y para juzgar de la precisión con que regulan la salida, se humedece el extremo del agujero con espuma de jabon, é imprimiendo un ligerísimo movimiento á la llave debe formarse una pequeña ampolla ó burbuja sin estallar.

De los datos que hemos podido recoger durante nuestro viaje, relativos á la fabricación de los tubos ó cilindros de referencia, indicaremos á continuación los que por su orígen nos parecen más fidedignos.

La casa *Rheinische Metallwaaren und Muchineufabrik, de Dusseldorf*, que ha facilitado material de esta clase al ejército alemán, tiene un tipo

de fabricación corriente, sin perjuicio de construirlos de las dimensiones que se deseen, de 200 milímetros de diámetro exterior, 1450 de longitud, 6 á 6,5 milímetros de espesor de paredes, de 50 kilógramos de peso, probados á una presión de 200 á 250 atmósferas y á un precio de 6400 marcos el 100, con sus cierres correspondientes, siendo el precio del 100 de estos últimos, separadamente, de 900 marcos.

La *Scoth & Irish Oxigen CO Ld., de Glasgow*, construye los dos tipos siguientes: Uno de 133 milímetros de diámetro, 1650 de longitud, 5,06 milímetros de espesor y de unos 30 kilógramos de peso, probados de 160 á 200 atmósferas, siendo el precio de cada tubo de 2 libras ó sea de unas 60 pesetas. El segundo tipo tiene un diámetro de 133 milímetros, 2032 milímetros de longitud, 6,36 milímetros de espesor, 45 kilógramos de peso sometido á la misma presión que el anterior, siendo el precio de cada tubo de 2 libras y media ó sea de unas 75 pesetas.

En fin, la casa *Mannesmann, de Düsseldorf* (Alemania), ofrece la variedad de tipos contenidos en la tabla siguiente:

DIMENSIONES.			Capacidad de agua.	Capacidad de hidrógeno comprimido á 120 atmósferas.	Peso neto sin cierre.	Precio en francos.
Diámetro exterior. — *mm.*	Espesor de paredes. — *mm.*	Longitud. — *mm.*	— *litros.*	— *m.*3	— *kg.*	— *oro.*
204	7,5	1400	36	4,32	53	93,75
203	6,5	1330	33,5	4,02	49,4	51,75
203	6,5	1090	26,8	3,22	41	31,57
160	5,5	1310	20,1	2,41	31	26,25
140	5	1370	16,75	2,01	26,7	20,60
140	5	1120	13,4	1,61	22,4	18,40
140	5	930	10,72	1,29	19,2	17

El primero de los tipos dichos ha sido facilitado por la casa mencionada á las secciones aerostáticas de Alemania, Baviera y Austria-Hungría, garantizando en todos ellos que no experimentan la menor deformación sometidos á una presión interior de 200 atmósferas.

Pruebas de resistencia de los cilindros de acero.—Con el objeto de apreciar la resistencia de los cilindros antedichos, y las garantías que ofrecen durante su servicio desde este punto de vista, conviene someterlos á frecuentes pruebas que permitan juzgar de esta cir-

cunstancia, y que ordinariamente están reducidas á montar verticalmente el cilindro que se quiere probar entre dos garras de hierro que le sujetan y á llenarlo de agua, impeliendo ésta con una bomba hidráulica movida á brazo, hasta que el manómetro intercalado en el circuito de inyección acuse una presión doble de la reglamentaria sin que el cilindro experimente deformación alguna.

Con este procedimiento, sin embargo, puede darse el caso de alcanzar en la prueba el límite máximo de resistencia del cilindro, y aun dar lugar con esto á que salga de ella resentido y su resistencia no sea ya la que debiera tener, por lo que parece más conveniente efectuar las pruebas dichas por medio del aparato lámina 16, figura 75 y en la forma que se indica á continuación.

Lleno de agua el cilindro que se trata de probar *C*, se le introduce verticalmente en el depósito metálico de forma análoga *D*, completamente lleno, á su vez, de agua, de manera que cerrado por la parte superior con una corona anular de goma ó caucho, no contenga cantidad alguna de aire. Después de colocada la corona dicha alrededor del cuello del cilindro é inflado el anillo de goma que la compone, se sujeta el cilindro á una presión hidráulica interior por medio de una bomba *B*, que haciéndole aumentar de volumen rechaza el agua del depósito en que está sumergido y la obliga á subir en relación con el aumento dicho en el tubo indicador *T*, de modo que cuando la dicha presión cesa sin haber excedido del límite de elasticidad del metal, el cilindro vuelve á su primitivo volumen y la columna de agua desciende en el tubo *T* á su nivel ordinario, demostrando con esto la invariabilidad que se deseaba en el cilindro de referencia, y que, por consiguiente, satisface perfectamente las exigencias del servicio á que se le destina.

Conservación de los cilindros de acero.—Los cilindros de acero deben reconocerse escrupulosamente siempre que hayan de cargarse, atendiendo á que no presenten el menor principio de oxidación en ninguno de sus puntos, y renovando frecuentemente con este objeto la pintura que exteriormente los recubre, á la vez que se les conserva convenientemente apilados en lugares cubiertos y aislados de la humedad del suelo por medio de largueros que presentan las entalladuras necesarias á su buen asiento. Los alemanes emplean con este objeto un

cobertizo especial (lámina 16, fig. 76) de la altura y dimensiones convenientes para poder manejarlos con facilidad, y en el que los conservan aparcados en distintos grupos, segun su numeración.

Cuando en el reconocimiento indicado presente alguno de los cilindros señales de oxidación que hagan dudar acerca de su resistencia, debe tomarse la precaución de cargar los que se hallen en este caso á una presión menor que la reglamentaria y aun sujetarlos á nuevas pruebas hidráulicas si así se estima conveniente. No hay para qué decir, que en el entretenimiento de los cilindros debe prestarse atención muy preferente á los cierres, comprobando su ajuste y teniéndolos perfectamente limpios y engrasados para que funcionen sin el menor entorpecimiento y con la precisión deseada.

IV.

Trenes aerostáticos de campaña.

Desígnase con este nombre el conjunto de todo el material aerostático que sigue á los ejércitos en sus operaciones de campaña y de los carros necesarios para su transporte, y es una de las partes de este servicio especial en la que se han introducido mayores modificaciones y en la que se han realizado más considerables progresos durante estos últimos años.

Reducidos los aeronautas militares en sus primeras aplicaciones á fines del siglo pasado á tener que llenar los globos en puntos determinados, en los que habían construído al efecto los hornillos necesarios para la producción del hidrógeno, como ya hemos tenido ocasión de advertir, veíanse obligados á transportar aquéllos llenos, siguiendo á los ejércitos en sus marchas durante meses enteros, y era forzoso que verificasen esta operación á brazo, con todas las fatigas, lentitudes y dificultades inherentes á este género de transporte, que consistía en conducir el globo á muy pequeña altura, sujeto por un cierto número de cuerdas que partían del ecuador del mismo, debiendo marchar los hombres que las sujetaban divididos en dos grandes grupos por los dos linderos del camino.

Imponíase, pues, como primera condición, que tendiera á hacer práctico este servicio en campaña, por una parte, la facultad de poder llenar el globo en un punto cualquiera y subvenir diariamente ó con la frecuencia necesaria á las pérdidas de gas que constantemente experimenta, y por otra, la de facilitar su transporte haciéndolo más rápido y menos fatigoso. Ambas cosas se consiguieron, desde luego, dentro de ciertos límites en los trenes aerostáticos modernos, que cuentan como dos de sus principales elementes con generadores de gas hidrógeno, montados en carros de cuatro ruedas de suficiente movilidad, y con carros-tornos movidos á brazo ó por la fuerza del vapor, que no sólo permiten

transportar el globo en las condiciones requeridas, sino que facilitan considerablemente sus movimientos de subida y bajada, y permiten efectuar éstos con gran rapidez.

Empezaremos, pues, por describir estos dos tan importantes aparatos y los que con más aceptación produce la industria privada, antes de indicar la composición general de dichos trenes en los diferentes ejércitos que hemos tenido ocasión de visitar.

Generadores móviles de hidrógeno.—Los generadores á que nos referimos son todos ellos de circulación contínua, con las ventajas consiguientes que ya hemos hecho resaltar, y se fundan en la descomposición del agua por medio de las limaduras de hierro ó de zinc y del ácido sulfúrico, cuyo procedimiento hemos explicado ya en detalle al ocuparnos de las instalaciones fijas para la producción del hidrógeno.

Advertiremos, pues, en vista de lo dicho, y esto nos evitará descender á detalles enojosos é inútiles en la descripción de los diversos tipos de generadores que vamos á emprender, que, fundados todos ellos en los principios expuestos, constan, como es consiguiente, de las mismas partes que los generadores fijos, más ó menos hábil é ingeniosamente dispuestos en carros de cuatro ruedas, en vista de facilitar su transporte y de obtener el hidrógeno en las mejores condiciones posibles, y en cantidades suficientes para abreviar la inflación de los aerostatos, de modo que, en rigor, sólo difieren unos tipos de otros en detalles de construcción, y en que sean por la disposición de sus elementos más ó menos eficaces para el objeto á que se destinan algunas de sus partes esenciales.

Generador sistema Yon.—Partiendo, pues, de estas consideraciones, empezaremos por describir el primer generador de hidrógeno empleado por Mr. Yon en sus parques móviles, para poder apreciar las ventajas que se han obtenido con las modificaciones que en ellos se han ido introduciendo. Consta el generador dicho (lámina 17, fig. 78), de un gran recipiente *B* de palastro de hierro, forrado interiormente de plomo, que se llena de limaduras de hierro y cuya parte superior se cubre con una campana de palastro por medio de un cierre hidráulico. El agua y el ácido necesarios para la producción del gas, son absorbidos é impelidos simultáneamente en las proporciones convenientes por las

bombas *A*, accionadas por unos cilindros de vapor que se ponen en comunicación por medio de un largo tubo de goma con la caldera montada en el carro-torno, que más adelante describiremos. Dichos dos líquidos entran en el tubo *C*, y después de mezclarse perfectamente pasando á través de diafragmas agujereados que dicho tuvo contiene, van al gran recipiente *B* por su parte inferior, y atravesando un doble fondo agujereado, suben á través del hierro que se disuelve poco á poco, y que por la acción del ácido sulfúrico descompone el agua y da orígen, como sabemos, al gas hidrógeno que sale por el tuvo *H*, y al sulfato de hierro que se vierte de una manera contínua por el tubo sifón de descarga *D*. De esta manera, á medida que se consume el hierro de la parte inferior del recipiente *B*, es substituido con el que está encima y desciende por su propio peso, de modo que la producción del gas se efectúa sin interrupción.

Del generador *B* pasa muy cargado de vapor de agua y ligeramente ácido por el tubo ya mencionado *H*, que le conduce á la parte inferior del lavador *L*, en el que penetra por un gran número de tubos atravesados de pequeños agujeros. Dicho lavador es un depósito cilíndrico de palastro de hierro con cierre hidráulico, en cuya parte superior se introduce, por medio de otra bomba y del tubo *A*, cierta cantidad de agua que, pasando por otra série de tubos provistos de gran número de agujeros, cae en forma de lluvia y se renueva constantemente, siendo parte de ella aspirada por la bomba que la inyecta en el generador *B*, y descargándose el exceso por el tubo sifón *D'* después de haber lavado el hidrógeno que sube á través de la lluvia de agua del lavador para penetrar en seguida en el secador *S* por el tubo *H'*, pasando de éste por medio de otro tubo al *S*, y saliendo finalmente por el que lleva la llave *L l*.

Los secadores consisten en dos cilindros de palastro de doble fondo perforado, llenos de cloruro de calcio, que es suficiente para la desecación del hidrógeno, pero al que conviene añadir, en el primero, alguna cantidad de sosa cáustica, porque si el gas contuviese todavía algún resto de ácido sulfúrico, podría dar orígen en presencia del cloruro de calcio á la formación de una parte de ácido clorhídrico, que, aun siendo muy pequeña, perjudicaría á la tela del globo.

El hidrógeno llega á la parte inferior del primer secador *S* por el tubo *H'*, y después de atravesar de abajo arriba la columna de cloruro de calcio y sosa cáustica, pasa por otro tubo á la parte inferior del *S'*, y atravesando en la misma dirección otra columna análoga á la primera, sale de la parte superior de éste por la llave *Ll* y un tubo de seda impermeable, que lo conduce al globo.

Entre el recipiente generador *B* y el lavador *L* están las bombas para el agua y el ácido, y el cilindro que las pone en movimiento recibe el vapor de la caldera del carro-torno por medio de un tubo de caucho. La bomba de agua es de doble efecto, siendo de volúmenes diferentes los dos cuerpos de que consta, de modo que el mayor sirva para alimentar el lavador y el más pequeño suministre el agua necesaria para la producción del hidrógeno. La del ácido es de bronce fosforoso, á fin de que no sea corroida por el líquido y sirve para impeler el ácido sulfúrico en cantidad conveniente, de modo que cualquiera que sea la velocidad del mecanismo se conserve siempre la proporción establecida entre el agua y el ácido.

El recipiente *B* y el lavador *L* llevan en la parte superior de sus cubiertas ó campanas de cierre dos llaves *r* y *r'*, que deberán mantenarse abiertas durante el primer período de la operación, para dar salida al aire interior cuando empieza á producirse el hidrógeno, y que, por consiguiente, deben cerrarse tan pronto como se haya conseguido el objeto á que se destinan; y análogamente, y con el objeto de facilitar la descarga de las diferentes partes del aparato, el recipiente *B* y los secadores tienen en sus partes inferiores las aberturas *a*, que se cierran herméticamente por medio de portezuelas y autoclaves, mientras que el lavador va provisto, con el mismo objeto, de una llave colocada en el punto más bajo de su fondo.

Vése, pués, que para proceder á funcionar con este aparato, y una vez levantadas las tapas de sus diferentes recipientes, se cargan con las substancias indicadas cerrando después las del generador *B* y lavador *L* como indica la figura 79, es decir, vertiendo agua en cantidad conveniente en la superficie anular *a*, colocando la campana *c* y atornillando las tuercas *t*. Las tapas de las aberturas superiores de los secadores se cierran con los autoclaves que indica la figura 80, y hecho esto, se po-

nen los tubos de aspiración de las bombas de agua y de ácido en comunicación por medio de los tubos convenientes con los depósitos respectivos de uno y otro líquido y se establece la comunicación con la caldera de vapor del carro-torno.

La cantidad de hidrógeno que puede obtenerse con este aparato en condiciones normales, se calcula en 200 á 250 metros cúbicos por hora, y el peso total del generador instalado en su carruaje es de 2600 kilógramos.

Nuevo tipo de generador Yon.—El generador á que acabamos de referirnos, presentaba el inconveniente de que, siendo una sola la columna de limaduras de hierro que había de atravesar el agua acidulada, existía siempre una pérdida considerable de ácido, que podía apreciarse en el sulfato de hierro, resíduo de la operación, y como en esta clase de aparatos se procura, en primer término, obtener una gran producción de gas en el menor tiempo posible, violentando, por consiguiente, la marcha normal con mucha frecuencia, y haciendo, por lo tanto, más difícil el arreglo exacto de las cantidades de agua y ácido necesarias para el buen aprovechamiento de estas substancias, han modificado el aparato dicho substituyendo el único gran recipiente generador *B* del tipo descripto, con otros dos en comunicación, de modo que la mezcla acidulada tenga que atravesar dos columnas de limaduras de hierro en lugar de una sola, como sucedía en el primero.

Consta, pues, el nuevo tipo de generador (lámina 18, fig. 81), de dos recipientes *B* y *B'* llenos de limaduras de hierro y unidos entre sí por el tubo *T*, que desde la parte superior del primero entra en la inferior del segundo, estando unidos, á su vez, en sus partes superiores ó cámaras de gas por el tubo *T'* para la circulación del hidrógeno producido, de modo que la mezcla ácida, después de haber atravesado la columna de limaduras de hierro contenida en el recipiente *B*, tiene que atravesar todavía la que ocupa el recipiente *B'* antes de salir por el tubo de descarga *D*, y por consiguiente, parece ofrecer mejor aprovechamiento del ácido sulfúrico, evitando que éste se pierda, en parte, como en el tipo anterior.

Esta disposición es la diferencia esencial que caracteriza el nuevo generador de gas hidrógeno del material aerostático militar de los suce-

sores de Mr. Yon, siendo por lo demás en un todo análogo al anteriormente descripto, aunque con algunas diferencias en la colocación relativa de sus distintos órganos, como se ve en la figura indicada, en la que *A* son las bombas para el agua y para el ácido con sus tubos de aspiración é impulsión correspondientes; *C*, el tubo en que se verifica la mezcla; *R*, el que conduce el agua al lavador; *L*, el lavador; y *S*, los secadores, de modo que el gas penetra en la parte inferior del lavador por el tubo *X* y de éste pasa á los secadores mediante el *Z*.

Todavía, con el objeto de hacer más eficaz el lavado del hidrógeno, que es tan importante como ya sabemos para obtener este gas en condiciones convenientes de pureza, construye otro tipo de generador exactamente igual al que acabamos de describir, aunque con el aditamento de un nuevo lavador situado en la parte inferior del carro, por el que pasa el gas antes de llegar al lavador principal *L*, de que hemos hecho mención.

Generador de hidrógeno extra-ligero sistema Yon.—Por último, y á fin de evitar el empleo de la máquina de vapor en los trenes de campaña que designa con el nombre de extra-ligeros, construyen otro modelo de generador (lámina 18, figuras 82 y 83), que, como se vé, sólo difiere del anterior en que las bombas de agua y ácido del aparato, en lugar de ser movidas por el vapor, lo son á brazo, mediante un árbol y sus manivelas correspondientes, que se indican en la figura, sin que por lo demás sea necesario insistir en la disposición del resto de sus elementos para la perfecta comprensión de este tipo, que es por consiguiente mucho más ligero que los anteriores.

Generador transportable del ejército francés.—El generador de gas hidrógeno transportable del ejército francés, está basado en los mismos principios que ya expusimos al ocuparnos del generador fijo del Establecimiento Aerostático de Chalais-Meudon, y aun parece que sea anterior y haya dado orígen á los que hoy construye la industria privada, una vez que Mr. Renard pretende tener perfecto derecho á la invención principal que sirve de base á todos ellos, cual es la de la circulación contínua de la mezcla acidulada, á través de las columnas de limaduras de hierro.

Se compone, pues, de dos grandes recipientes *G* y *G'* (lámina 19, fi-

guras 84, 85, 86, 86′ y 87), cuyas dimensiones han sido convenientemente calculadas para que, con arreglo á cierta velocidad de circulación, la mezcla del agua y del ácido sulfúrico haya experimentado una reacción química completa después de haberlos atravesado. Por otra parte, se hallan montados en derivación, de modo que se pueda trabajar con los dos á la vez, que es lo que sucede ordinariamente, ó sólo con uno de ellos, mientras se procede á renovar la carga de limaduras de hierro en el otro, pudiendo, por lo tanto, de este modo producir sin interrupción una cantidad indefinida de gas, con un aparato de dimensiones relativamente pequeñas.

En este aparato la mezcla del agua y del ácido se verifica en un depósito *M* que suple al tubo de mezcla de los tipos ya descriptos y del que pueden sacarse por el tubo *t* las cantidades necesarias para comprobar su grado de concentración y regular en su vista las de agua y ácido exactamente precisas para obtener la acidulación del líquido más conveniente á la buena reacción química. A partir de la caja ó vasija en que se verifica la mezcla, el líquido baja por un tubo *T* que se bifurca, y cada una de cuyas ramas se dirige á las partes inferiores de los recipientes *G G′* ó solamente á uno de ellos, aislando el otro por medio de las llaves que al efecto tienen las dos ramas de la bifurcación.

El gas producido durante la circulación del agua acidulada en contacto con las limaduras de hierro, se escapa, á su vez, de las partes superiores de los repetidos depósitos *G* y *G′* por medio de dos tubos provistos de sus llaves correspondientes, que se unen antes de entrar en el fondo del lavador *L*, de cuya parte superior arranca el tubo *X* de desprendimiento del gas que lo lleva al globo.

Mr. Renard opina que no hay paradoja más exacta que la que dice que «para secar bien el gas, es preciso lavarle mucho», y en tal concepto, confiando en la eficacia del lavador especial de que van provistos sus aparatos, ha suprimido desde luego los secadores con que cuentan los demás del mismo género.

Los grandes cilindros *G* y *G′* tienen, á conveniente altura, los tubos de descarga para el sulfato de hierro, resíduo de la operación, y afectan la disposición particular que indica la figura 85, reducida, como se vé, á substituir el tubo-sifón de descarga de los otros aparatos con el sifón

anular que aquélla representa y que se coloca en el momento de empezar á funcionar el aparato por medio de la tuerca superior, que se atornilla á la rosca en que termina la parte acodada de dicho tubo de descarga.

Para vaciar con facilidad y rápidamente los recipientes G y G', los fondos de éstos son movibles y afectan la forma que indica la figura 86, es decir, que se componen de dos cilindros enchufados c y c' que ajustan perfectamente mediante un reborde del primero, provisto de un anillo de caucho, sobre el que viene á apoyarse el borde superior del cilindro exterior cuando está cerrado. Para mantenerlo en esta posición lleva éste, en sentido de uno de los diámetros de su fondo, una fuerte pieza de hierro, á cuyos extremos se articulan dos piezas a que terminan en una tuerca T en su extremo libre y se sujetan sobre los dos topes t, cuya disposición permite abrirlos y cerrarlos con gran sencillez.

Análogamente, las cubiertas que cierran los mencionados cilindros por su parte superior, se sujetan muy eficazmente por medio de unos resortes r, cuyos extremos superiores se enlazan á las tapas como indica la figura correspondiente.

En fin, el aparato de referencia es todo él de cobre pulimentado; pesa unos 2300 kilógramos y parece que es capaz de producir de 200 á 300 metros cúbicos de gas hidrógeno por hora.

Generadores transportables de hidrógeno en Inglaterra, Alemania é Italia.—En cuanto á los ingleses, parecen haber renunciado definitivamente al uso de los generadores de hidrógeno de campaña, una vez que se decidieron á llevar el gas comprimido en cilindros de acero, como más adelante veremos, aunque no sin haber ensayado antes el modo más conveniente de obtenerlo en uno de los aparatos mencionados, adoptando varias disposiciones, entre las que se cuenta, y la citamos como simple recuerdo, un generador de hidrógeno proyectado por el actual coronel de Ingenieros Sr. Templer, fundado en el bien conocido fenómeno de la descomposición del vapor de agua al atravesar una masa de limaduras de hierro enrojecidas.

Los alemanes por su parte siguen la misma conducta, aun después de haber probado un nuevo modelo de generador de campaña, basado en la descomposición del agua del hidrato de cal por el zinc.

El aparato empleado consistía en un horno montado sobre un carruaje tirado por cuatro caballos, en el que se calentaban las retortas de fundición que contenían las dos substancias indicadas, y que según nuestras noticias producía una cantidad de 250 metros cúbicos de hidrógeno por hora. El zinc y el hidrato de cal se introducían en las retortas en forma de copelas alargadas y la reacción exigía una temperatura bastante elevada. El zinc que se emplea en esta operación no es un producto corriente, sino que debe estar en estado pulverulento según se le encuentra como resíduo de fabricación adherido á las paredes de las vasijas usadas en la extracción del zinc de la calamina.

Por último, en Italia conservan para sus trenes aerostáticos de sitio y plaza los generadores que hemos dado á conocer del tipo construido por los herederos de Mr. Yon.

Sea como quiera, aun en aquellos ejércitos que conservan los generadores de gas hidrógeno transportables, han renunciado ya definitivamente al uso de ellos en campaña, no sólo por las dificultades que ofrecía el transporte de las primeras materias para la producción del gas expresado, sino también por lo que se tardaba en la operación de llenar el globo, por la necesidad para efectuar ésta de encontrar un sitio á propósito y con un abundante caudal de agua, lo que no siempre es fácil; y en fin, porque habiendo de proveer diariamente á las pérdidas de gas que el globo experimenta para conservarle siempre con la conveniente fuerza ascensional, era necesario transportar lleno otro globo de menores dimensiones, en general de 60 á 80 metros cúbicos, en el que á manera de gasómetro se llevaban aquellos suplementos de gas, si es que no se había de proceder todos los días, lo que resultaba pesado, dispendioso y difícil, á poner en acción el generador de gas hidrógeno.

Inconvenientes de los generadores de hidrógeno transportables.—Fácil es darse cuenta de una manera clara y concluyente de las dificultades enumeradas respecto al transporte de las primeras materias, haciendo un cálculo sencillo de las cantidades de hierro y de ácido sulfúrico que son indispensables para producir el hidrógeno necesario á la inflación de un globo de 540 á 550 metros cúbicos, como son los del tamaño normal, elegido como más conveniente para el servicio de campaña. En efecto, aunque las cantidades de las dichas substancias,

que teóricamente deben emplearse para la producción del hidrógeno, son, como oportunamente hemos advertido, de 49 kilógramos de ácido sulfúrico monohidratado y 28 kilógramos de limaduras de hierro, para producir una cantidad de hidrógeno de 1 kilógramo de peso, y en este caso, siendo de 0,089 kilógramos el peso de un metro cúbico de hidrógeno, se necesitarán para obtenerle $49 \times 0{,}089 = 4{,}36$ kilógramos de ácido sulfúrico y $28 \times 0{,}089 = 2{,}49$ de limaduras de hierro, en la práctica es preciso aumentar bastante estas cantidades, en vista de que si se hubiese de esperar el completo desarrollo de la reacción entre cantidades determinadas de ácido y de hierro, se necesitaría un tiempo bastante largo, precisamente cuando una de las condiciones más esenciales que se procuran en los generadores dichos, es el de la rapidez en la producción.

Resulta, pues, que si ateniéndonos á las cantidades teóricas indicadas para llenar un globo de 550 metros cúbicos, por ejemplo, se necesitaría disponer de una cantidad de ácido sulfúrico de $4{,}36 \times 550 = 2398$ kilógramos y otra de hierro de $2{,}49 \times 550 = 1369{,}50$ kilógramos, ó sea un peso total de 3759,50 kilógramos, teniendo en cuenta la circunstancia indicada, las condiciones deficientes de dichas primeras materias y las pérdidas de gas que se producen, en general, durante la operación, resultaría que las dichas cantidades ascienden á 7 ú 8 kilógramos de ácido sulfúrico á 52° Beaumé y de 3 á 4 de limaduras de hierro por metro cúbico de hidrógeno, y por consiguiente, los pesos de estas materias que realmente es preciso transportar para una sola inflación del globo, serían aproximadamente de 4200 kilógramos de ácido y 2000 kilógramos de limaduras de hierro.

Si ahora se advierte que, como la previsión aconseja tratándose de objetos tan frágiles y de existencia tan precaria como los globos, debe llevar dos de éstos por lo menos cada una de las secciones ó trenes aerostáticos de campaña para el caso de que se inutilizara uno de ellos en el servicio, aun suponiendo que el segundo fuese solamente de 300 metros cúbicos de volumen; y si por otra parte se tiene presente que con el globo gasómetro de la capacidad indicada solo podrá subvenirse á los suplementos que necesita el globo de servicio durante 4 ó 5 días, queda demostrada la conveniencia, si no la imprescindible necesidad, de llevar también las primeras materias necesarias para la inflación del expresado

segundo globo, y para la de dos, tres ó más inflaciones del globo gasómetro, que en conjunto vendrán á representar por lo menos las que se necesitarían para producir otros 550 metros cúbicos de gas.

El ácido sulfúrico se vende en el comercio en bombonas de vidrio encerradas en cestos de mimbre, que representan un peso muerto considerable, y cuyo transporte da lugar á frecuentes trastornos por la fácil rotura de objetos tan frágiles; pero aun en el caso de que para obviar este inconveniente hubiese de efectuarse el transporte dicho en carros-cisternas, oportunamente acondicionados al efecto, siempre resulta la necesidad de un aumento de peso considerable, que muy bien puede calcularse sin exageración en más de una tonelada, y como á estos pesos es preciso añadir los de cloruro de calcio, el de la sosa cáustica y el del combustible necesario para la máquina de vapor, es racionalmente admisible que el peso total de las materias primeras que para las necesidades de un tren aerostático de campaña sería preciso transportar, no bajaría de 16.000 kilógramos, ó sea el peso correspondiente á un convoy de 16 carros de requisición, suponiendo éstos de dos mulas y capaces de transportar cada uno 1000 kilógramos de carga.

Si á estas circunstancias se añade la consideración de que es indispensable disponer de un manantial de agua abundante, capaz de proporcionar de 10 á 15 metros cúbicos por hora, para proceder á la inflación del globo, lo que no siempre será fácil encontrar en las condiciones deseadas, se comprende que, aun sin obtener en rigor grandes ventajas en los pesos transportados, se haya abandonado este sistema para substituirle con el del gas ya elaborado y comprimido en fuertes cilindros de acero, puesto que, por este medio, no solo podrá henchirse el globo en un paraje cualquiera, y mucho más rápidamente, sino que se facilita el servicio en cuanto á seguridad y prontitud, y además se prescinde en los trenes aerostáticos del pesado y voluminoso carruaje que llevaba el generador.

Los cilindros de acero adoptados con dicho objeto en los diferentes ejércitos, difieren bastante en peso y dimensiones, así como en la presión á que en ellos va comprimido el hidrógeno, dando lugar, por aquellas diferencias, á que en unos vayan completamente fijos en los carros, formando, por decirlo así, parte de éstos, mientras que en otros son in-

dependientes y pueden cambiarse fácilmente adaptándolos á las disposiciones que, con este fin, presentan los carros en que se conducen.

Daremos, pues, á conocer, antes de pasar á la descripción de los carros-tornos, las disposiciones adoptadas para el transporte de dichas vasijas en los diferentes ejércitos cuyos servicios aerostáticos hemos tenido ocasión de visitar.

Transporte del hidrógeno en Inglaterra.—La lámina 20, figura 88, representa el carruaje que emplean en Inglaterra para la conducción de los tubos de hidrógeno comprimido, y aunque poseen algunos de éstos de varios sistemas, sin duda con el objeto de comparar prácticamente sus condiciones, parece que han dado la preferencia en definitiva á los del sistema Siemens-Mannesmann, á los que nos hemos referido en el lugar correspondiente, y que, como se recordará, son capaces de contener un volumen de gas de 7,76 metros cúbicos aproximadamente, comprimido á 101 atmósferas, que es la adoptada, al efecto, por los ingenieros militares ingleses, siendo el peso de cada uno de dichos cilindros, después de llenos, de unos 65 kilógramos.

El carro dicho, de una longitud aproximada de 3 metros, arreglada á la de los tubos, es de cuatro ruedas, montado en fuertes y ligeras ballestas con un armazón de madera que permite la colocación en buenas condiciones de 15 cilindros, acostados horizontalmente en sentido de la longitud del carro y en tongadas de 5, 4, 3, 2 y 1 respectivamente, á partir de la base, formando el conjunto una especie de prisma triangular. Los orificios ó cierres de los tubos, con sus llaves correspondientes, caen hacia la parte anterior del carro, y están todos en comunicación directa, por medio de pequeños tubos metálicos de conexión, con otro tubo colector de mayor diámetro, que se halla situado transversalmente por debajo del pescante, provisto de una abertura cilíndrica para ponerlo en comunicación con el globo y conducir á éste el gas de los cilindros, abriendo los cierres de éstos sucesiva ó simultáneamente, según convenga á las exigencias del servicio y á la rapidez de la operación. La parte posterior del carro va cerrada con un tablero, que se abate cuando es preciso reemplazar los cilindros vacíos con otros llenos, y se fija en su posición mediante unos pasadores que lleva en su parte superior.

Los 15 cilindros que transporta cada carro llevan en total una cantidad de unos 116 metros cúbicos de gas, que representa aproximadamente la tercera parte del necesario para la inflación de uno de los globos que ordinariamente emplean, siendo el peso del carro, sin los cilindros, de unos 730 kilógramos y de unos 1800 kilógramos cuando está completamente cargado.

Transporte del hidrógeno en Alemania.—Los ingenieros militares alemanes emplean por su parte, con el mismo objeto, unos carruajes especiales de cuatro ruedas, también sobre ballestas, y divididos en dos partes, que pueden hacerse independientes, ordinariamente unidas, á semejanza de los carros de artillería, como indica la lámina 20, figura 90. En la parte posterior del carro ó retrotren, llevan tres tongadas de 5 tubos cada una, acostados horizontalmente y en sentido de la longitud del carro y descansando sobre travesaños de madera provistos de las muescas necesarias para el buen asiento de los cilindros, mientras que en la parte anterior ó avantrén, van otros 5 tubos en una sola tongada, y sobre éstos el asiento para el conductor del carruaje, una especie de armario para transportar herramientas y objetos menudos del material, como tubos de conexión, llaves, etc., y entre ambos, un espacio vacío, en el que suelen colocar las mochilas de la tropa.

Tanto los tubos del avantrén como los del retrotren, tienen sus orificios ó cierres hacia la parte posterior del carruaje, y los tres que se corresponden verticalmente dentro de las tongadas dichas, están unidos por tubos verticales *t* que los enlazan al colector parcial transversal del retrotrén *c*, el que, á su vez, comunica con el colector general *C*. Los 5 tubos del avantrén, tienen, á su vez, su colector parcial transversal *c* en comunicación por medio del tubo *T* con el colector general *C*, como se ve representado en las figuras 90′ y 91. Los tubos de conexión de los orificios de los cilindros con los tubos *t* ó colector *c* son todos metálicos y dispuestos en forma de espirales, á fin de que posean la elasticidad suficiente durante la rápida y violenta salida del gas.

Las dimensiones en anchura y longitud de las dos partes del carro, se acomodan, como es consiguiente, á las de los cilindros que en ellos se transportan, que son de la casa Mannesmann, de Düsseldorf, y tienen una longitud aproximada de $1^{m},400$, un diámetro exterior de $0^{m},24$,

siendo su volumen de 0,036 metros cúbicos, y su peso, vacíos, de 54 kilógramos, y contiene cada uno una cantidad de gas hidrógeno de unos 7 metros cúbicos, comprimido á 200 atmósferas.

Transporte del hidrógeno en Italia.—En Italia emplean también para el transporte de los tubos de hidrógeno, carros de cuatro ruedas, montados sobre ballestas (lámina 21, figuras 92 y 93), y tirados cada uno por cuatro caballos. Cada carro lleva acostados horizontalmente y en el sentido de su longitud, 30 tubos en cuatro tongadas, de las que, la primera y la tercera á partir de la parte superior, son de 7 tubos y de 8 las otras dos, yendo todas ellas separadas por listones transversales de madera, convenientemente cajeados para el buen asiento de los tubos dichos.

Estos presentan sus orificios ó cierres hacia la parte posterior del carro, en la que va un colector transversal que afecta la forma de un prisma triangular (fig. 94), en una de cuyas caras, la que mira hacia la parte anterior del carro, tiene 30 aberturas, provistas de las roscas correspondientes, que sirven para el enlace de los tubos de conexión del colector con los cilindros, y en su cara exterior una sola abertura circular, grande, provista de su rosca para empalmar en ella el tubo de conducción del gas al globo.

Los tubos de enlace entre los cilindros y el colector son de caucho, y en ambas extremidades llevan tuercas de bronce, convenientemente dispuestas para ajustarse á las roscas correspondientes de los cilindros y del colector. Los tubos mencionados, que deben ser bastante resistentes para soportar la violencia del gas á su salida de los cilindros, se unen á las tuercas de bronce de que hemos hecho mérito con ligaduras de alambre, fáciles de ejecutar, y que permiten, por tanto, la substitución rápida de dichas piezas, cuando alguna de ellas se deteriora ó inutiliza en el servicio.

Los cilindros para el gas hidrógeno son del sistema Nordenfeld, de 2,44 metros de longitud y 145 milímetros de diámetro, con un peso de 40 kilógramos y capaces de contener 3,70 metros cúbicos de gas comprimido á 120 atmósferas.

Transporte del hidrógeno en Francia.—El carro porta-tubos del ejército francés, representado en la lámina 21, figura 95, es tam-

bién de cuatro ruedas, montado sobre ballestas, y lleva 8 tubos colocados horizontalmente á lo largo del carro. en dos tongadas de á cuatro, sobre travesaños de madera, cajeados al efecto, y con los cierres situados hacia la parte posterior, en la que existe, transversalmente, un colector cilíndrico *c* en comunicación con aquéllos por medio de pequeños tubos curvos de cobre, y que abierto por uno de sus extremos, conduce, mediante un tubo adicional de seda barnizada, el gas hidrógeno al globo que se desea llenar.

El colector dicho lleva además un pequeño tubo en comunicación con un manómetro, para apreciar la presión del gas en los tubos.

El carro está provisto de dos portezuelas en su parte posterior, para proteger de los choques y de la intemperie los cierres de los cilindros, y tiene además, delante del colector, un pequeño cajón, en el que llevan las llaves, tubos de conexión de repuesto y otros objetos necesarios para el servicio.

Los cilindros para el gas, los construyen, según manifestaron, en una fábrica del Norte de Francia, añadiendo que los que antes habían empleado, construidos en el Creussot, no les habían dado resultados satisfactorios.

Los que tienen en la actualidad y que van fijos al carro, como formando parte de éste, tienen aproximadamente una longitud de 3,50 metros y 25 centímetros de diámetro, siendo capaces de almacenar cada uno de ellos 35 metros cúbicos de gas hidrógeno, comprimido á una presión de 200 atmósferas.

Transporte del hidrógeno sistema Yon.—La industria privada ofrece, á su vez, tipos de carruajes á propósito para el transporte de los cilindros de hidrógeno comprimido, y entre ellos, debemos mencionar el de los sucesores de Mr. Yon, que es también un carruaje de cuatro ruedas, con la particularidad de que el eje del tren posterior es acodado, para disminuir la altura del centro de gravedad del carro, dándole á éste mayor estabilidad, y facilitar, á la vez, el manejo de los tubos.

El número de éstos que transporta cada carro, es de 30, dispuestos también horizontalmente en sentido de la longitud, en seis tongadas de á 5 tubos cada una, con los orificios hacia la parte anterior, en la que se

unen por medio de otros tubos curvos de cobre á un colector prismático rectangular, que lleva en uno de sus costados la abertura correspondiente para enlazar el tubo de inflación del aerostato.

Los tubos son de 2m,40 de longitud y de 0m,14 de diámetro, siendo capaces de contener cada uno de ellos una cantidad de gas hidrógeno de 4,25 metros cúbicos, comprimido á la presión de 120 atmósferas, con un peso aproximado, después de llenos, de 50 kilógramos, y de 950 kilógramos el peso del carro descargado.

Este mismo constructor ofrece á sus clientes otro carruaje más ligero, pero cuyas disposiciones son exactamente las mismas, puesto que solo difiere del anterior en que lleva 20 tubos en lugar de los 30 en cinco tongadas de á 4.

Transporte á lomo del hidrógeno.—Los italianos pensaron también, durante la campaña de Abisinia y en su deseo de utilizar los globos como medios de observación y de reconocimiento, en transportar el hidrógeno á lomo, una vez que las condiciones del país, por su carencia de vías de comunicación, no se prestaba al empleo de los pesados carruajes necesarios para la fabricación del hidrógeno y para el transporte ordinario de éste, y emplearon, al efecto, tubos de las dimensiones anteriormente indicadas, que les facilitó la citada casa Yon, y globos de 300 metros cúbicos de volumen que exigían para una inflación el transporte de unos 80 cilindros, ó sea la carga aproximada de 20 camellos; pero, segun nos manifestaron, los resultados obtenidos con este procedimiento fueron tan precarios y deficientes, que ya, en lo sucesivo, no volvieron á pensar en la utilización de estos observatorios aéreos en las campañas que más tarde se vieron obligados á sostener, como desde luego podía esperarse, hasta cierto punto, de las condiciones especiales de las guerras mencionadas.

Carros-tornos de vapor.—Otro de los órganos más importantes de los trenes aerostáticos de campaña es, sin duda alguna, el torno que sirve para arrollar y desarrollar el cable de sujeción de los globos cautivos, por lo que influye en la mayor ó menor rapidez con que haya de efectuarse la elevación y el descenso de éstos, así como por la consideración de conseguir la mayor ligereza posible. Esto ha dado orígen á diferencias de criterio en cuanto á su forma y disposiciones, así como

respecto á la fuerza que debe ponerlo en movimiento, y así se observa que, mientras unos dan la preferencia al vapor como fuerza motriz, aun á trueque de que este elemento resulte más pesado, otros, por el contrario, optan por moverlos á brazo, aplicando á esta faena 8 ó 10 hombres de las secciones aerostáticas, siguiendo el primer sistema los italianos y los franceses, y el segundo los ingleses y los alemanes.

Sin decidir en este momento acerca de la apreciación que nos merecen los sistemas dichos, en cuanto á su eficacia y buen servicio, nos limitaremos á describir los diferentes tipos que nos ha sido dado conocer, así en la industria privada como en los diferentes ejércitos que hemos visitado, advirtiendo, desde luego, que todos ellos van montados en carruajes de cuatro ruedas por el intermedio de fuertes ballestas.

Carro-torno de vapor, sistema Yon.—El carro-torno de vapor de Mr. Yon (lámina 22, figuras 97, 98, 99, 100, 101 y 102), consta de una caldera vertical *C*, sistema Field, provista de todos sus accesorios, manómetro, válvula de seguridad, tubo indicador de nivel, inyector Gifard y depósito de agua correspondiente, grifos purgadores, hogar, etc., y de un motor de dos ciliddros, cuyos émbolos obran sobre los extremos del árbol *o o* por medio de dos volantes-manivelas colocadas á ángulo recto.

El árbol pone en movimiento, por medio de una rueda dentada provista del fiador correspondiente y de otras dos ruedas análogas, dos tambores acanalados *T T'* que forman cuerpo con éstas y sirven para la tracción del cable, el cual se arrolla sucesivamente en tres canales que al efecto lleva cada uno de los tambores dichos, para dificultar el resbalamiento de aquél, y de los que pasa al tambor *T''*, en el que se arrolla con regularidad guiado por un carretoncillo *c* animado de un movimiento alternativo paralelo al eje del tambor *T'*, advirtiendo que el *T''* se mueve en virtud de la correa de transmisión de movimiento que enlaza la polea *p* de éste con la *p'* de igual diámetro, montada en el extremo del eje de la rueda dentada *T*. De los tambores el cable pasa entre dos pequeñas poleas *p'*, situadas en la parte inferior del carro, á una polea de envío *p''*, y en fin, desde ésta á una de movimiento universal *P*, de donde marcha al aerostato.

La máquina posee una fuerza de 8 caballos, y como el árbol motor

tiene en marcha normal una velocidad de 200 vueltas por minuto, puede bajar el aerostato desde la mayor altura que pueda alcanzar, ó sea arrollar toda la longitud del cable, que es de unos 500 metros, en unos 10 minutos.

Cuando el globo se eleva, la fuerza ascensional es suficiente para desarrollar el cable y hacer girar el mecanismo en sentido inverso al de su marcha normal. En este caso los cilindros aspiran aire del tubo de escape y se convierten en dos bombas neumáticas, que permiten hacer más lento ó detener completamente el movimiento ascensional, por medio de una llave *Ll*, fija á un apéndice del tubo dicho, que cerrándola más ó menos convierte el aparato en un freno regulador de la mayor sensibilidad, además de los de seguridad *f* y *f'* que llevan el árbol motor y el del tambor *T''*.

Conviene recordar que este generador de vapor es el que se utiliza para poner en movimiento las bombas del ácido y del agua del carro-generador de hidrógeno, á cuyo efecto lleva la caldera en uno de sus costados, la abertura provista de la llave y roscas correspondientes para enlazar el tubo de conducción del vapor al generador dicho.

Los sucesores de Mr. Yon construyen varios tipos de carruajes-tornos, que sólo difieren por su tamaño, potencia y peso, siendo el que acabamos de describir el que forma parte de los trenes aerostáticos llamados de plaza, y cuyo peso es con toda su carga de unos 2600 kilógramos. Este sistema de carros-tornos es el adoptado por los italianos en sus secciones aerostáticas, y análogo á éste, con muy pequeñas variantes, el carro-torno de vapor de los trenes aerostáticos de Mr. Lachambre, así que pasaremos desde luego á describir el del ejército francés, que difiere bastante de éstos en muchos de sus detalles y que ha sido ensayado y proyectado, como todo el resto del material, en el Establecimiento Central de Chalais.

Carro-torno del ejército francés.—Se compone (lámina 23, figuras 103, 104 y 105) de una caldera vertical de vapor situada en la parte posterior del carro, que pone en movimiento los émbolos de dos cilindros horizontales situados en los costados de aquél y que, á su vez, lo transmiten al árbol motor *O* por medio de dos manivelas colocadas á ángulo recto en los extremos de éste. El tambor *T*, en que se arrolla el

cable, va colocado sobre dos caballetes que se asientan sobre los largueros del carro y se le transmite el movimiento de rotación indispensable del árbol *O*, por medio de otros dos ejes inclinados que se aseguran por la parte interior á los pies *p* de los caballetes dichos. Al efecto tienen los ejes mencionados en sus extremos dos piñones cónicos, de los cuales, los inferiores engranan con otros análogos que lleva en sus extremidades interiores del árbol *O* y los superiores en dos ruedas dentadas cónicas *R*, aseguradas por sus partes exteriores á los discos del tambor *T*.

El cable de sujeción, que á partir del tambor indicado pasa por dos poleas de varias gargantas *P* y *P'*, se dirige á otra polea *p''* y de ésta sube al globo pasando por entre otras dos de igual diámetro *p'''*, situadas, como indica la figura, en la parte superior de un bastidor metálico, equilibrado con un peso *F*, que puede girar alrededor de dos muñones *o o'*, y el que en tal concepto no sólo puede tomar las diversas inclinaciones á que le obligue la dirección del viento durante las ascensiones cautivas, sino que permite traer el cable á una posición casi horizontal para alcanzarle desde el suelo y poder emplear con facilidad, cuando sea preciso, la polea de maniobra de que hablaremos en el lugar correspondiente.

En la parte anterior del tambor, y al alcance de un hombre sentado en el pescante del carruaje, existe una barra horizontal *b* paralela al eje de aquél y sostenida en sus extremos por las piezas *m*, que sirven de guía á un carretón con su polea correspondiente *p''''*, por la que, desde luego, pasa el cable al salir del tambor y que guiado á mano tiene por objeto proveer á la regularidad del arrolle del mismo.

En este torno, como en el anteriormente descripto, es suficiente la fuerza ascensional del globo para poner en movimiento el mecanismo en sentido inverso al de su marcha normal, y como en aquél sucede que puestos los cilindros en comunicación con la atmósfera se convierten en dos bombas neumáticas que constituyen un freno muy sensible, regulado por una llave que existe en el tubo de escape y que en union de otro freno que lleva el tambor *T* (lámina 23, figura 106), formado por un fleje de acero que oprime más ó menos al eje de éste, templando unos resortes *r r*, sirven para moderar el movimiento durante la ascensión.

Para detener ésta se usa otro freno sistema Megg, que actúa sobre el arbol *O* y se maniobra con el volante *V*.

La velocidad de repliegue del cable, en el torno descripto, es de 120 á 150 metros por minuto, siendo de 10 caballos la potencia de la máquina de vapor, y de 2000 kilógramos el peso del carro, exigiendo el arrastre de éste, en campaña, un tiro de seis caballos.

Carros-tornos movidos á brazo.—El torno á brazo del sistema Yon, apenas difiere del torno de vapor del mismo tipo, más que en lo que constituye la diferencia esencial entre uno y otro, pues como se vé en la lámina 24, figura 107, que lo representa, consta de las dos mismas ruedas dentadas *A*, á las que van adosadas por uno de sus costados las poleas *P P'* acanaladas, por las que ha de pasar el cable, y de un eje horizontal *E*, á cuyos extremos se aplican á ángulo recto las manivelas *M* para imprimirle el movimiento de rotación que transmite á las ruedas dentadas dichas, mediante un piñón que engrana con ellas, llevando en uno de sus costados un freno y un embrague para moderar el movimiento durante la ascensión del aerostato, ó detenerlo en absoluto.

Por lo demás el cable se arrolla al tambor *T*, al que se transmite el movimiento por medio de una correa sin fin y de las poleas de igual diámetro *p p*, que exteriormente al bastidor del carruaje van unidas á los ejes respectivos del tambor *T* y de la rueda dentada más próxima á éste.

El cable pasa desde el tambor *T*, por un carretoncillo *e*, que se mueve tranversalmente á lo largo de un eje para procurar el buen arrolle de aquél, y después de arrollarse en las canales de las poleas *P P'* se dirige á la polea de movimiento universal *P''*, y de ésta al globo.

En la parte posterior del carro, y con objeto de suprimir, en el tren aerostático correspondiente, el carruaje destinado al transporte del globo y demás enseres, lleva un gran cajón *F*, en el que se encierran éstos.

Otro carruaje análogo se construye en los talleres de Mr. Lachambre, que no consideramos necesario describir, y que, como es consiguiente, no presenta grandes diferencias esenciales respecto al anterior, sino es la de llevar la mayor parte de sus disposiciones en la parte inferior del carro, por debajo de su bastidor.

Carro-torno del ejército inglés.—El torno de las secciones

aerostáticas del ejército inglés, que, como ya hemos indicado, se mueve á brazo, atendido el pequeño volumen de sus globos reglamentarios, consiste también en un carruaje de cuatro ruedas, que lleva transversalmente el medio del bastidor un eje horizontal, á cuyas extremidades se aplican las manivelas correspondientes para imprimirle el movimiento. Este se transmite al tambor, en que el cable se arrolla, y que va colocado en la parte posterior del carro, mediante órganos análogos á los ya descriptos. La polea de movimiento universal, por la que pasa el cable antes de amarrarse al globo, va montada por medio de una articulación de nuez, sobre un pequeño carretón que se mueve por medio de un tornillo sin fin y sirve para guiar el cable al arrollarle, dándole movimiento á brazo mediante una manivela.

La parte anterior del carro va ocupada con cajones, en los que se transportan las manivelas, polea auxiliar de maniobras, teléfonos y demás accesorios.

Con el fin de acelerar la bajada del globo, cuando es preciso efectuar con gran rapidez esta operación, se sirven de una polea especial (lámina 24, fig. 108), que después de pasarla por el cable se engancha á un anillo de hierro que lleva en su centro una gran barra de madera, en la que se colocan seis ú ocho hombres, que marchando á buen paso en una dirección determinada, consiguen bajar el globo con alguna más celeridad que si se sirvieran del torno solamente.

Carro-torno del ejército alemán.—Poco podemos decir del carro-torno de las secciones aerostáticas del ejército alemán, porque siendo proyecto ó invención del jefe del servicio aerostático de dicho ejército, han sido poco explícitos en sus explicaciones, y así por éstas, como por la circunstancia de tener cubierto el mecanismo interior del torno, hemos comprendido que lo tenían rodeado de cierto misterio, que debía ser para nosotros un secreto, y esto nos obligó á limitar nuestras investigaciones. De todos modos, y por lo que estaba á la vista, parece que el torno dicho consiste en un tambor cilíndrico de eje horizontal, paralelo al del carro de cuatro ruedas en que está montado, y de longitud casi igual á la de éste, terminando por dos discos en sus extremos, á los que van adheridas dos ruedas dentadas que engranan á voluntad en piñones de mayor ó menor diámetro, según la resistencia que oponga

el globo al descenso ó la rapidez con que quiera efectuarse éste. Los piñones de referencia corresponden á tres velocidades distintas en el repliegue del cable, y el torno en cuestión se mueve á brazo por ocho hombres, actuando de dos en dos sobre cada una de las cuatro manivelas que tiene en los ángulos.

Conviene advertir que, dada la disposición especial del cable de sujeción que ya hemos dado á conocer en el lugar correspondiente, cada vez que se ha arrollado sobre el tambor uno de los trozos de 100 metros de longitud de que se compone el cable, se le cubre con una funda de lona gruesa para interponer entre los diferentes trozos capas elásticas y evitar rozaduras con las uniones de los mismos.

Además el torno lleva en uno de sus frentes un volante y una palanca freno para regular la velocidad de la ascensión.

Carros de material y furgones.—Además de los carros que dejamos indicados, y que forman las partes esenciales de los trenes aerostáticos de campaña, llevan éstos otros dos carruajes destinados al transporte del material aerostático, y al del agua y el carbón necesarios para la alimentación de la caldera de vapor del carro-torno, y no hay para qué decir, en vista de esto, que todos se parecen y que sus disposiciones no ofrecen particularidades dignas de mención, por lo que nos limitaremos á presentar como tipos distintos el de Mr. Yon y los del ejército francés.

El primero consiste sencillamente (lámina 24, fig. 109) en una gran caja de madera *A*, montada sobre un eje acodado y la imperial correspondiente *B*. Aquélla, que se cierra con unas portezuelas en su parte posterior, se destina al transporte de los globos, de las redes, barquilla, cordaje, ancla, lonas y demás accesorios que deban preservarse de las alteraciones atmosféricas, y la segunda, así como la capacidad *C* que existe entre la caja *A* y el pescante del carruaje, para el de todos aquellos objetos á los que no pueda perjudicar la lluvia, destinando el cajón *D*, situado debajo del pescante, á guardar los juegos de llaves para las distintas tuercas de los carros generador y torno y las diversas herramientas necesarias para la maniobra.

En la lámina 24, figura 110, se representa el que, con el mismo objeto, aunque con disposiciones distintas, sobre las que nos parece inne-

cesario insistir, forma parte de las secciones aerostáticas del ejército francés. En la caja del avantrén lleva 72 sacos de lastre, 24 pares de guantes de algodón para los aeronautas y un repuesto de útiles diversos.

En el armario de detrás van unos manojos de cañas para reparar las barquillas, una tienda, cazonetes, cuerdas, una caja con cartas geográficas, caucho para reparaciones y cajas que encierran los instrumentos de observación ó de metereología. En la caja posterior lleva tres globos, incluyendo el auxiliar, con red, válvula, cable de sujeción y barquilla, y un globo gasómetro.

El carro-furgón hállase representado en la lámina 24, figura 111, y está dividido en dos capacidades distintas para el transporte del agua y del carbón, de las cuales la posterior, destinada á éste, puede contener próximamente 1 metro cúbico, y la anterior 300 litros de agua, llevando, además, en la parte posterior, una polea de maniobra, que se utiliza para salvar obstáculos cuando el globo es transportado por el carruaje-torno.

Composición del material de los trenes aerostáticos.— Descriptos ya los distintos elementos que forman parte de las secciones aerostáticas de campaña, réstanos indicar la composición de éstas ó sea el número de carruajes de cada una de las clases indicadas que entran á formar parte de las mismas, según que se haya de producir el gas hidrógeno en el lugar mismo de la inflación del globo ó que haya de transportarse comprimido en cilindros de acero.

En el primer caso, cada sección está compuesta de un carro generador de gas hidrógeno; de otro idem, con el torno de vapor, y de otros dos, como los que acabamos de describir, destinados, respectivamente, al transporte del material aerostático y al del agua y carbón necesarios para el consumo de la máquina de vapor, con más, los carruajes ordinarios ó de requisición que sean indispensables para la conducción de las primeras materias empleadas en la producción química del gas, ó de los que pudieran construirse en condiciones especiales, como ya hemos indicado, para mayor seguridad en el transporte del ácido sulfúrico, sin olvidar que pudiera prescindirse de alguno de los anteriores, en el caso de que hubiera de substituirse la fuerza del vapor con la del hombre en el movimiento del torno, y consiguientemente en el del generador de gas hidrógeno.

Esta organización del material de los trenes aerostáticos, que antes de transportar el gas comprimido en cilindros era la única, sólo se aplica en la actualidad á los que se designan con el nombre de trenes aerostáticos de plaza, teniendo en cuenta que en éstos es de absoluta necesidad el que dispongan de las máquinas necesarias para la fabricación del hidrógeno, en atención á que no podría facilitárseles este elemento indispensable una vez que fueran cercados, que sería precisamente el momento en que los globos empezarían á prestar sus servicios.

En el segundo caso, sólo forman parte de dichas secciones el carro-torno, el de transporte del material aerostático, el carro-furgón y el número de carros de hidrógeno comprimido que sean precisos para la inflación del globo y para subvenir á las pérdidas que éste experimente durante algunos días, pues, como veremos en el lugar oportuno, estas secciones han de estar en comunicación constante con la base de operaciones durante su servicio de campaña, para proveer con regularidad á sus necesidades, y entónces los cilindros vacíos deberán reemplazarse con otros llenos, tan pronto como se haya consumido el gas almacenado en los primeros. Cuando esto no fuese posible, sería necesario, desde luego, que el número de carros de cada sección destinado al transporte del hidrógeno comprimido, fuese á lo menos el que pudiera gastarse en llenar dos veces el globo.

El material aerostático de cada sección suele ser ordinariamente de dos globos del mismo tamaño ó de tamaño distinto, con otro de pequeñas dimensiones que sirva de gasómetro y que puede utilizarse, como parece lo hacen los ingleses por el volúmen relativamente pequeño de sus globos reglamentarios, para fijarlo en un punto determinado del cable de sujeción, cuando éstos hayan de alcanzar una altura considerable, y disminuir, por este medio, la curvatura de la catenaria que forma el cable dicho. Llevan, además, como es consiguiente, todo el material de repuesto que puede ser preciso para substituir el que pudiera deteriorarse durante el servicio, y ser de absoluta é inmediata necesidad.

En consonancia con estas reglas generales, cada una de las secciones aerostáticas del ejército inglés, comprende el material siguiente: un carro-torno á brazo; cuatro idem de gas comprimido, y un carro de mate-

rial, arrastrados por 20 caballos de tiro, y con tres caballos de silla para los oficiales, siendo el tamaño de los globos normales de 240 á 290 metros cúbicos para un solo aeronauta, y de un capitán, dos tenientes y unos 30 ó 40 hombres de tropa, entre sargentos, cabos y soldados, el personal de cada una de las secciones dichas.

Las del ejército alemán, constan de un carro de material, seis carros para el transporte del hidrógeno y un carro-torno movido á brazo, siendo la capacidad de los globos normales de unos 525 metros cúbicos. El personal de cada sección se compone de un capitán, dos tenientes y unos 50 individuos de tropa entre sargentos, cabos y soldados, con tres caballos de silla y 28 ó 30 caballos de tiro.

En Italia las secciones aerostáticas se componen de dos oficiales y 73 hombres de tropa, de los cuales 52 son aeronautas entre sargentos, cabos y soldados, y un sargento, un cabo y 19 soldados del tren.

El material se compone de ocho carruajes, de los cuales uno está destinado al transporte del material aerostático, otro para el carro-torno de vapor, y los seis restantes para el hidrógeno comprimido, siendo arrastrados por unos 28 ó 30 caballos de tiro, á los que se añaden dos de silla para los oficiales. La capacidad de sus globos reglamentarios es de unos 540 metros cúbicos para dos aeronautas.

Por último, los trenes aerostáticos de campaña en Francia, se componen de un carro-torno, otro de material, un carro-furgón y un número indeterminado de carros portacilindros, que se fija en cada caso, según las necesidades previstas del servicio que hayan de prestar. Los globos son, respectivamente, de 536 metros cúbicos, el de los dos globos normales para llevar dos aeronautas cada uno; de 260 metros cúbicos, el globo auxiliar para un solo aeronauta, y de 62 metros cúbicos, el globo gasómetro. Llevan, además, aunque parecen dispuestos á renunciar á este transporte, que pudiéramos llamar suplementario, un carro con el generador de gas hidrógeno destinado á reemplazar la fábrica fija cuando sea preciso, otro que lleva una máquina de compresión para el hidrógeno, y el número de carruajes de requisición necesario para el transporte del hierro, ácido sulfúrico, cloruro, etc., siendo la composición en personal de cada una de las secciones, de un capitán, dos tenientes, seis sargentos, ocho cabos, dos trompetas ó tambores y 74 soldados.

Cada sección comprende un núcleo de obreros especiales, que se aproximan, en cuanto es posible, á la composición siguiente: un sargento maquinista, un cabo y dos zapadores aeronautas, ajustadores mecánicos; dos soldados caldereros-hojalateros; dos soldados sastres, un guarnicionero, un carpintero, un ebanista, un cestero y dos cordeleros.

Estas secciones se dividen en escuadras de diez y de nueve hombres, en las que van repartidos equitativamente, los trompetas, ordenanzas, rancheros, escribientes y los sirvientes del torno de vapor, de manera que la escuadra, que es la unidad de maniobra, cuente siempre con un cabo y ocho hombres disponibles, reuniendo en la 8.ª escuadra los sastres, guarnicionero, cordelero y cesteros.

El tren para el transporte del material, se compone de un cabo y 28 zapadores-conductores, con seis caballos de silla y 52 caballos de tiro que sirven para atalajar los carruajes técnicos, los furgones de forraje y de víveres y los carruajes para el transporte de los productos químicos.

En las marchas con el globo inflado, y durante el servicio de éste en las operaciones de campaña, el material de la sección verdaderamente útil para el transporte del globo y las observaciones, se reduce al carruaje-torno, al carro-furgón y al carro de material, que constituyen lo que llaman el tren de combate de la sección, y el personal que entonces le acompaña es de tres oficiales, tres sargentos, ocho cabos y 56 aeronautas.

No hay para qué decir, que, por más que esta sea la composición normal de los trenes aerostáticos en los diferentes ejércitos enumerados, como quiera que en ellos los elementos que los componen, destinados á un mismo servicio, son todos iguales, pueden variar en número según convenga á las exigencias de las operaciones que deban emprender y á las condiciones peculiares del país en que hayan de realizarlas.

Maniobras de los globos militares.

Aun sin entrar en nuestros propósitos el descender á muchos detalles del servicio aerostático, nos vemos precisados á indicar someramente algunas de las principales maniobras que es preciso ejecutar en el empleo de los globos cautivos, puesto que con ellas están relacionados

algunos objetos del material, que con este motivo habremos de dar á conocer, y que, sin las explicaciones á que nos referimos, sería bastante más difícil comprender su objeto y apreciar su utilidad.

Empezaremos, pues, por describir, en resúmen, el procedimiento y las diversas operaciones que se siguen en la inflación de los globos, refiriéndonos, desde luego, á los del tamaño más comunmente aceptado, de 540 á 550 metros cúbicos de volúmen, ó sea á los de un diámetro medio de unos 10 metros, ya que si las operaciones dichas son en rigor independientes de esta circunstancia, se complican, desde luego, y se dificultan, como es consiguiente, á medida que es mayor la capacidad de los aerostatos.

Supondremos también que, elegido el punto más conveniente para la inflación del globo, se hallan aparcados á su alrededor y á convenientes distancias, todos los objetos que le constituyen y los que son necesarios para la maniobra misma de que nos ocupamos.

Después de limpio el terreno de todas las piedras y plantas que pudieran deteriorar la envoltura, y tendida la gran lona que con este objeto forma parte del material aerostático, se coloca el globo sobre ella de manera que el ecuador de éste venga á ser, por decirlo así, un círculo inscripto en la forma rectangular de aquélla y cuyo centro sea la válvula superior, quedando la unión del apéndice con la envoltura del globo, coincidiendo por la parte inferior con la válvula dicha y el referido apéndice en la dirección que, según la situación de los gasómetros, ha de tener el tubo de conducción del gas.

Una vez en esta posición, y perfectamente estirada la envoltura del globo de manera que en lo posible no forme grandes arrugas, y que las que inevitablemente han de quedar, resulten en dirección de los radios del círculo dicho, se procede á la colocación de la red, á cuyo efecto, tendida ésta en el suelo, plegada en el sentido de su longitud y libre de los lazos de cuerda con que, de trecho en trecho, se la sujeta para evitar que se enrede en el transporte, es recogida por dos hombres en la forma siguiente: se colocan uno y otro á los dos lados de la red, en el extremo inferior de la misma, y dando frente al extremo superior, en el que, como se sabe, termina por la corona de cuerda que ha de servir para su unión con la armadura de la válvula, y metiendo respectivamente los

brazos derecho é izquierdo por el interior de ésta, ayudándose con los otros dos, marchan á la vez recogiendo el tejido sobre los brazos extendidos hasta alcanzar la corona á que nos hemos referido, y de esta manera llevan la red encima de la envoltura, encajando la corona repetida en la armadura de la válvula á la que la sujetan por las correas correspondientes de que al efecto va provista la armadura, terminando por extender luego la red sobre el globo de modo que sus mallas se distribuyan con igualdad en toda la extensión del mismo, y que la parte sobrante se recoja con la posible regularidad alrededor del círculo que ésta forma en el suelo.

En esta disposición, y levantando la envoltura lo que sea preciso en el lugar correspondiente, se procede á unir el apéndice del globo con el tubo de inflación, y como ambos suelen ser de tela barnizada, para efectuar el enlace dicho en buenas condiciones, es preciso servirse de un trozo de tubo cilíndrico hueco, de hojadelata ó madera, de diámetro conveniente, en el que se enchufan los extremos correspondientes del apéndice y del citado tubo de inflación, atándolos después muy cuidadosamente con bramante, y mejor todavía con una larga cinta, de modo que no sólo se eviten en la unión ó empalme las pérdidas de gas, sino lo que sería peor, la entrada de aire atmosférico arrastrado por la corriente de hidrógeno, lo que podría dar lugar á que el globo, después de lleno, no tuviera la fuerza ascensional que de él pueda esperarse sin esta circunstancia.

Una vez preparadas así las cosas, se enganchan en las mallas de la red que corresponden próximamente al perímetro del globo extendido, un cierto número de sacos de lastre, distribuidos con regularidad en todo el contorno, y ya fijo el extremo libre del tubo de inflación al del gasómetro, se abre la llave de salida de gas de éste y empieza la inflación del aerostato, que se verifica, como es consiguiente, con mayor ó menor rapidez, según que el hidrógeno se fabrique durante la operación, como sucede cuando se emplean los generadores de campaña, ó que se disponga, desde luego, del gas almacenado, en cuyo caso dependerá principalmente el tiempo que se tarde en llenar el globo, de la mayor ó menor presión de aquél en los gasómetros correspondientes. Así se verifica que, mientras la operación dicha, para un globo de las dimensiones in-

dicadas, y con uno de los generadores descriptos, no tarda menos de tres ó cuatro horas, puede verificarse en menos de quince ó veinte minucos, cuando el gas se transporta comprimido en cilindros.

De todas maneras, á medida que la inflación del globo avanza, es preciso ir retirando simultáneamente de malla en malla, mediante señales convenidas, indicadas por el que dirige la maniobra, los sacos de lastre hacia la parte inferior de la red, para que la envoltura pueda desarrollarse sin violencia y sin experimentar presiones anormales que pudieran perjudicarla y aun romperla, siquiera el peso que representan en general aquéllos, sea solo el que aproximadamente es necesario para contrarrestar la fuerza ascensional del gas. Conviene advertir, por tanto, que los mencionados sacos de lastre no deben asegurarse nunca á las mallas de la red más que en la forma que hemos indicado, y aun es precisa la precaución de procurar que los ganchos que al efecto tienen, queden siempre hacia la parte exterior, evitando, de este modo, que pudieran arañar la capa de baniz del globo, y que, con el mismo objeto, los encargados de manejarlos tengan siempre el cuidado de empujar hacia dentro la tela de la envoltura, metiendo la mano izquierda por el hueco de la malla correspondiente, y manejando el saco con la derecha.

Al realizar todas las operaciones anteriores, es preciso igualar, en cuanto sea posible, la altura de los sacos, de manera que la tensión de la red se ejerza con uniformidad sobre toda la envoltura, y cuando el globo está á medio llenar se añaden algunos sacos de lastre, hasta que, en total, y para los globos del volumen de que nos ocupamos, se tengan unos 32, que representan un peso de 640 kilógramos.

Una vez que al bajar gradualmente los sacos se haya llegado á colocar éstos en las pequeñas patas de ganso, se asegura la barquilla al círculo de suspensión, metiendo los cazonetes de éste en los lazos en que terminan las cuerdas de suspensión de aquélla, y después se la coloca debajo del apéndice del globo, asegurando á su vez los cazonetes del círculo correspondiente en los lazos de las cuerdas de prolongación de la red, á cuyo efecto, mientras uno de los dos hombres encargados de esta operación la ejecuta, el otro le facilita los extremos de las cuerdas dichas, ordenándolas préviamente para evitar equivocaciones.

Luego que el globo haya alcanzado un grado de inflación suficiente,

se desenganchan los sacos de lastre y se bajan á los puntos de reunión de las cuerdas de la red que forman las grandes patas de ganso, y que son precisamente aquéllos de los que parten las cuerdas de suspensión que van al círculo. Desde esta nueva posición, y en el momento oportuno, que será indicado por los progresos de la inflación, se unen los sacos de dos en dos por medio de sus ganchos, y apareados se los coloca sobre las cuerdas dichas, tomadas también dos á dos, es decir, sobre la mitad de éstas, conservándolas agarradas de manera que los sacos puedan resbalar sobre ellas, acercándose á la barquilla á medida que adelanta la operación.

Cuando el globo tenga la inflación necesaria para poder subir, se introducen dentro de la barquilla un cierto número de sacos de lastre, que en el caso que examinamos pueden llegar á 15, y se retiran los demás, mientras que un aeronauta sube al círculo, desata la ligadura que enlaza el apéndice con el tubo de inflación despues de haber cerrado, como es consiguiente, la llave ó llaves del gasómetro, coje la cuerda de maniobra de la válvula y la arrolla alrededor de uno de los cazonetes del círculo.

Por último, se fija el ancla á su cuerda correspondiente y ambas á uno de los costados de la baquilla, después de asegurar en el círculo el extremo libre de la cuerda dicha, como deberá hacerse también con la *guide-rope*, que á su vez irá arrollada y sujeta al costado opuesto de aquélla, y ordenados todos los objetos necesarios para las observaciones queda ya preparada para poder elevarse en el momento preciso. Al efecto, una vez embarcado el aeronauta ó aeronautas que deban tripularla, y rodeada de los hombres que han de sujetarla por sus bordes hasta el momento preciso de su partida, se la desaloja del número de sacos de lastre equivalentes próximamente al peso de sus tripulantes, y cuando el globo revela la fuerza ascensional necesaria, se le abandona por completo, desligándole de toda sujeción al terreno.

Si después de lleno el globo conviniese, por razones de localidad ó por otras causas, transportarle á otro lugar en el que haya de verificar la ascensión, será preciso hacerlo á brazo, y con este objeto se deberá pasar una cuerda dos ó tres veces por el círculo de suspensión, dejando libres sus extremos, que agarrarán los hombres que sean necesarios al efecto y marcharán en la dirección del punto elegido.

Ya se comprende que las operaciones que acabamos de describir se refieren de una manera general á los globos libres y al caso en que no se dispone del material y demás recursos con que cuentan las secciones aerostáticas militares, en las que, aun siguiendo el mismo orden, siempre se alcanza mucha mayor rapidez en cuanto tienen personal suficiente para ejecutar simultáneamente la mayor parte de ellas y porque el material reune á su vez las mejores condiciones para conseguir fácilmente este resultado.

Así se verifica que cuando el gas necesario para llenar los globos se transporta almacenado en cilindros á altas presiones, pueden verificarse en muy pocos minutos, como ya hemos dicho, poniendo sucesiva ó simultáneamente en comunicación con el globo uno ó varios de aquéllos, y como prueba de la rapidez que entonces se consigue indicaremos la forma en que la ejecutan los aeronautas militares alemanes, según hemos tenido ocasión de presenciar.

Dispuestos en fila como indica la lámina 25, figura 112, los seis carros que en cada sección aerostática destinan al transporte del hidrógeno comprimido, unen todos los colectores *c* de éstos por medio de mangas ó tubos de seda barnizada á los seis tubos que con sus llaves correspondientes *r* lleva el colector general *C*, el que á su vez se pone en comunicación con el globo. En esta disposición se abren sucesiva ó simultáneamente las llaves de los cilindros de gas y éste se precipita con violencia en el globo, produciendo un ruido semejante al de una gran cascada y completando la inflación en un período de diez á quince minutos, sin que nos parezca necesario insistir en las diversas combinaciones á que se presta dicha operación en este caso, ya cuando haya de efectuarse por primera vez ó cuando sea necesario, como dejamos indicado, subvenir á las pérdidas diarias de gas del globo con una cantidad mayor ó menor de hidrógeno. También conviene advertir, como complemento á lo que dejamos expuesto, que cuando el globo haya de destinarse á efectuar ascensiones cautivas, será preciso colocar, á la vez que la barquilla, el sistema de suspensión adoptado para ésta, y amarrar desde luego el cable de sujeción.

Respecto al procedimiento de desinflación que se sigue cuando se dispone de un número suficiente de hombres para efectuarla, nos limi-

taremos á manifestar que luego que la barquilla toque al suelo se tira de las cuerdas de ecuador hasta bajar el globo por completo, de manera que el círculo y el apéndice caigan sobre aquélla, manteniendo abierta la válvula superior. Después de conseguido esto se procura inclinar el globo hasta que la envoltura toque al suelo, tirando de la red en el sentido conveniente y ejerciendo presiones sucesivas sobre la tela para facilitar la salida del gas hasta que se haya vaciado por completo, retirando después la barquilla y el círculo de suspensión y recogiendo la red por un procedimiento análogo al que ya hemos descripto para colocarla.

El globo se dobla á lo largo por husos, superponiendo todas las costuras pares, y en seguida se arrolla, empezando por la válvula superior y terminando por el apéndice, colocándolo después en una lona que se ata por las cuatro puntas y se coloca dentro de la barquilla. La red se recoge colocándola á lo largo sobre el suelo, anudándola de trecho en trecho con pequeñas cuerdas y arrollándola después formando un círculo ó un lazo en figura de ocho. Se la mete en un saco y éste en la barquilla, en la que se colocan también la *guide-rope*, el ancla, el círculo de suspensión y todos los demás objetos, formando el conjunto un solo bulto de no difícil transporte.

Para unir el globo, después de lleno, al cable de sujeción arrollado en el tambor correspondiente del carro-torno, y especialmente cuando éste es de vapor, en cuyo caso aconseja la más elemental prudencia que la inflación del globo se verifique á algunos metros de distancia de aquél para evitar los accidentes que pudieran seguirse de la proximidad del fuego y que por la misma razón se mantenga siempre á buena distancia de la máquina dicha, así en el suelo como en el aire, se desarrolla la longitud conveniente de cable para que su extremo libre llegue al punto de enlace de éste con el sistema de suspensión, y una vez que se le haya sujetado se emplea, antes de dejarle directamente unido al torno dicho, una polea de maniobra (lámina 25, fig. 113), que por la abertura que tiene en uno de los costados de su armadura permite adaptarla fácilmente al referido cable, sujetándola entonces mediante el aparejo de cuerdas que lleva unido, y que, como se vé, consiste en un pequeño trozo de cable que se bifurca en otros dos, los cuales terminan á su vez por

varios tirantes, á los que se agarran los hombres encargados de ejecutar esta maniobra. El aparejo dicho en la polea del ejército francés, que es á la que nos referimos, es de ramio, por la circunstancia de ser las cuerdas construídas con esta substancia menos ásperas que las de cáñamo, y los tirantes sobre los que ha de ejercerse la tracción llevan algunos nudos de trecho en trecho para evitar que resbalen en la mano y facilitar su manejo.

Colocada la polea dicha sobre el cable de sujeción, en un punto próximo al de enlace de éste con el sistema de suspensión y de manera que los esfuerzos que hayan de ejercerse sobre ella resulten en dirección opuesta al lugar que ocupa el torno, agarran los tirantes los hombres necesarios para poder contrarrestar la fuerza ascensional del globo, se desarrolla el cable en la cantidad suficiente para que pueda elevarse algunos metros sobre el terreno, y entonces empiezan á marchar aquéllos hacia el torno, sin abandonar los tirantes dichos hasta que la polea quede por encima del tambor de aquél, que es cuando puede retirarse, quedando ya el globo unido á tierra solamente por su cable de retención y á buena distancia de la máquina de vapor. Análoga á ésta es la disposición que emplean en todas partes con el mismo objeto, especialmente cuando se hace uso de los tornos de vapor, pues que cuando se utilizan los movidos á brazo no se necesitan, como es consiguiente, tantas precauciones, por más que para evitar las sacudidas violentas y choques que podrían producirse en otro caso, en el primer momento de la elevación del globo, sea conveniente transportar éste á brazo hasta dejarlo sobre el carro-torno correspondiente y con el cable de sujeción suficientemente tirante.

Por el contrario, cuando deba separarse el globo del cable de sujeción, luego que aquél haya bajado hasta quedar á la altura conveniente, se introduce el cable dicho en la polea de maniobra descripta, á cuyo efecto y para mayor facilidad en esta operación hemos visto ya que el bastidor del torno del ejército francés puede inclinarse hacia uno de los costados para no tener que subirse al carro. Colocada la polea mencionada se continúa el descenso, haciendo que los hombres tiren de los tirantes de las cuerdas de maniobra, volviendo la espalda al carro y marchando en la direción del punto elegido, en la inteligencia de que habrá

cesado el movimiento del torno tan pronto como empiece el de los hombres que llevan á cabo esta maniobra.

El transporte del globo lleno se efectúa á brazo ó manteniéndolo sujeto al torno, y en ambos casos es preciso tener en cuenta los obstáculos que pudiera encontrar en su camino, tales como líneas telegráficas, muros ú otros objetos de la misma naturaleza, que dan lugar á maniobras determinadas para salvarlos y exigen al efecto aparejos especiales.

El que emplean los franceses para este objeto consiste en una cuerda doble, cuyos dos ramales son iguales en el primer caso (lámina 25, figura 114), y en el segundo tienen respectivamente 25 y 100 metros de longitud, terminando en sus extremos libres en haces de tirantes análogos á los que ya hemos descripto para la polea de maniobra.

De este modo, cuando se presenta uno de los obstáculos dichos, se substituye el cable de sujeción con el aparejo mencionado, y luego que el carro-torno se haya acercado á aquél lo suficiente, se pasa por encima del obstáculo el ramal más largo y se le introduce en la polea de maniobra del carro-furgón, y en el primer caso se pasa uno de los ramales dichos del mismo modo, mientras que se sujeta el globo con el otro.

Los alemanes emplean para el transporte á brazo de sus globos cautivos el aparejo representado en la lámina 25, figura 115, que consiste en un fuerte mosquetón *m* de acero, sólidamente unido á un cable *e*, que se bifurca formando un triángulo con una barra metálica *B*, de cuyos extremos parten dos cuerdas *a* y *b*, terminadas cada una en dos anillas metálicas, á las que se unen, por medio de ganchos ó mosquetones, un cierto número de tirantes *t*, terminados en muletillas de madera para manejarlos más fácilmente.

Para separar el globo del cable de sujeción del torno, y una vez que el cable, como hemos dicho en su lugar, está formado por varios trozos de 100 metros de longitud, empalmados, enganchan el mosquetón del aparejo en la anilla más próxima al globo correspondiente al empalme elegido cuando éste se encuentra por encima de la polea del torno y cerca de ésta. De esta manera, y mediante una polea auxiliar, tiran del aparejo mencionado para resistir á brazo la fuerza de tracción del globo, y cuando la parte del cable inferior al empalme resulta ya

por este hecho sin tensión alguna, separan la pieza de unión del empalme y pueden efectuar el transporte del globo á brazo.

Cuando tienen que salvar un obstáculo de los mencionados, durante la marcha, colocan otro aparejo igual al anterior en el otro eslabón libre del trozo de cable de retención que quedó unido al globo, y pasansando sucesivamente por encima del obtáculo las cuerdas *a* y *b* del primer aparejo, sujetan al globo con ellas mientras desenganchan ó pasan las otras dos. Para hacer esta operación, suelen quitar antes los tirantes *t* de las cuerdas *a* y *b*, y hacer uso de una cuerda delgada, terminada también en un mosquetón, que tiran á brazo por encima del obstáculo, y que, asegurada á los extremos de las cuerdas dichas, permite arrastrar éstas.

Claro es que no son éstas las únicas maniobras que se ejecutan con los globos cautivos, pero sí, desde luego, algunas de las principales y las únicas directamente relacionadas con nuestro objeto, en cuanto dan orígen, como hemos visto, á la adopción de algunos nuevos aparatos del material aerostático, cuyo estudio constituye nuestro principal propósito.

Servicio aerostático en campaña.

No es ciertamente difícil darse cuenta de las ventajas que pueden obtenerse en la guerra, del empleo inteligente y acertado de los globos cautivos en las diversas ocasiones en que se aplican como excelentes é irreemplazables observatorios de los movimientos y disposiciones del enemigo; pero no sucede lo mismo respecto á los principios y las reglas que deben observarse en la aplicación táctica de estos nuevos aparatos, ó sea en la manera más oportuna y favorable de hacerles intervenir en las marchas de los cuerpos de tropa á que vayan afectos, así como en los campos de batalla ó en las operaciones de un sitio.

En defecto, pues, de reglamentos ó disposiciones oficiales que contengan las prescripciones á que debe sujetarse este servicio, y que, si existen, no nos ha sido posible adquirir, y ya que tampoco sean bastante concluyentes para el objeto expresado los datos que pudieran deducirse de las guerras últimas en que han tenido una intervención más ó menos

eficaz, es forzoso que nos atengamos á las disposiciones adoptadas y á los resultados obtenidos en las grandes maniobras en que se les ha empleado, por vía de ensayo, en diferentes ejércitos, y especialmente en las del ejército francés, en el que, como ya hemos visto, se consagra atención especial á este asunto.

Desde luego puede advertirse, en términos generales, que las secciones de aeronautas son las encargadas en campaña del transporte y de las maniobras de los globos, y que, aparte del personal de tropa necesario para estas operaciones, deben contar siempre cada una de ellas con tres oficiales ó aeronautas competentes, á fin de que, durante las observaciones, puedan estar dos en la barquilla, el uno para hacerlas y el otro para transmitirlas, mientras que el tercero vigila en tierra las maniobras y se encarga, á la vez, de recibir y transmitir los despachos á la autoridad militar á quien vayan dirigidos, sin perjuicio de alternar con los dos primeros, advirtiendo, desde luego, que el comandante en jefe puede designar el oficial ú oficiales que, cuando así lo considere oportuno, deban encargarse de los reconocimientos.

Las secciones de aeronautas deben ir afectas á los cuarteles generales de los cuerpos de ejército de que formen parte, y con ellos deben marchar y entenderse directamente para todas sus operaciones, llevando agregados los destacamentos de telegrafistas, velocipedistas y ordenanzas montados que se consideren necesarios para la más rápida transmisión de las noticias que se recojan durante las observaciones.

Estas se comunican desde la barquilla del globo, ordinariamente, por medio del teléfono, como ya hemos tenido ocasión de advertir, á la estación establecida en tierra, y el encargado de ésta las transmite, á su vez, al comandante en jefe por aquél de los medios indicados que sea más rápido y seguro, según las circunstancias, á cuyo efecto es, desde luego, indispensable que tenga noticia exacta del lugar en que dicha autoridad superior se encuentra durante el combate, ya que no siempre será posible ni conveniente que el lugar elegido para las observaciones sea precisamente el mismo en que éste se sitúe, ni sería posible que el globo le siguiese en sus frecuentes movimientos.

Durante las maniobras de 1891 en Francia, en las que se hicieron interesantes ensayos acerca del mejor empleo de los globos aerostáticos,

se instaló una línea telefónica en el mismo campo de batalla, que, partiendo de la estación fija establecida al pie del torno de sujeción del cable, terminaba en su otra extremidad en una estación móvil que seguía al cuartel general en todos sus cambios de lugar, y aun llegó á suprimirse la primera empalmando la línea indicada al conductor telefónico del cable de sujeción, de suerte que las noticias relativas á las observaciones aerostáticas, llegaban directamente desde la barquilla al general en jefe, y éste podía, á su vez, comunicar sus órdenes á los oficiales encargados de los reconocimientos, sin valerse de ningún intermediario.

Prévias estas advertencias generales, pasaremos á indicar los medios en uso para proveer á la inflación de los globos, así como las reglas que deben observarse durante las marchas y especialmente en los campos de batalla y en los sitios de las plazas.

Inflación de los globos en campaña.—El modo de procurarse el gas necesario para la inflación de los globos en campaña, varía notablemente según que los trenes aerostáticos llevan los generadores de hidrógeno para fabricarle en el lugar mismo en que hayan de emplearse, ó que cuenten con los carros para el transporte del hidrógeno comprimido.

En el primer caso, la inflación se ejecuta haciendo pasar el gas directamente al globo desde el generador, á medida que se produce, y entonces, aparte del transporte de las primeras materias necesarias, es preciso proceder á la operación en donde se disponga de un depósito ó caudal de agua suficiente, transportando luego el globo lleno al sitio elegido para instalar el observatorio aéreo y contando con una duración de unas tres horas, por lo menos, para la inflación.

Por otra parte, se necesita disponer de abundantes depósitos de las repetidas primeras materias en puntos determinados de la base de operaciones, y lo más cerca posible de las correspondientes secciones aerostáticas, á fin de poder transportar á éstas con toda rapidez en carros de requisición las que pudieran serles necesarias en las inflaciones sucesivas, cuando por efecto de los temporales ó por otras circunstancias se haga inevitable la desinflación de los globos, y siempre, para subvenir á las pérdidas de gas que éstos experimentan durante su servicio; así

que, el de las secciones de campaña puede considerarse dividido, por lo que á este punto se refiere, en dos escalones, de los cuales, el primero estará constituido por el depósito correspondiente á que nos hemos referido, y el segundo por los carros que transporten las necesarias, por lo menos, para una inflación, que marcharán, en tal concepto, con el resto de la impedimenta del cuerpo de ejército á que vaya afecta la sección, dejando ésta constituida solamente por lo que suele llamarse el tren de combate, ó sea por los carros técnicos que le sirvan de base.

En el segundo caso, ó sea cuando las secciones aerostáticas transportan el hidrógeno comprimido, el servicio en cuestión se simplifica considerablemente, puesto que la inflación del globo puede verificarse entónces en el término de unos veinticinco ó treinta minutos en el lugar mismo designado para efectuar las observaciones.

Para atender en estas circunstancias al consumo de hidrógeno, y adoptando el mismo principio de dividir el servicio en dos escalones, se puede proceder, desde luego, estableciendo el primero en las mismas condiciones que en el caso anterior, ó sea en un punto á retaguardia próximo á una vía férrea, por la que se abastezca rápidamente del ácido sulfúrico y las limaduras de hierro que entran en la producción del hidrógeno, montando una pequeña fábrica de campaña para la producción y compresión del dicho gas, y componiendo el segundo de un cierto número de carruajes con cilindros, de manera que, cuando se haya agotado el de éstos, pueda enviárselos á la mencionada fábrica de campaña para que sean substituidos los vacíos con otros llenos.

Este sistema, empleado hasta aquí por los franceses, no es, sin embargo, del todo satisfactorio, ni siquiera parece necesario, á no ser en el caso de que el teatro de las operaciones se encontrase muy alejado del establecimiento central de aerostación, que ha de existir siempre en el interior del país para la construcción, reparación y conservación del material aerostático, y para la producción y compresión en grande del gas hidrógeno, y aún en estas circunstancias, puede prescindirse de la dicha fábrica de campaña, como lo demostró la experiencia de la guerra del Sudán, en la que las secciones aerostáticas del ejército inglés dispusieron del gas necesario que se les suministraba comprimido en cilindros de acero desde Londres, con resultados tan satisfactorios, que,

según parece, examinados algunos de éstos varios meses después de terminada la campaña, se vió que no habían experimentado pérdida alguna sensible.

Por esta razón, sin duda, proyectan los mismos franceses renunciar á la organización indicada de ese primer escalón, substituyéndolo con un repuesto de un gran número de carruajes portatubos que puedan proveer á las exigencias de un buen número de inflaciones, y desde luego se comprende que, con abundante depósito de cilindros llenos, procedentes del Establecimiento central, sería mucho más fácil y sencillo el servicio de que se trata.

Dadas las facilidades que ofrece este sistema de abastecimiento de hidrógeno, que después de todo no difiere en su esencia del que se sigue en general para todos los demás que hacen indispensables la existencia de los ejércitos en campaña, no se vacilará en circunstancias apremiantes en vaciar los globos, sin perjuicio de volver á llenarlos cuando se presenten nuevas ocasiones de emplearlos con fruto, y en tal concepto serán todavía menores los inconvenientes de su aplicación eficaz en la guerra.

Las secciones aerostáticas en marcha.—Nada sería preciso advertir respecto á la marcha de las secciones aerostáticas que forman parte de los cuerpos de ejército, en cuanto los trenes de material de que éstas disponen, tienen la misma movilidad que una batería de artillería ó de un tren de puentes de campaña, si por las dificultades del abastecimiento del hidrógeno necesario, especialmente si hubiera de producirse en el lugar mismo de las observaciones, no obligaran á conservar y, por consiguiente, á conducir los globos llenos durante el mayor tiempo posible.

En estas condiciones, los globos se transportan sujetos al carro-torno mediante el cable de sujeción, y aunque en las condiciones atmosféricas ordinarias esta circunstancia no retarda ni entorpece la marcha de las tropas, como quiera que á veces es preciso salvar obstáculos que obligan á efectuar algunas maniobras, se hace preciso que ocupen un lugar relativamente espacioso en las columnas de marcha para poder realizarlas sin entorpecer ó imposibilitar el movimiento de las demás armas.

Con este objeto, y contando con una detención de cinco ó seis minutos para salvar uno de dichos obstáculos en circunstancias atmosféricas normales, se procura colocar el tren aerostático entre dos fracciones de la columna, separadas por una distancia de unos 500 metros, y generalmente acompañan al grueso de la vanguardia, por más que cuando sea posible, y especialmente en días de mucho viento, es muy conveniente señalarles un itinerario independiente ó colocarlas á retaguardia de una fracción de tropas aislada.

De esta manera, salvado el obstáculo que las haya detenido, los trenes aerostáticos vuelven á ocupar los sitios que en la columna se les hayan designado, haciendo montar el personal en los carruajes y acelerando la marcha con aires vivos ó aprovechando los altos y todas aquellas circunstancias que puedan ser favorables á este objeto.

En las maniobras ya citadas del ejército francés, en 1891, el tren aerostático se encontró situado, en algún caso, entre el de una división de infantería y el tren de puentes, separados solamente por una distancia de 200 metros, habiendo salvado en esta situación cinco líneas telegráficas sin haber causado ni una sola detención de la columna.

Durante estas operaciones la sección aerostática recorrió un itinerario de un desarrollo total de 700 kilómetros, de los cuales más de 100 con el globo lleno y con frecuencia á través de los campos, en terrenos muy pendientes y á aires vivos, sin que jamás haya ocasionado la menor perturbación en la marcha de las columnas.

Cierto es que estas marchas se efectuaron en días de muy poco viento y en condiciones atmosféricas favorables, pero de todos modos han venido á demostrar que no son tan grandes como se ha querido suponer los embarazos y dificultades que ofrecía este nuevo servicio por lo que respecta á las marchas, y mucho más si se tiene en cuenta que, adoptado el nuevo sistema de transporte para el gas hidrógeno, y en vista de la facilidad con que puede llenarse el globo, no sería grave inconveniente, como ya hemos dicho, el vaciarlo cuando su transporte fuese muy penoso por el tiempo ó por los muchos obstáculos que se presentaran en su camino, sin perjuicio de volver á llenarlo en el momento en que pudieran ser necesarios sus servicios.

En fin, aunque no parezca de absoluta necesidad llevar el globo en

observación durante las marchas, todavía en algún caso pudiera ser conveniente efectuar algunas ascensiones cuando desde la barquilla del mismo, elevada á cierta altura, se descubriesen las distintas fracciones de tropa de un ejército que llevasen caminos diferentes, en cuanto serviría para coordinar los movimientos de éstas y aun para transmitir las órdenes del comandante en jefe, prévio un sistema convenido de señales, como parecen haberlo demostrado con resultados bastante concluyentes las experiencias ejecutadas en Francia durante las maniobras de 1888.

Las secciones aerostáticas en los campos de batalla y en los sitios de las plazas.—La verdadera utilidad y la más importante misión de los globos militares empieza precisamente cuando los dos ejércitos enemigos se aproximan lo suficiente para que puedan ser eficaces las observaciones, y de aquí el que sea conveniente llevar tan avanzadas como sea posible en el orden de marcha las secciones aerostáticas, que, como hemos dicho, acompañan generalmente al grueso de la vanguardia, una vez que en aquel caso puede ser ya importante su concurso contribuyendo á completar con los reconocimientos efectuados desde la barquilla, á la altura necesaria para abarcar una extensión considerable de terreno, las noticias que se adquieran mediante el servicio de exploración y seguridad encomendado á la caballería.

Por lo demás no es posible dictar reglas precisas acerca del modo de conducirse para verificar los reconocimientos aerostáticos durante el combate y sólo puede decirse de una manera general y como principio fundamental, que si por una parte es del mayor interés acercarse cuanto sea posible á los objetos que se quieran examinar y á las tropas cuyos movimientos se desea conocer, no debe olvidarse tampoco que, á excepción de necesidad absoluta, debe conservarse el globo fuera del alcance eficaz de los proyectiles enemigos, así para evitar su destrucción como para que los encargados de las observaciones conserven la serenidad y sangre fría indispensables en el cumplimiento de su cometido.

Debe, pues, elegirse el lugar que se destine á efectuar esta clase de reconocimientos teniendo en cuenta estas dos consideraciones, relativas al efecto del tiro contra los aerostatos, por una parte, y por otra, á la

extensión del terreno, á que, según las circunstancias de cada paso, puedan alcanzar las exploraciones, recordando, al efecto, lo que ya dejamos dicho acerca de ambos extremos.

La vulnerabilidad de los globos en los campos de batalla es en efecto una de las preocupaciones que ejercen mayor influencia en la apreciación de la mayor ó menor eficacia que pueda conseguirse con la intervención de estos nuevos aparatos, y como hemos visto, en defecto de experiencias reales de guerra, ha sido y está siendo todavía objeto de numerosos experimentos en los campos de tiro de la artillería de diversos ejércitos, con el fin de apreciar los peligros que pueden correr los globos ante los fusiles y los cañones.

De ellas parece deducirse, por ahora, que el sitio para los globos de observación, al principio de una batalla, está indicado á la altura de las baterías de artillería, lo que le substrae, desde luego, á las peripecias del combate próximo y le coloca á bastante distancia de los cañones enemigos para que no se encuentre inútilmente expuesto á los efectos de un tiro demasiado mortífero.

Y es esto tanto más fundado, cuanto que aunque en algunos reglamentos, como sucede en el del ejército alemán, se prescriba á la artillería que dirija sus fuegos á los globos tan pronto como éstos se presenten, no es muy admisible que, para satisfacer á este objeto, abandone el combate en que estará empeñada con la artillería enemiga ó que deje de tirar sobre la infantería.

Por otra parte, es preciso tener en cuenta que la aparición inesperada del aerostato dará lugar á que mientras los artilleros dirijan contra él sus cañones, transcurra un espacio de tiempo, más ó menos largo, que los aeronautas aprovecharán para sus observaciones, haciendo descender aquél en cuanto el tiro empiece á inspirar cuidado, y como la observación puede efectuarse muchas veces en caso preciso, durante el movimiento del carro-torno y aun arrollando y desarrollando cable con gran velocidad, lo que hace variar á cada instante la posición del globo en el aire, se comprende que el tiro en estas condiciones no ha de ser cosa fácil, ni tan grandes como se supone, por consiguiente, los peligros.

La táctica, pues, que con éste se deberá seguir en los combates, con-

sistirá precisamente en no dejar al enemigo el tiempo necesario para fijar su posicion, desapareciendo momentáneamente antes de que haya podido efectuar las operaciones preliminares para arreglar el tiro, cambiando de lugar al trote de sus caballos y elevándose de nuevo en otro punto, en que no se le espera, y variando de altura en todas las ascensiones, para desorientarle y fatigarle con esta incesante movilidad, sin que estos cambios de lugar frecuentemente repetidos sean obstáculo para que por los medios indicados permanezcan siempre en comunicación directa con el cuartel general.

En fin, conviene también aprovechar las irregularidades y depresiones del terreno para situar el carro-torno oculto á la vista del adversario, ya que en otro caso no dejaría tampoco éste de hacerle blanco de sus tiros.

El servicio de reconocimiento de los globos cautivos en las plazas sitiadas, no difiere, en sus principios, del que acabamos de indicar para los de los ejércitos en campaña, salvo el que los globos se llenan en una fábrica fija y luego se transportan, siguiendo los itinerarios que parezcan más convenientes, á los puntos en que puedan ser de mayor utilidad.

Algunas plazas extranjeras cuentan, además, con un depósito de cierto número de globos de algodón, destinados á las comunicaciones con el exterior, en caso de un sitio, que se acomodan por su tamaño y condiciones á los que dijimos deberían tener los que se dedicasen á este servicio especial.

En cuanto á los globos de observación de los sitiadores, nada nuevo es preciso añadir á lo ya dicho, respecto á las reglas que deban observarse en su aplicación y sí únicamente que en estas operaciones es en las que podrían emplearse con menos inconvenientes los antiguos trenes aerostáticos, con sus generadores de hidrógeno.

Conviene, sin embargo, advertir que en estos casos pudieran efectuarse algunos reconocimientos en globos libres, situándose en condiciones favorables con respecto al viento reinante, para poder cruzar la plaza en el sentido de uno de sus diámetros, observando de revés las obras y trabajos del sitiado y aún tomando croquis y fotografías que pudieran ser muy útiles.

La maniobra que en este caso se recomienda está reducida á elevarse desde luego con suficiente fuerza ascensional hasta una altura de 2500 metros, y por consiguiente fuera de la acción de la artillería de la plaza, para descender á otra de 1500 en que sean más fáciles las operaciones mencionadas al pasar por encima de las obras ó del recinto de aquellas que se desean reconocer.

V.

Planteamiento del servicio aerostático militar en nuestro ejército.

Si difícil es la tarea que nos impone en su primera parte la Real orden que figura á la cabeza de este trabajo relativamente al estudio de los adelantos realizados en la aerostación, lo es mucho más todavía la de proponer, como en dicha soberana disposición se nos ordena, la forma en que debe plantearse este servicio en nuestro ejército, y aun el material que, desde luego, debería adoptarse con este objeto, que á tanto se extiende interpretada con la amplitud que del espíritu de la misma se desprende, lo que la comisión debe atender para cumplir definitivamente el cometido que se le ha confiado.

No sin temor y justificado recelo acometemos, pues, esta tarea, cuya importancia es indudable, puesto que, aparte de la buena organización del servicio, envuelve la inversión más ó menos provechosa de cantidades de alguna consideración.

Tranquilízanos, no obstante, la idea de que, como nuestras proposiciones no han de realizarse seguramente sin ser antes sometidas á un exámen sério y concienzudo de personas de reconocida competencia, que, con mayores luces, corregirán los errores en que nosotros pudiéramos incurrir, si á pesar de nuestro buen deseo no hubiésemos conseguido proponer lo más acertado, tendrán fácil enmienda las equivocaciones antes de llevarlas á la práctica, sin empeñarse en cuantiosos gastos que, de otro modo, pudieran resultar estériles.

Guía seguro debiera ser para nosotros lo realizado por los que, con más abundantes recursos financieros, se nos adelantaron en la organización y desarrollo de este nuevo elemento militar; pero es el caso que, si hay cierto concierto en el fondo, en cuanto á los principios fundamenta-

les relativos á la manera de entender el funcionamiento de esta nueva institución que hoy forma parte esencial de todos los ejércitos, no sucede lo mismo por lo que se refiere á los detalles, y especialmente varían en cuanto á las condiciones y propiedades del material aerostático que han adoptado; así que, aun sin perder aquéllos de vista, nos será imposible acomodar nuestro criterio á sus resoluciones, ni aun proponer de una manera concreta, por falta de datos suficientes respecto al concepto y desarrollo que este servicio pueda merecer en nuestro ejército.

De todos modos, no deja de sernos útil la experiencia ajena, en cuanto no tendremos que pasar por el aprendizaje á que ellos hubieron de sujetarse, ni aun realizar los numerosos ensayos y tanteos á que se han visto precisados antes de adoptar resoluciones definitivas, pues que si en todas partes han empezado por nombrar comisiones de jefes y oficiales que estudiasen el problema detenidamente bajo todos sus aspectos, nosotros no necesitaremos ya este período de experimentación preliminar, ni habremos de pasar por las dudas y las consiguientes vacilaciones que llevó consigo antes de revestir el carácter de organismo militar, perfectamente definido, que ya tiene en la actualidad el servicio de que nos ocupamos.

Organización é instrucción del personal.

Prévias estas advertencias, empezaremos por manifestar que consideramos indispensable la creación de un centro ó establecimiento análogo á los que existen en los demás ejércitos, que sirva de base al futuro desarrollo de la aerostación militar en nuestro país, y que reuna las condiciones de aquéllos, así desde el punto de vista de la construcción, reparación y conservación del material, como en el concepto de servir de escuela para la enseñanza y preparación del personal, y en fin, como centro en el que, así en la paz como en la guerra, se fabrique el hidrógeno necesario para las atenciones del servicio, y en el que puedan llevarse á cabo con los recursos suficientes, todas las pruebas y experimentos que se relacionan más ó menos directamente con el uso más acertado de los globos en la guerra.

La existencia del dicho establecimiento, supone la necesidad, en cuanto á personal, de un número mayor ó menor de jefes y oficiales que empiecen por encargarse de su instalación, y más tarde, de su administración y gobierno, atendiendo á las múltiples exigencias que le son anejas bajo todos los indicados aspectos, y á cuyas órdenes se encuentren un limitado número de maestros contratados, que pueden reducirse á un maquinista, un cordelero, un cestero y un sastre, además de un corto destacamento de tropas que se halle afecto al centro repetido, con carácter permanente para las maniobras y operaciones consiguientes.

Después de reunidos todos los elementos mencionados, y cuando ya pueda dar principio la verdadera instrucción de las tropas que hayan de consagrarse á este servicio, y más especialmante la enseñanza práctica de los oficiales del establecimiento, nos parecería muy conveniente que, durante los primeros meses, se contratasen los servicios de un aeronauta de profesión, de reconocida competencia, que pudiese imponer á aquéllos en muchos de los detalles del arte aeronáutico, que solo una larga práctica permite conocer, y que les acompañase en sus primeras ascensiones libres.

Cumplidas estas formalidades, y preparado el centro aerostático de referencia en condiciones de subvenir á todo lo que de él pueda exigirse, será llegado el caso de crear las secciones de tropa que hayan de prestar el servicio en campaña en el número que se considere conveniente, y adoptando, al efecto, ya el procedimiento que, como dejamos dicho, han seguido en Inglaterra, Alemania é Italia de destinar una, dos ó más compañías de ingenieros á este objeto, ó el que se practica en Francia, de distribuir este servicio en los regimientos de zapadores, dedicando á esta especialidad, en cada uno de éstos, una compañía.

Los dos sistemas son igualmente aceptables y pueden responder cumplidamente á uno de sus principales fines, cual es la enseñanza y preparación del personal; pero ya no puede asegurarse lo mismo, á nuestro juicio, cuando se los examina y compara en cuanto á los gastos de instalación y entretenimiento que han de producir uno y otro, por más que aun considerados bajo este solo aspecto pudieran convenir tam-

bién según la extensión que se quiera dar á esta nueva institución militar.

En efecto, para adoptar la organización que existe en Francia, es preciso que en el punto de residencia de cada uno de los regimientos de zapadores que tengan compañía de aeronautas, se instale una escuela especial que disponga de los edificios necesarios para aparcar el material correspondiente y un barracón á propósito para recoger el globo ó los globos inflados durante los períodos de ejercicio, con todos los accesorios necesarios para la instrucción de la tropa, por más que haya de recibir el gas hidrógeno del Establecimiento central, á no ser que disponga, á su vez, de generadores para fabricarlo. Estas exigencias producen gastos de instalación, de transportes y viajes del personal, que representan sumas de cierta importancia; pero, como por otra parte, el servicio aerostático militar tiene un desarrollo mucho más considerable que en los demás ejércitos, puesto que, como hemos dicho, cada cuerpo de ejército ha de disponer de una sección, se comprende que, aun con las mencionadas dificultades, puedan encontrar ventajas económicas al proceder de este modo, en lugar de mantener organizadas en un solo cuerpo, y para este solo objeto, las numerosas tropas que serían necesarias.

Por el contrario, con el sistema que se sigue en las demás referidas naciones, es suficiente el Establecimiento central para la completa instrucción de las tropas á quienes se encomienda este servicio, y como son en número mucho más limitado, y además se economizan todos los gastos á que nos hemos referido, parece que puede resultar más ventajoso, especialmente, si las compañías se toman de uno de los regimientos de zapadores, como sucede en Italia, en donde las dos compañías de aeronautas de que disponen, pertenecen al 3.er regimiento de Ingenieros de guarnición en Roma, en el que se reunen todos los especialistas de las tropas de ingenieros.

Parece, pues, sin perjuicio de lo que pudiera aconsejar un estudio más detenido del asunto, prévio el conocimiento de los datos indispensables de que nosotros carecemos, respecto al desarrollo que se piense dar á la aerostación militar en nuestro ejército, que si el sistema de los franceses puede ser conveniente cuando se aspire á que el

servicio mencionado adquiera una gran extensión, parece preferible el de los ingleses, alemanes é italianos en todos aquéllos ejércitos en que sólo se pretenda movilizar un corto número de secciones ó trenes de campaña.

Limitando, por consiguiente, á cuatro ó seis de éstas, las que se quisieran organizar, cuyo número nos parece suficiente por ahora, y en tanto que la experiencia de la guerra no indique de una manera más precisa cuál debiera ser aquél para las probables atenciones de nuestro ejército, creemos que pudiera cumplirse el objeto, organizando en la forma que parezca preferible una ó dos compañías, bien nutridas de oficiales y de tropa que estuviesen agregadas al Establecimiento central, formando el número de secciones correspondientes al de trenes aerostáticos que se pretenda movilizar.

Vendrían á completar estas medidas, por lo que al personal se refiere, las secciones destinadas á las plazas fuertes que hayan de disponer de este elemento de defensa, y que deberán formarse con las clases de tropa y soldados procedentes de las del ejército activo, cuando se piense en la necesaria organización de las tropas de reserva de ingenieros, y entonces podría asignarse ya á cada una de las plazas dichas la sección de aeronautas que al movilizar el ejército debería formar parte de sus guarniciones.

No parece inoportuno añadir, que en el reclutamiento del personal ha de procurarse con más esmero si cabe, que para el resto de las tropas de ingenieros encargadas de servicios especiales, la elección de todos aquellos reclutas que por sus profesiones ú oficios prometan mejores aptitudes para el desempeño de los que han de confiárseles en el ejército, procurando reunir el número de maquinistas, fogoneros, cordeleros, cesteros y sastres que hayan de destinarse al centro aerostático para la construcción del material y demás tareas que tienen á su cargo, sino también para los que deban servir en las secciones de campaña, una vez que éstas deben contar también con un núcleo de obreros de las profesiones indicadas, para proceder, entre otras cosas, á las reparaciones del material que puedan ocurrir en la guerra y no permitan ó no merezcan por su importancia recurrir al Establecimiento central.

Otra condición indispensable en la organización del personal de ofi-

ciales correspondientes al mencionado Establecimiento, es la de que sean plazas montadas, como es absolutamente preciso que éste disponga del ganado de tiro suficiente para el arrastre de un tren aerostático, ya que la instrucción práctica de la tropa comprende, como parte esencial, la ejecución de marchas con el globo lleno, que es como han de transportarle en campaña muy frecuentemente, según hemos visto, á fin de que se acostumbren y familiaricen con las penosas maniobras que aquellas llevan consigo y particularmente con la de salvar los obstáculos que puedan entorpecerlas. Después de terminada la instalación del centro repetido, será preciso pensar en asignarle una dotación de ganado de silla y arrastre para las mencionadas exigencias, ó ponerle en relación, por lo que á este último se refiere, y por razón de economia, con un cuerpo que disponga ya de ganado para las atenciones de su servicio y que pueda facilitarlo al establecimiento de aerostación durante el período de sus ejercicios que, como es consiguiente, solo ha de comprender un corto número de días, aparte de aquellos en que haya de asistir con su material á las maniobras con otras armas.

Consideramos también medida muy acertada que, á semejanza de lo que se practica en algunos ejércitos extranjeros, se admitiesen en el centro aerostático, por los períodos de tiempo que se juzguen necesarios, un cierto número de oficiales de otras armas que voluntariamente lo soliciten, aparte de los de ingenieros, que deberían asistir por turno todos los años en la época más á propósito para los ejercicios prácticos, y de los del servicio de Estado Mayor, para quiénes debiera ser obligatoria la asistencia dicha.

Respecto á la instrucción que hayan de recibir unos y otros en la repetida Escuela aerostática, no hay para qué decir que si la de los anteriores como la de todos aquéllos que hayan de concurrir á ella durante un período de tiempo limitado ha de reducirse en relación con éste al conocimiento del material, á las maniobras más corrientes y á las aplicaciones más prácticas de los globos en campaña, la de los que formen la plantilla del Establecimiento central, así como la de los que pertenezcan á las secciones aerostáticas, debe ser mucho más extensa, refiriéndose á un estudio muy detenido de la Meteorología, al conocimiento del servicio en los ejércitos extranjeros, y en fin, á todo aquello que

tenga relación más ó menos directa con el arte aerostático y pueda contribuir á su perfeccionamiento y progreso.

Con este objeto, y recordando, como ya hicimos observar, que no se puede contar nunca con los adelantos que realicen en otros ejércitos, que procuran conservar en el mayor secreto, y que en tal concepto es preciso atenerse á los de la experiencia propia, habrán de dedicarse incesantemente á todos aquellos ensayos y experimentos que contribuyan á sacar mejor partido, cuando la ocasión se presente, de los aerostatos, ateniéndose á todas las aplicaciones que dejamos enumeradas, sin desatender las innovaciones útiles que tiendan al mismo objeto. En tal concepto, aparte de las ascensiones cautivas que deberán efectuar á cada momento, aprovechando las diversas circunstancias atmosféricas que pueden influir en la mayor ó menor extensión del campo á que se extiendan las exploraciones y en la mayor ó menor claridad con que se presenten á distancias variables las tropas de las diferentes armas, según su número ó importancia, así como á la de todos aquellos objetos que han de ser motivo de su atención en campaña, como son las fortificaciones, los trabajos de sitio, etc., deberán ejecutar con frecuencia ejercicios de observación del tiro, en unión con la artillería, y pruebas que les permitan apreciar de una manera suficientemente segura la altura y la distancia á que deberán encontrarse de ésta para su relativa seguridad en la guerra, no menos que los ensayos referentes al partido que se puede sacar de los aerostatos en las apliaciones de la fotografía, en la telegrafía aerostática, en la iluminación de guerra, etc., etc., verificando con frecuencia ascensiones libres, y tomando, en fin, parte en todas las grandes maniobras en unión con las demás armas.

Por último, consideramos conveniente advertir, para que si parece oportuno se tenga en cuenta en la organización de las secciones aerostáticas, que cada una de éstas debe comprender, cuando menos, dos oficiales y un número conveniente de sargentos y cabos en relación con la fuerza de las mismas, dado que para las maniobras las secciones dichas se dividen en un buen número de grupos, que atienden á operaciones diversas, y como es consiguiente, conviene que cada uno de éstos esté mandado y dirigido por una de aquellas clases, como único medio de procurar y conseguir el mayor orden y precisión en las operaciones, por

lo que se debe atender también con solicitud á la instrucción de dichas clases y especialmente de la de sargentos, haciéndoles tomar parte en las ascensiones cautivas y libres.

Material del Establecimiento central.

Después de lo que dejamos dicho respecto al carácter y condiciones que tienen en el extranjero los mencionados establecimientos centrales de aerostación, nos limitaremos á indicar como recuerdo, respecto á edificios, los que debe comprender el que haya de crearse en nuestro ejército, y que deberán ser los siguientes:

1.° Barracón de suficiente altura y bastante amplitud para la conservación de los globos llenos durante los períodos de ejercicios prácticos.

2.° Otro idem para la instalación de las máquinas y aparatos de producción del hidrógeno.

3.° Otro idem para la máquina de compresión del gas.

4.° Otro idem para la conservación de los tubos ó cilindros de acero.

5.° Otro idem, destinado á talleres, para la construcción y reparación de los globos, con las dependencias relativas á cordelería y cestería.

6.° Otro idem que contenga los aparatos de prueba de materiales á que hicimos referencia anteriormente.

7.° Otro idem para parques y almacenes de material aerostático.

8.° Otro idem para estancia de oficiales, escuelas y cuerpo de guardia.

Respecto á la estructura de los edificios anteriores nada hay que decir, en general, puesto que, como ya indicamos, son todos ellos de piso bajo solamente, y por tanto de muros delgados y cubiertas muy sencillas, y en cuanto á sus dimensiones dependen de las de las máquinas y aparatos que hayan de contener y del mayor ó menor número de operarios y objetos que deban encerrar en relación con la importancia y amplitud que se proyecte dar al centro repetido.

Parécenos, sin embargo, conveniente consignar respecto al barracón para contener los globos llenos, que de todos los que hemos visto y dejamos descriptos, el que mejor ha de acomodarse á nuestros propósitos,

así por sus dimensiones como por su sencillez y consiguiente economía, es el del parque aerostático italiano, que á la vez permite por sus disposiciones aprovechar las dos galerías laterales que tiene adosadas á sus paredes longitudinales para algunas de las atenciones, que en otro caso necesitarían edificios aislados propios.

Del mismo modo es preciso tener en cuenta que el que se construya para la producción del gas hidrógeno habrá de ser muy distinto, particularmente en magnitud, según que haya de obtenerse aquél por el procedimiento químico ó por la electrolisis del agua.

Respecto á las máquinas y aparatos que deban adquirirse para el repetido establecimiento, empezaremos por decir que los correspondientes á la construcción y reparación del material aerostático propiamente dicho, son los mismos en todas partes y responden satisfactoriamente á sus fines, y como ya los dejamos examinados y descriptos detalladamente, nada se nos ocurre añadir, siquiera en los que se refieren, por ejemplo, á las pruebas de cuerdas y de cilindros de acero los haya de diversos tipos, aunque basados todos en los mismos principios, y que, por tanto, sólo difieren en ser más ó menos complicados y costosos.

Lo mismo podemos repetir de las máquinas empleadas en la compresión del hidrógeno, entre las que nos parece preferible para nuestro servicio la que hemos dado á conocer, adoptada también en Inglaterra é Italia, y de la que se manifiestan satisfechos en uno y otro país, como lo están de las suyas en Alemania y Francia, lo que prueba que todos los diversos tipos son igualmente aceptables, puesto que en rigor tampoco varían más que en la disposición relativa de sus diversos órganos ó elementos y en sus dimensiones, acomodadas al mayor ó menor trabajo que hayan de desarrollar.

Cuanto á los aparatos generadores de hidrógeno, puede advertirse también, prévio un somero exámen de los que hemos descripto, adoptados en las diferentes mencionadas naciones, que todos ellos constan de las mismas partes, y que, por consiguiense, sólo se diferencian en la organización de éstas dentro del conjunto, por más que las disposiciones que afectan algunas de ellas, como sucede, por ejemplo, con los lavadores y los secadores, sean también variables, y en tal concepto más ó menos eficaces para el cumplimiento de las funciones que les son propias;

pero como para decidir con alguna seguridad acerca de cuáles pudieran ser las mejores no es suficiente, á nuestro juicio, una simple inspección, sino que serían precisos los resultados de una larga experiencia, no es posible que emitamos un juicio seguro acerca de este punto, siquiera nos inclinemos á creer que no ha de haber grandes diferencias, así por lo que respecta á la producción como á la pureza del gas, según nos lo hace sospechar la unanimidad de pareceres con que nos manifestaron que sólo podían aceptarse á falta de otros elementos mejores, como en todas partes esperan obtenerlos de la electrolisis del agua.

No es, pues, de extrañar, si ya no entrara en nuestros propósitos antes de emprender el cumplimiento de la comisión que se nos ha confiado, que en vista de estas opiniones, concediésemos toda la atención que nos ha sido posible á estudiar el estado en que actualmente se encuentra el problema industrial de la electrolisis del agua, que tan decisiva influencia está llamado á ejercer en la aerostación militar, no ya sólo desde el punto de vista de la mayor pureza del gas hidrógeno, sino también bajo el aspecto de la economía con que se le obtenga, que es uno de los puntos de más interés relacionados con este asunto, por el gran consumo que llevan consigo los ejercicios de instrucción.

No hemos conseguido ver, sin embargo, ninguna instalación completa en que se produjeran por este procedimiento los gases procedentes de la descomposición del agua, puesto que en ninguno de los centros que hemos visitado existen hasta la fecha, por más que en todos ellos se proponen instalarlo según acabamos de indicar, en vista de los inconvenientes del procedimiento químico, y sólo en el de Italia tenían en ensayo unos cuantos voltámetros del sistema Garutti, de los que parece han formado muy buena opinión, como lo hace suponer, aparte de sus manifestaciones, la circunstancia de haber pedido al autor de los voltámetros dichos una batería de 20, según éste nos indicó, enseñándonos la carta en que se le hacía el pedido; pero nada de esto basta para que nosotros podamos emitir un juicio seguro y concreto acerca del repetido sistema.

Del mismo modo hemos sabido posteriormente que, como ya nos había anunciado el coronel Templer, muy en breve se llevará á cabo en Aldershot la instalación completa de las máquinas y aparatos necesarios

para la producción del gas por la electrolisis del agua, puesto que parece se están construyendo ya con este objeto en la importante casa de Siemens Brothers, de Londres, según estos señores nos comunican en carta del mes de diciembre próximo pasado.

Otro sería el caso si el director del Establecimiento aerostático de Chalais-Meudon hubiera podido ser más explícito con motivo de nuestra visita, porque tenemos fundados motivos para suponer que ya lo tienen montado desde hace algunos años, no sólo por lo que hemos leido sino porque el mismo Mr. Renard es inventor también de un voltámetro, y porque, en fin, el taller de preparación del hidrógeno por el método químico que tuvo á bien enseñarnos, daba muestras evidentes de no haber funcionado desde hace mucho tiempo y además carecía de los gasómetros que son indispensables en sus inmediaciones y de las máquinas para la compresión, que tampoco pueden estar lejos de éstos; pero como el centro dicho, á diferencia de los de las demás naciones, en que todos los edificios y dependencias están agrupados en una corta extensión de terreno, se halla establecido en un gran parque, y en él, diseminados éstos á largas distancias unos de otros, le fué muy fácil al ilustrado Mr. Renard, sin incurrir en descortesía, eludir contestaciones categóricas á nuestras preguntas y desentenderse de nuestras repetidas insinuaciones, no obstante habernos expresado su opinión completamente contraria á la producción del gas por el procedimiento químico.

Acaso razones que no están á nuestro alcance le obliguen á conservar en el mayor secreto estas innovaciones, y también pudiera suceder, dicho sea esto en disculpa suya, que no estuvieran las cosas tan bien dispuestas y preparadas como para ser vistas por ojos extraños, y aun que no estuviese satisfecho de los resultados, pues la verdad es que no podemos comprender de otro modo que á fines del siglo actual se pretenda envolver en la obscuridad del misterio un procedimiento industrial que en una ú otra forma es ya del dominio público.

Estas circunstancias nos obligaron á limitar nuestras investigaciones á lo que podría ofrecernos la industria privada y así hemos podido examinar un voltámetro de Siemens Brothers, en Londres, y una instalación en pequeño de los de Mr. Garutti, en Nápoles, que son los dos que dejamos descriptos en el lugar correspondiente de esta memoria,

con todos los detalles que nos fué dable recoger, sin que ahora nos parezca necesario otra cosa que recordar lo que ya entonces dijimos, ó sea que los segundos, aparte de poder ostentar en su favor la opinión favorable y de indiscutible autoridad del eminente físico belga Mr. Eric Gerard, cuentan también en su apoyo con el hecho de haberlos instalado en la fábrica de armas de Terni, en Italia, en la que parece dieron muy buenos resultados á juzgar por el informe que un jefe de artillería de dicho establecimiento dirigió á su gobierno en cumplimiento á las órdenes que había recibido para ensayarlos, á fin de utilizar el gas oxhídrico, como combustible, en lugar de la hulla.

Entendemos, pues, que si estos antecedentes no son bastante para que nosotros podamos emitir una opinión firme y segura con el apoyo de nuestra escasa suficiencia, nos autorizan por lo menos á aconsejar, teniendo en cuenta las probables ventajas de su adopción, que se procure ensayar este método de producción del hidrógeno en nuestro futuro establecimiento aerostático, ya que si su instalación definitiva representa algunos gastos por la adquisición de las dinamos y las máquinas de vapor que son necesarias, las pruebas de referencia suponen muy poco, desde el momento en que los voltámetros son relativamente de poco coste, y la energía eléctrica pudiera adquirirse de las compañías de electricidad durante los repetidos ensayos.

Nos mueve á insistir en este punto la idea de que, aparte de representar este sistema las tendencias modernas, que como se ha visto prevalecen en todas partes, respecto á la producción del gas hidrógeno, ha de contar á su favor con la mayor economía en el precio del metro cúbico de éste, que por el procedimiento químico asciende á 1 ó 1,25 pesetas, mientras que en el electrolítico no supone otro gasto de consideración que el del combustible necesario para la máquina de vapor, en lugar de las grandes cantidades de ácido sulfúrico, hierro, etc., que son indispensables en aquél, y puesto que, por su mayor pureza y consiguiente aumento de fuerza ascensional, permitirá reducir el volúmen y el peso del material aerostático de las secciones de campaña, con todas las ventajas que son anejas á esta circunstancia, de mayor ligereza en los transportes, mayor movilidad de los trenes y mayor facilidad en las maniobras.

Réstanos todavía advertir, que así como en la aplicación del método químico se venden al comercio las grandes cantidades de sulfato de hierro que deja la producción del hidrógeno como resíduos de la operación y que alcanzan á muchos millares de kilógramos, representando cantidades no despreciables, á pesar de su escaso valor, que redundan en beneficio del precio de éste, así en el sistema electrolítico se debe contar con la venta del oxígeno que ha de obtenerse en cantidad mitad de la del hidrógeno y al que es fácil conseguirle mercado beneficioso por los elevados precios que alcanza y por sus muchas aplicaciones terapéuticas é industriales, en términos que contando con este ingreso podría resultar insignificante el precio del hidrógeno.

Por otra parte, el oxígeno podría emplearse también ya solo ó en combinación con la parte correspondiente de hidrógeno, en la alimentación de lámparas de gran brillo é intensidad para la telegrafía óptica nocturna, utilizando al efecto los aparatos conocidos, que permiten comunicarse á grandes distancias; y aun de una manera más general, si se dispusiese de cantidades suficientes de los gases dichos, en el alumbrado ordinario de establecimientos ó edificios militares, usando las lámparas de que es autor el mismo Mr. Garutti.

Con este motivo debemos hacer constar que recientemente se ha formado una sociedad, cuya dirección reside en Bruselas, que se propone la explotación de la luz oxhídrica por los procedimientos Garutti, y que se titula: «L'oxhidrique, societé anonime pour l'exploitation des procedés electrolitiques Garutti.»

En este mismo orden de ideas también es digno de tenerse en cuenta, en un estudio detenido del asunto, la conveniencia de utilizar las dinamos y las máquinas de vapor correspondientes para proveer de luz eléctrica algunos cuarteles ó edificios militares, haciendo que aquéllas trabajasen de día en la producción de los gases y destinándolas por la noche á este último objeto, probablemente con algunas ventajas económicas.

Innecesario parece, por consiguiente, encarecer la real importancia que para el asunto que nos ocupa tiene el estudio concienzudo de este asunto, ya que tanta influencia puede ejercer en el no escaso presupuesto que requiere el entretenimiento y la instrucción del servicio aerostá-

tico militar y en el buen acierto con que se inviertan las sumas indispensables para su instalación en nuestro ejército.

Réstanos, por último, antes de terminar esta parte de nuestro trabajo, hacer algunas consideraciones acerca de un extremo que, considerando el asunto á la ligera, pudiera parecer de poca importancia y que es, sin embargo, esencial en nuestro concepto, si esta creación ha de responder cumplidamente á sus fines y no han de resultar infructuosos en gran parte los sacrificios pecuniarios que imponga su planteamiento. Y lo hacemos con tanto más motivo cuanto que en la actualidad pueden tenerse en cuenta, sin inconvenientes, todas las circunstancias que sean favorables al éxito y sabido es que los vicios de orígen en estos organismos, influyen después perniciosamente en toda su existencia y además de ser difíciles de corregir, sólo se consigue á costa de nuevos sacrificios y cuando ya la experiencia se ha encargado de demostrar la esterilidad é ineficacia de los ya realizados, lo que nos impone el deber de pensar maduramente en todo aquello que hoy esté á nuestro alcance y que pueda evitar costosas rectificaciones en el porvenir.

Nos referimos á las condiciones que debe reunir la población en que haya de instalarse el centro aerostático militar de que nos ocupamos, y que, á nuestro modo de ver, consiste especialmente en que disponga de numerosa guarnición de tropas de todas armas, y que sea, á la vez, un nudo importante de comunicaciones.

Y no es difícil, á nuestro modo de ver, descubrir el fundamento de nuestra opinión en este punto, á poco que se recuerde lo que en el curso de este trabajo hemos indicado respecto á las exigencias que lleva consigo la instrucción del personal y la manera de realizar este servicio en campaña.

Aquella impone, en efecto, como primera condición, la de que los encargados de las observaciones se familiaricen, cuanto sea posible, con el aspecto que ofrezcan en distintas circunstancias atmosféricas y á distancias variables, todos aquellos objetos que se han de examinar con preferencia en campaña, y como entre éstos figuran, en primer término las tropas de todas armas, en grupos ó masas más ó menos considerables, dicho está que para satisfacer á esta exigencia es indispensable que las prácticas tengan lugar en puntos en que dichos elementos exis-

tan, y de aquí la necesidad de instalar el centro aerostático en poblaciones de guarnición numerosa, que permitan hacer frecuentes las observaciones indicadas, cuando las tropas salgan á sus ejercicios y maniobras, circunstancia que utilizan mucho los aeronautas militares alemanes, según hemos tenido ocasión de observar.

Y no habría para qué encarecer la incuestionable utilidad de estos ejercicios, que tanta influencia ejercen en la educación del sentido de la vista, si no fuese de absoluta necesidad en los oficiales aeronautas que no sólo han de ver y distinguir con claridad, sino también con gran rapidez por las condiciones especiales en que frecuentemente han de verificar los reconocimientos que se les encomienden. Sabido es que sólo los que por una larga práctica llegan á familiarizarse con la observación de objetos determinados á largas distancias, pueden descubrirlos con facilidad y sin vacilaciones, como sucede, por ejemplo, á los marinos, que señalan los buques en el mar cuando están tan lejanos que escapan á la percepción de las vistas más perspicaces de los no habituados á esta clase de exploraciones. Se comprende, pues, la conveniencia de colocar á los que hayan de prestar en campaña el servicio aerostático, en condiciones de poder desarrollar con fruto la facultad de ver bien y con prontitud en cuantas diversas circunstancias puedan presentárseles en el desempeño de su especial cometido.

Por otra parte, los ensayos y experimentos que deben realizar á cada momento los oficiales del servicio aerostático, llevan consigo el concurso indispensable de otras armas, porque mal podrían apreciar, por ejemplo, sin la intervención de la artillería, las condiciones de seguridad en que habrán de encontrarse respecto á ésta en sus funciones de guerra, y no será cosa fácil ensayar la telegrafía aerostática sin el auxilio de las otras ramas de la telegrafía militar, y especialmente de la óptica, aparte de que, como ya dejamos demostrado, las seciones aerostáticas han de tomar parte tan frecuentemente como sea posible en las maniobras de conjunto de las demás armas, y en tal concepto, sólo podrán hacerlo sin inconvenientes donde éstas existan en bastante número.

Las mismas aplicaciones de la fotografía aérea, requieren muchas veces recursos especiales que solo en las grandes poblaciones pueden encontrarse, y en más de una ocasión será conveniente apelar al gas del alum-

brado, ya para efectuar pruebas comparativas, ya para utilizarlo, por razones de economía, en efectuar ascensiones libres por vía de instrucción, una vez que siempre resultan costosas empleando el gas hidrógeno.

Debe ser la residencia de que nos ocupamos, nudo importante de comunicaciones, puesto que, como ya hemos dicho, el abastecimiento de gas hidrógeno en la guerra para las secciones aerostáticas, ha de efectuarse remitiéndoles en ferrocarril hasta el punto de la base de operaciones más inmediato al lugar en que se encuentren, las remesas de cilindros ó tubos que contengan aquél, en la cantidad suficiente para las atenciones del servicio, y desde allí habrán de remitirse, á su vez, los cilindros vacíos para volverlos á llenar en el establecimiento central aerostático; y claro está, que contando con estas ineludibles circunstancias, resulta patente la ventaja de que la residencia del mencionado centro sea una población del interior del país, en que puedan utilizarse con dicho objeto directamente las líneas férreas que irradien en diferentes direcciones.

Si además se examina este asunto desde el punto de vista importantísimo de la economía con que puedan obtenerse las grandes cantidades de hidrógeno que este servicio consume, así en la paz como en la guerra, todavía se encuentra un motivo más en favor de la proposición á que nos referimos, pues que habiendo de buscar mercado en que colocar los productos que resultan de la fabricación del gas hidrógeno, así se le produzca por el método químico como por la electrolisis del agua, resulta de indudable conveniencia el que pueda conseguirse dentro de la misma población en que aquéllos productos se obtengan, puesto que, ni el relativo poco valor del sulfato de hierro que resulta del primer procedimiento admite, para su fácil salida, que se le grave con el precio de los transportes, ni el gas oxígeno que se consigue en el segundo se presta, por su naturaleza, á largos viajes, si no se le ha de conducir convenientemente comprimido también en tubos de acero, lo que lo gravaría mucho con los gastos inherentes á la operación de comprimirlo, y por el coste del material auxiliar que sería preciso adquirir y entretener con este solo objeto, aparte de las mayores facilidades que en último caso se encontrarían en una población importante para utilizarlo en la telegrafía óptica ó para el alumbrado.

Y no hay para qué decir que bajo este último aspecto, y en el concepto de que pareciese conveniente utilizar la instalación para la producción de la luz eléctrica, éste sería un nuevo motivo para que se procure establecer el centro aerostático de referencia en una población que por sus condiciones permitiera aprovechar estos recursos, que tanto redundarían en beneficio de la economía cuanto fuera mayor el provecho que proporcionase en verdaderas aplicaciones prácticas.

Agregando, pues, á todas estas consideraciones la de que el centro aerostático de referencia necesita disponer, como ya hicimos observar, para las atenciones de sus maniobras y de la instrucción, del ganado de arrastre necesario para el material de una sección, y que no sería prudente, económicamente hablando, sostener para este solo objeto los gastos que esto supone, mientras que podría facilitárselo cuando fuese necesario en los períodos de sus ejercicios uno de los cuerpos de la guarnición, como tenemos entendido que sucede en Francia, en donde, si no estamos equivocados, el 1.er regimiento de Ingenieros facilita el ganado necesario al establecimiento aerostático de Chalais-Meudon, podemos dar por apuntados los principales motivos en que nos fundamos para proponer que el centro repetido se establezca desde luego en Madrid, como la residencia que mejor cumple todas las enumeradas condiciones, que por algo se encuentran, respectivamente, en Paris, Berlin y Roma los establecimientos aerostáticos de Francia, Alemania é Italia, y no en valde, después de haber estado en Chattan el de Inglaterra, se encuentra hoy instalado en Aldershot, que es seguramente el centro militar más importante de esta nación.

En fin, debemos advertir también que acaso fuese preferible conservar en el Establecimiento central aerostático el material de esta clase que se asigne como dotación á cada una de las plazas fuertes, que no tenerlo en éstas, una vez que de aquel modo podría entretenerse en mejores condiciones de servicio y con mayor economía, sin perjuicio de que estuviese el correspondiente á cada una de ellas perfectamente aparcado y separado del resto para poder remitirlo oportunamente á su destino en el acto de la movilización del ejército.

Material aerostático de campaña.

Después de establecido el centro aerostático á que acabamos de referirnos, cuando ya se encuentre en condiciones de satisfacer cumplidamente á las múltiples exigencias á que forzosamente ha de responder y aun simultáneamente con los trabajos inherentes á su instalación, en cuanto sea posible, habrán de estudiarse las condiciones que debería reunir el material más conveniente para constituir los trenes aerostáticos de las secciones de campaña, acerca de los que nos permitiremos algunas observaciones generales, en la seguridad de que esta parte del problema que examinamos no es de las que hayan de presentar más serias dificultades, y porque la misma variedad de tipos que se advierte en el de las secciones de los ejércitos extranjeros prueba que se puede alcanzar el resultado de maneras muy distintas en cuanto á la organización de los detalles, una vez que todos se muestran complacidos del material á que dieron la preferencia.

Nuestras observaciones, por lo demás, habrán de concretarse á las partes más esenciales del material dicho, sin descender á detalles imposibles de precisar en tanto que un estudio minucioso y detenido y las indispensables pruebas que ha de llevar consigo no permitan asegurar cuáles parezcan preferibles, y habremos de fundarlas en la apreciación y juicio crítico que nos merecieron las que hemos tenido ocasión de examinar, contrastadas, á la vez que en los testimonios de los jefes y oficiales que nos distinguieron con sus contestaciones, en lo que desde luego parece dictar la razón y el buen sentido.

Así, mientras nada se nos ocurre advertir respecto á la forma de los globos, pues que desde luego nos parece ser la más conveniente la esférica (1), y es, como ya hemos dicho, la adoptada en todas partes, no sucede lo mismo en lo concerniente á su capacidad ó volumen, porque entendemos debe ser el suficiente para poder elevar en la barquilla dos observadores con todos los accesorios de que ya hemos hecho mérito, si-

(1) Véase la nota de las páginas 55 y 56.

quiera esto no se oponga á que, como también sucede en otros ejércitos, puedan tenerse algunos de menores dimensiones para casos especiales, de los que no hayan de elevar más que un solo aeronauta, y aun parece oportuno que cada sección lleve uno de los primeros, que podemos considerar como el tipo *normal*, y otro de los segundos para substituir á aquél.

Por lo demás, nos fijamos en que el globo tenga la fuerza ascensional suficiente para poder elevar dos observadores, convencidos de que esta es una circunstancia muy atendible, si no absolutamente indispensable, para que pueda efectuarse en buenas condiciones el servicio de reconocimientos, puesto que el oficial que realmente se dedique á la observación debe atender á este importante cometido exclusivamente, dejando al otro el cuidado de las maniobras y el de transmitir los despachos que aquél le dicte, aparte de que, con globos de la capacidad indicada, será siempre más fácil ejecutar el servicio en circunstancias atmosféricas desfavorables y cuando no lo sería con otros más pequeños, puesto que permiten conservar mayor exceso de fuerza ascensional, y en tal concepto pueden luchar con más ventajas contra la acción del viento.

Esto explica también, dicho sea de paso y como recuerdo, la necesidad de que cada sección cuente á lo menos con dos oficiales, con tanta más razón cuanto que uno de ellos deberá atender siempre á la dirección de las maniobras en tierra, que es seguramente el punto de más importancia en el servicio que están llamados á prestar.

El material de los globos debe ser, á nuestro juicio, con preferencia, la seda de la China, puesto que, como ya hicimos observar oportunamente, los de película de buey, además de los inconvenientes señalados, tienen en su contra el no menos grave de su precio excesivo, del que podrá juzgarse aproximadamente con decir, según los datos que sobre este punto nos ha sido dable recoger, que mientras un globo de algodón de unos 350 metros cúbicos de volumen cuesta unas 1500 pesetas y uno de seda de las mismas dimensiones de 3000 á 3500, un globo de película de 280 metros cúbicos alcanza el precio de 10.000 á 12.000 pesetas.

Podrán, en cambio, ensayarse oportunamente los tejidos impermeables de que se sirven los alemanes, siquiera ofrezcan también no pocos inconvenientes, y el más sensible, aparte de ser también caros, de re-

querir una fabricación especial, y tener que apelar al extranjero para adquirirla, mientras que la seda la encontraríamos más fácilmente en el país, cualesquiera que fuesen las circunstancias.

De los demás elementos que forman parte de los globos militares, poco podríamos decir á falta de experiencia propia, una vez que, para juzgar de las propiedades y buenas condiciones de servicio de unos y otros, entre los que dejamos señalados, sería indispensable someterlos á numerosas pruebas comparativas en que pudieran revelarse aquéllas, además de que muchos de ellos son casi los mismos en todos los ejércitos, como sucede, por ejemplo, con la red, la barquilla y algunos objetos de maniobra; pero respecto al sistema de suspensión, la válvula y el ancla, parece que los empleados por los franceses tienen algunas ventajas sobre los demás, siendo también de advertir, que los cables de sujeción deberán emplearse indistintamente de cáñamo ó de acero, pero de una sola pieza, y no divididos en trozos, como el de esta última clase que tienen en servicio los alemanes, y que, aparte de otros defectos, presenta el no pequeño de tener que proveer á las comunicaciones del observador en la barquilla con el suelo, mediante un cable auxiliar para este solo objeto, lo que no puede menos de complicar las maniobras, aun en el caso de que aquella circunstancia pudiera ser favorable en alguna ocasión.

Respecto al material auxiliar para las maniobras, nos parece también muy bien entendido el de las secciones aerostáticas del ejército francés, por más que, como habrá podido observarse, no son tampoco grandes las diferencias de éste con el que se emplea en todas partes.

Otro punto á nuestro juicio muy interesante y orígen también de encontrados pareceres en la adopción del material de los trenes aerostáticos de campaña, es el de saber si el torno que con su carruaje correspondiente forma parte de aquéllos, ha de ser movido á brazo ó por el vapor, pues que mientras los partidarios del primero alegan en su favor la mayor sencillez y ligereza, en cuanto prescinden de la máquina de vapor necesaria en el segundo, con la consiguiente provisión de carbón que le es indispensable, los patrocinadores de éste, sin dejar de reconocer los citados inconvenientes, aseguran, á su vez, que el torno á brazo sólo puede emplearse en días de calma atmosférica y con globos

de muy pequeño volúmen, como los de los ingleses, resultando siempre muy lenta la maniobra de hacerlos descender.

Nosotros creemos, en efecto, prescindiendo de lo que una larga práctica pueda acreditar como más ventajoso, que debiera darse la preferencia á los tornos de vapor, y se funda nuestra opinión no sólo en la fatiga que el movimiento del primero impone á los soldados encargados de su manejo, sino también en que realmente consideramos bastante difíciles las maniobras de un globo del tamaño que proponemos, en circunstancias atmosféricas un poco contrarias y muy especialmente en la lentitud con que forzosamente han de ejecutarse en todos los casos, relativamente á la rapidez que alcanzan con los tornos de vapor, lo que constituye una ventaja inapreciable si se recuerdan los frecuentes y rápidos movimientos que ha de verificar para preservarse de los peligros á que le expone el fuego de la artillería enemiga, ó lo que pudiéramos llamar táctica del globo en los campos de batalla. Para este caso nos parece muy bien estudiado y muy propio para el objeto el carro-torno de las secciones aerostáticas del ejército francés, por sus condiciones de ligereza y buen servicio, que permite recoger el globo en unos cinco minutos desde una altura de 500 metros.

Respecto á los cilindros de acero para el transporte y almacenaje del gas hidrógeno, ya hemos visto en el lugar correspondiente sus diversas procedencias y poco podríamos decir con alguna seguridad respecto á la preferencia que merezcan unos ú otros, en cuanto en todas partes se manifiestan satisfechos de sus buenas condiciones, siquiera en Inglaterra nos hayan recomendado los Siemens Mannesman, que ensayaron en comparación con otros, y en Italia, los de Nordenfeld, con los que nos aseguraron no habían tenido hasta ahora la menor avería.

Debemos advertir, en cambio, en cuanto á su volumen ó capacidad y á su peso, que deberá estudiarse un tipo acaso distinto de todos los actualmente en uso en los ejércitos extranjeros, que satisfaga, por una parte, á la condición de ser fácilmente manejable para facilitar las operaciones inherentes á su transporte, como son las de embarcarlos en ferrocarril y colocarlos en los carros correspondientes, y que, por otra parte, permita reducir el número de los que haya de llevar cada carro y principalmente el de los empalmes de éstos con el tubo colector, lo que

siempre ha de resultar beneficioso, como todo lo que tienda á simplificar las maniobras.

Por lo demás, bien manifiestas aparecen las relaciones que deben existir entre todas las partes del material aerostático de las secciones de campaña, para que no sea necesario insistir aquí en la necesidad de tener siempre presente esta mútua dependencia en el estudio del conjunto.

FIN.

ÍNDICE.

Páginas.

REAL ORDEN. v
ADVERTENCIAS NECESARIAS. VII

I.—Principales aplicaciones de los globos en la guerra.

ORGANIZACIÓN DEL SERVICIO AEROSTÁTICO MILITAR. 11
Los globos en los campos de batalla. 13
Los globos en la guerra de sitios. 16
Extensión de las observaciones en globo cautivo. 22
Peligro de que los globos sean alcanzados por los proyectiles enemigos. 24
Telegrafía aerostática. 29
La fotografía en globo. 32
Otras aplicaciones militares de los globos. 37
Conclusiones. 40
ORGANIZACIÓN DEL SERVICIO AEROSTÁTICO MILITAR. 43

II.—Material aerostático propiamente dicho. 53

Forma y volumen más convenientes de los globos militares cautivos. 51
Materiales empleados en la construcción de las envolturas de los globos. 59
Construcción de los globos. 63
Cálculo y construcción de las redes. 72
Cable de sujeción. 79
Válvulas. 84
Barquillas y diversos sistemas de suspensión de las mismas. 89
Lastre, *guide-rope* y anclas. 93
Aparatos accesorios y medios de comunicación. 100
APARATOS DE PRUEBAS Y ENSAYOS. 103
Máquina para probar la resistencia de las telas y las cuerdas delgadas. 103
Verificación del aparato anterior. 106
Máquinas para probar la resistencia de los cables ó de las cuerdas gruesas. 107
Aparatos para probar la impermeabilidad de las telas barnizadas. . . 110
CONSERVACIÓN DEL MATERIAL AEROSTÁTICO. 110

III.—Fabricación y compresión del gas hidrógeno. 117

Gases propuestos y empleados para la inflación de los aerostatos. . . 117
PRIMER MÉTODO.—Producción del hidrógeno por la descomposición del agua en contacto con limaduras de hierro calentadas al rojo. 120

Páginas.

SEGUNDO MÉTODO.—Producción del hidrógeno por la descomposición del agua, mediante la acción combinada del ácido sulfúrico y el hierro ó el cinc. 121
Aparato de Charles ó de los toneles. 124
Aparato de toneles de Giffard y de Dupuy de Lome. 126
Aparato Renard de circulación contínua. 128
Aparatos empleados en Inglaterra, Italia y Alemania para la producción del hidrógeno. 132
APARATO PARA PROBAR LA FUERZA ASCENSIONAL DEL HIDRÓGENO. 134
PRODUCCIÓN DEL HIDRÓGENO POR LA ELECTROLISIS DEL AGUA. 138
Voltámetro Renard. 139
Voltámetro Siemens. 140
INSTALACIÓN DE LOS VOLTÁMETROS Y DE LAS MÁQUINAS NECESARIAS PARA LA ELECTROLISIS DEL AGUA Y PARA LA COMPRESIÓN DE LOS GASES. 142
Voltámetro Garutti. 143
Gasómetros. 146
COMPRESIÓN DEL GAS HIDRÓGENO. 147
Máquina de compresión. 148
Cilindros para el transporte del hidrógeno comprimido. 150
Pruebas de resistencia de los cilindros de acero. 152
Conservación de los cilindros de acero. 153

IV.—Trenes aerostáticos de campaña. 155

Generadores móviles de hidrógeno. 156
Generador sistema Yon. 156
Nuevo tipo de generador Yon. 159
Generador de hidrógeno extra-ligero, sistema Yon. 160
Generador transportable del ejército francés. 160
Generadores transportables de hidrógeno en Inglaterra, Alemania é Italia. 162
Inconvenientes de los generadores de hidrógeno transportables. 163
Transporte del hidrógeno en Inglaterra. 166
Transporte del hidrógeno en Alemania. 167
Transporte del hidrógeno en Italia. 168
Transporte del hidrógeno en Francia. 168
Transporte del hidrógeno sistema Yon. 169
Transporte á lomo del hidrógeno. 170
Carros-tornos de vapor. 170
Carro-torno de vapor sistema Yon. 171
Carro-torno del ejército francés. 172
Carros-tornos movidos á brazo. 174
Carro-torno del ejército inglés. 174
Carro-torno del ejército alemán. 175
Carros de material y furgones. 176
Composición del material de los trenes aerostáticos. 177
MANIOBRAS DE LOS GLOBOS MILITARES. 180
SERVICIO AEROSTÁTICO EN CAMPAÑA. 189

Páginas.

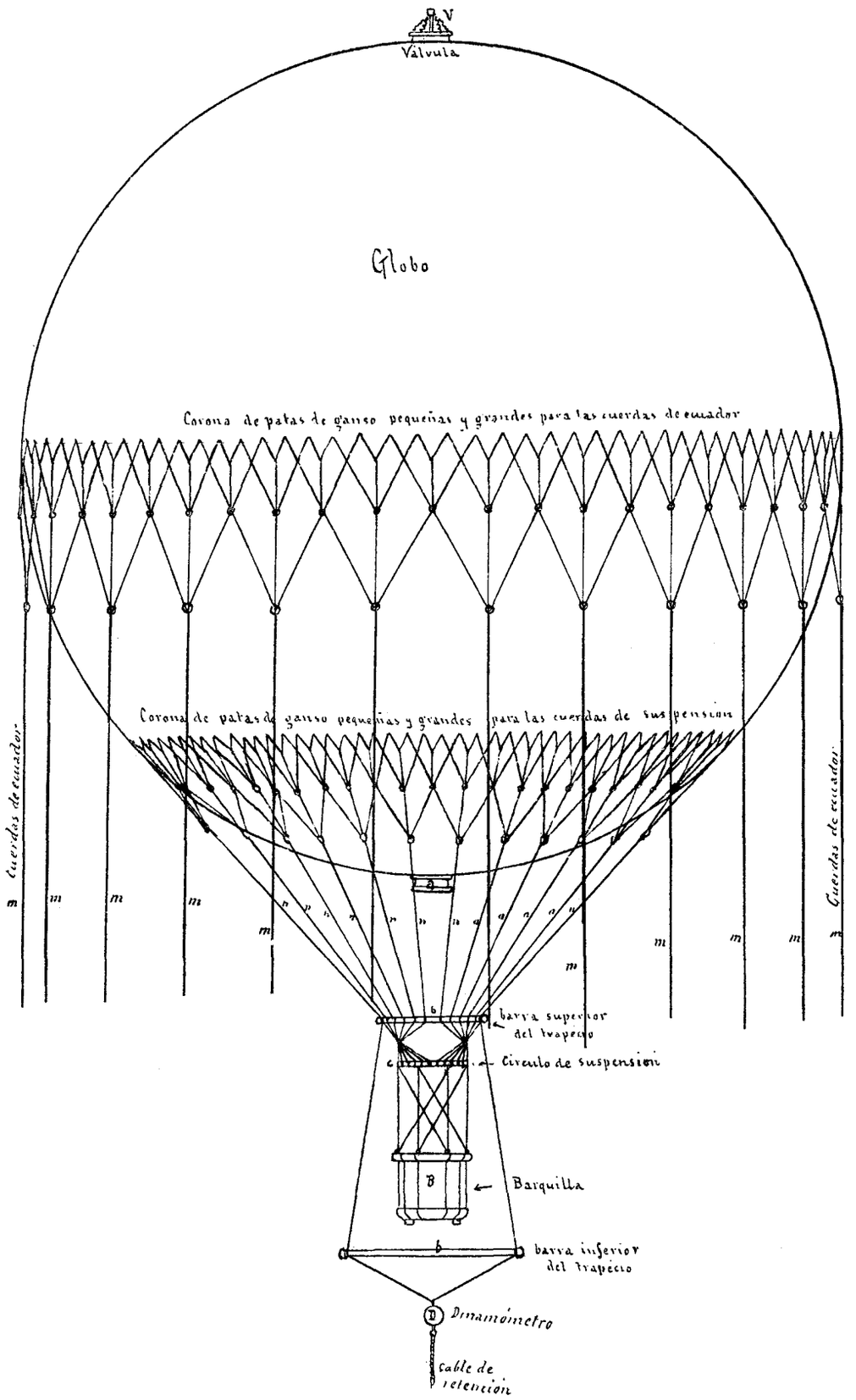
Inflación de los globos en campaña 191
Las secciones aerostáticas en marcha 193
Las secciones aerostáticas en los campos de batalla y en los sitios de las plazas 195

V.—Planteamiento del servicio aerostático militar en nuestro ejército 199

ORGANIZACIÓN É INSTRUCCIÓN DEL PERSONAL 200
MATERIAL DEL ESTABLECIMIENTO CENTRAL 206
MATERIAL AEROSTÁTICO DE CAMPAÑA 216

Lámina 1ª

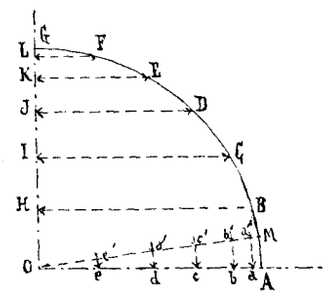
Los Globos en la Guerra.



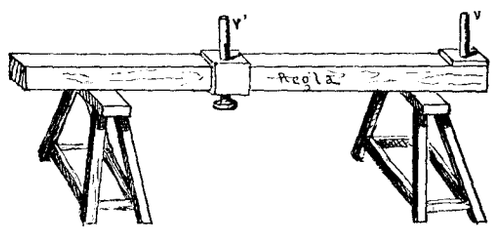
Los Globos en la Guerra.

Lámina 2ª

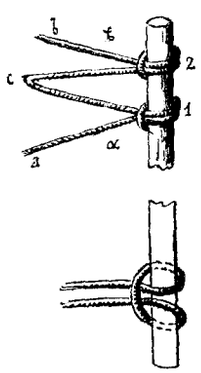
Fra 2.



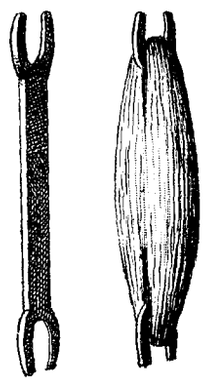
Fra 5



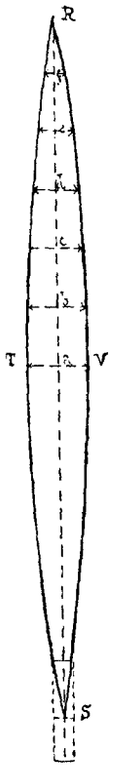
Fra 6.



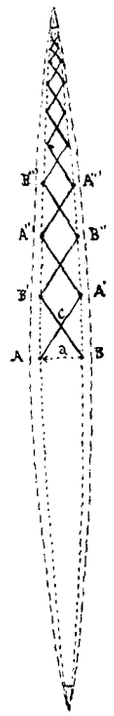
Fra 7



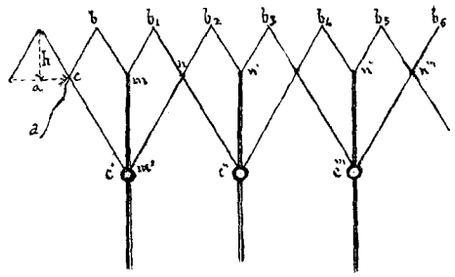
Fra 2



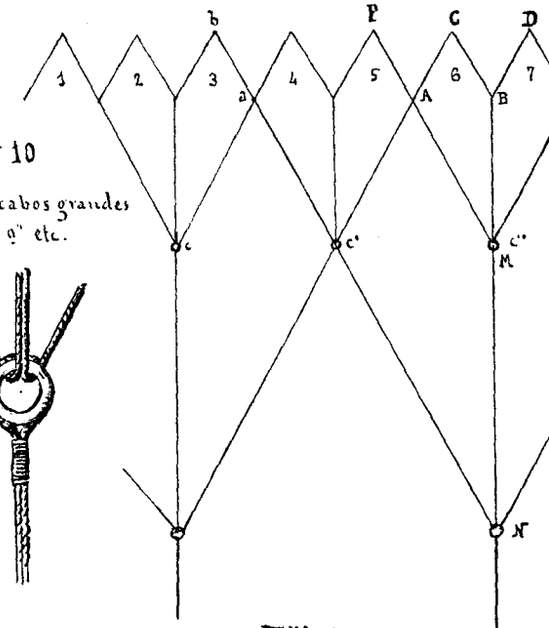
Fra 3



Fra 8



Fra 4



Fra 10

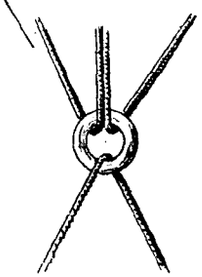
Guarda cabos grandes

9 9' 9'' etc.

Fra 10

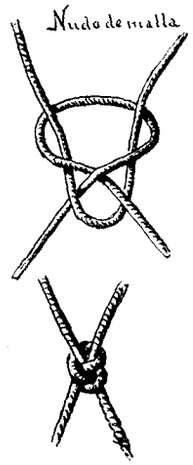
Guarda cabos pequeños

c, c', c'' etc

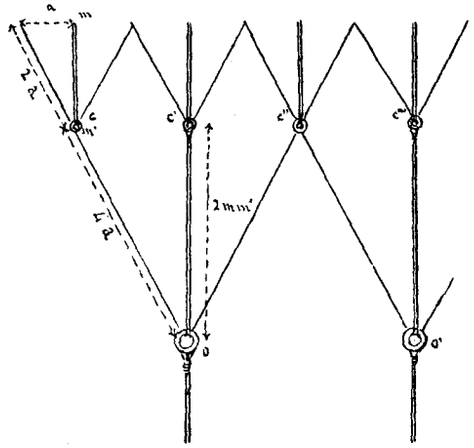


Fra 11.

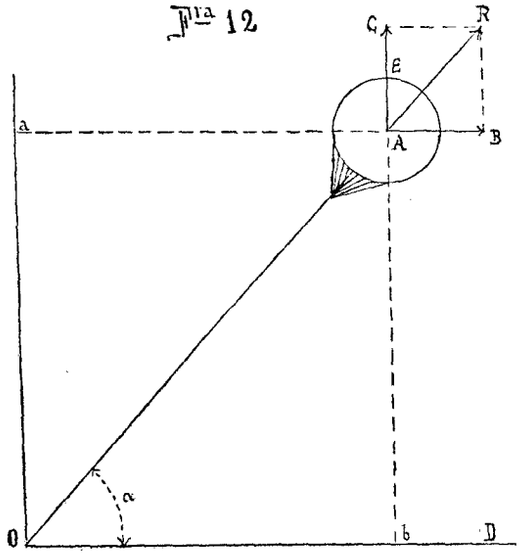
Nudo de malla



Fra 9

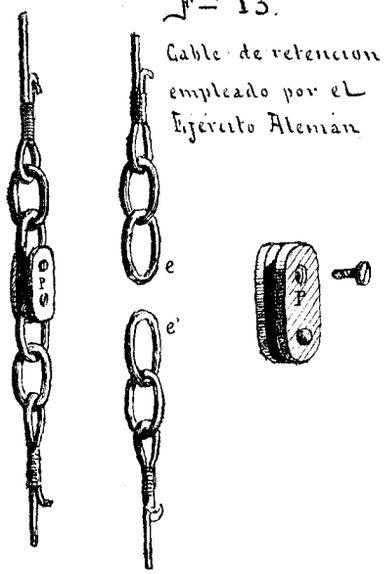


Frª 12

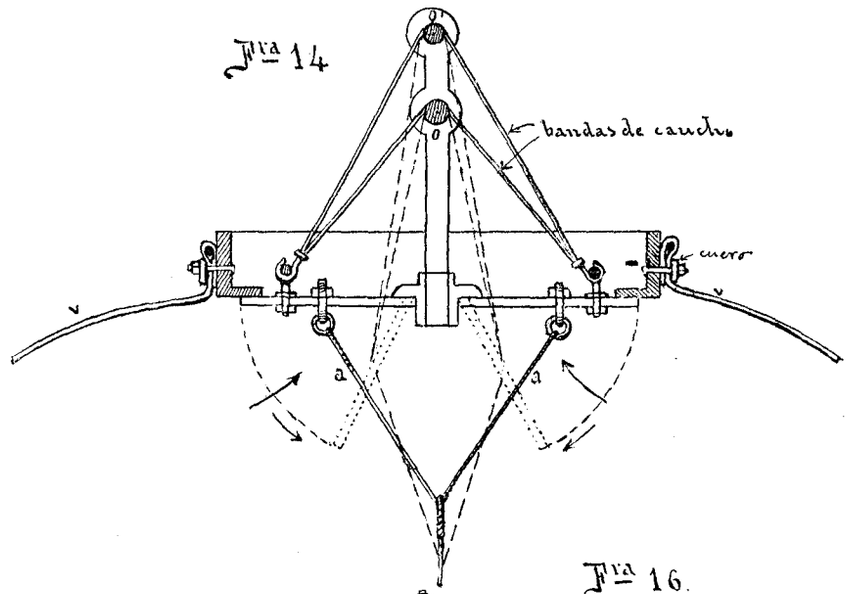


Frª 13.

Cable de retencion empleado por el Ejército Alemán

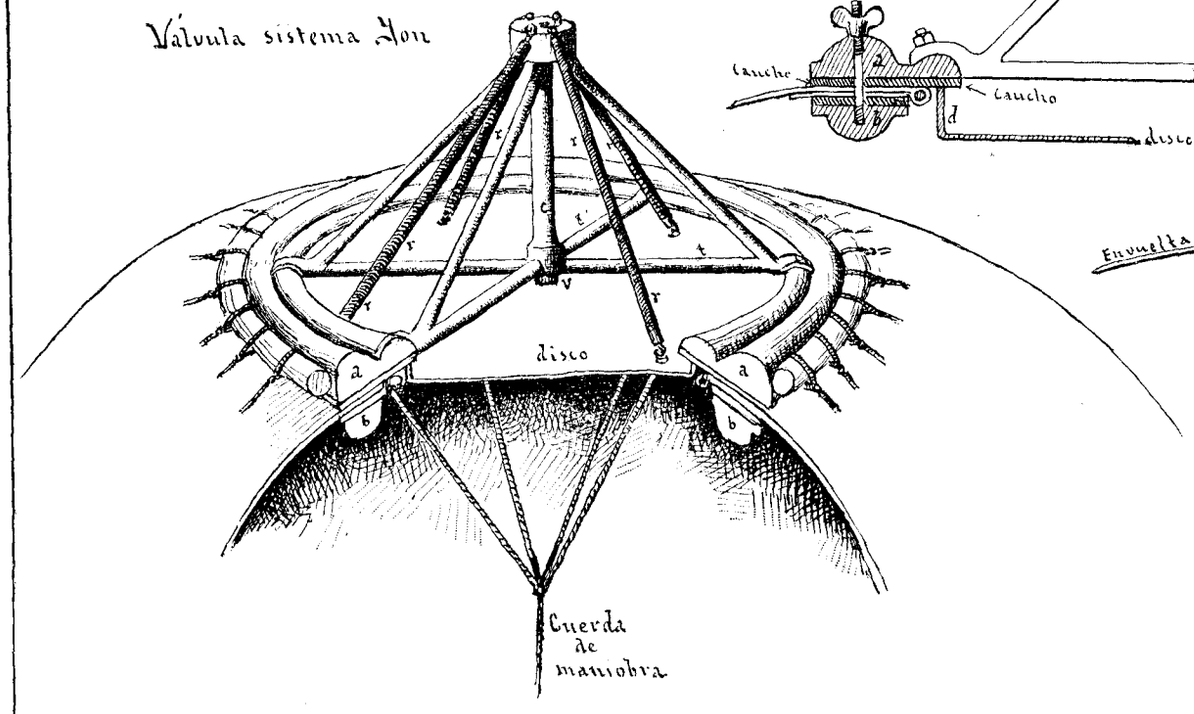


Frª 14



Frª 15

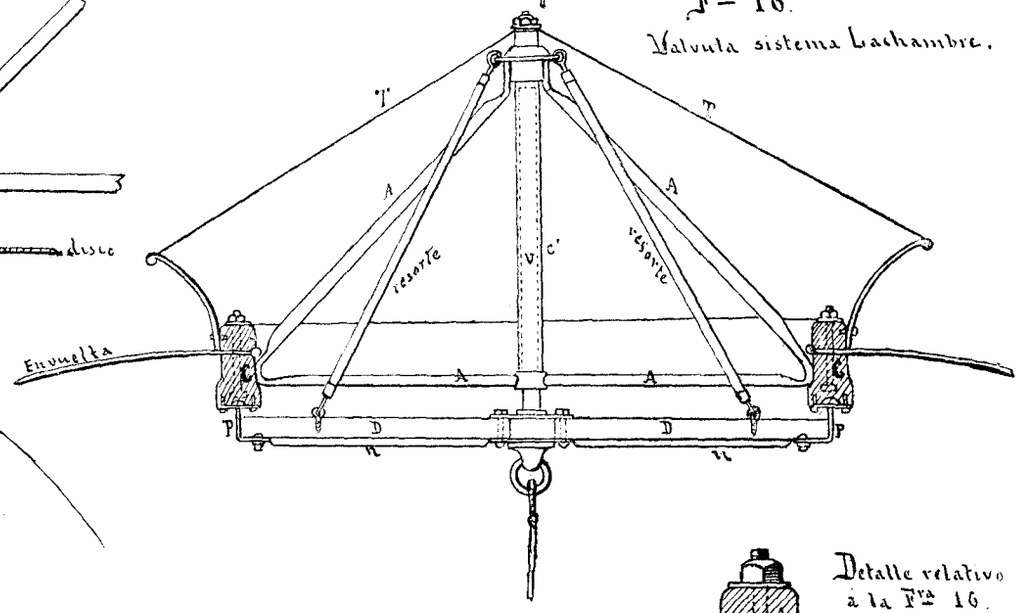
Válvula sistema Yon



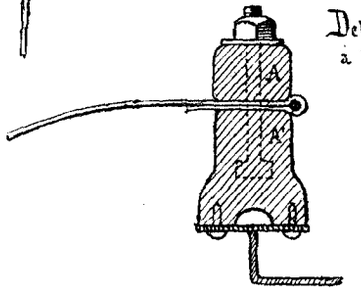
Detalle relativo á la Frª 15

Frª 16.

Válvula sistema Lachambre.

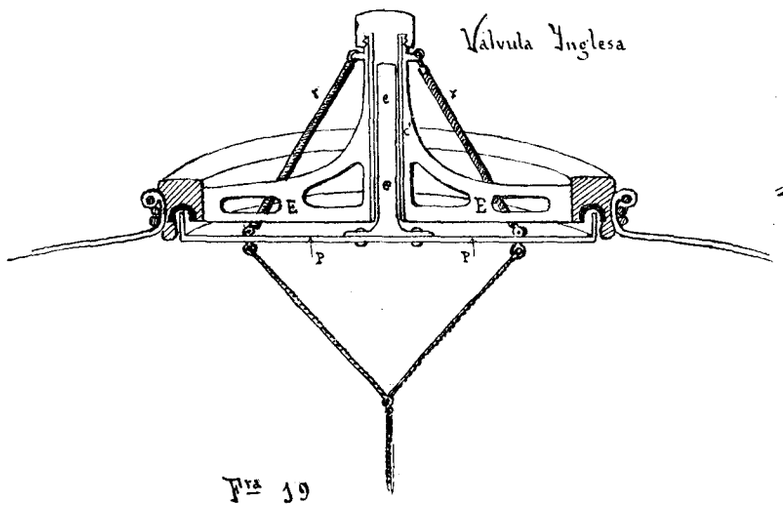


Detalle relativo á la Frª 16.



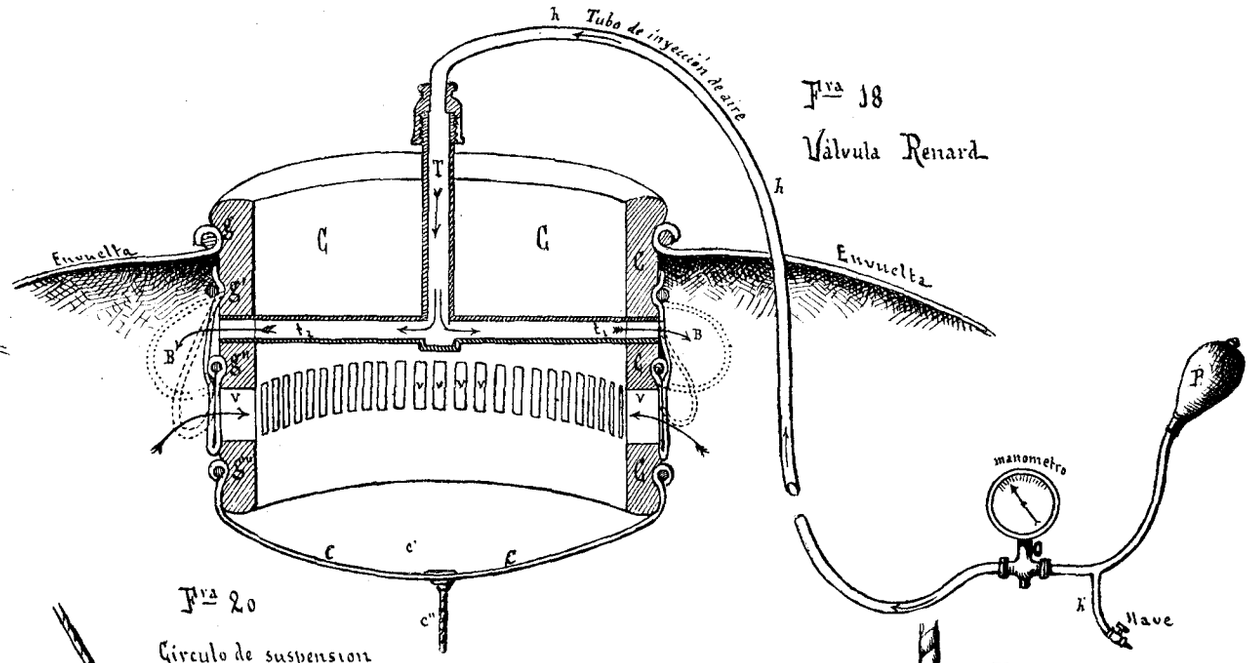
Fra 17

Válvula Inglesa



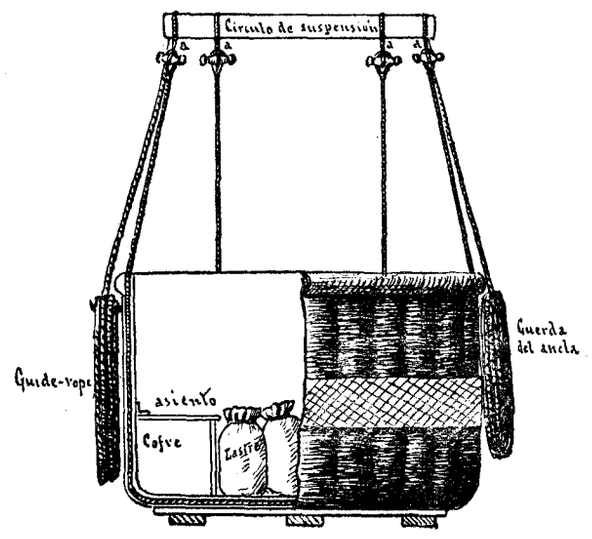
Fra 18

Válvula Renard



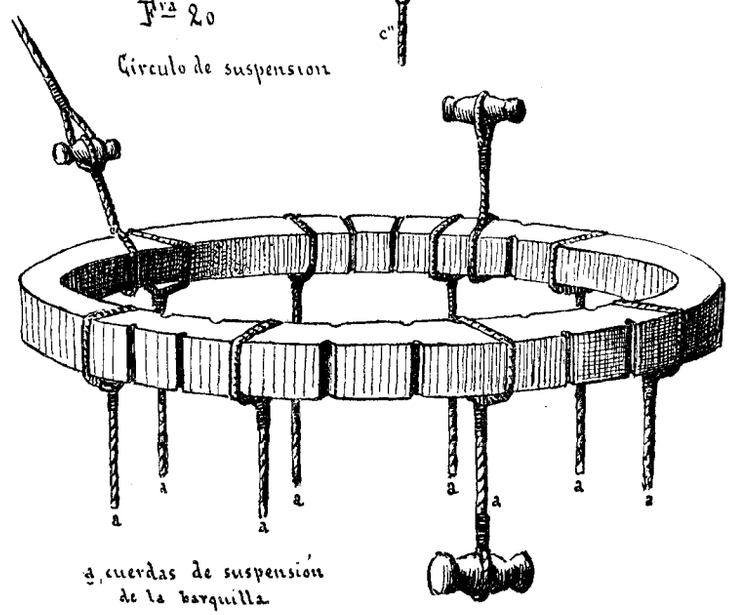
Fra 19

Barquilla

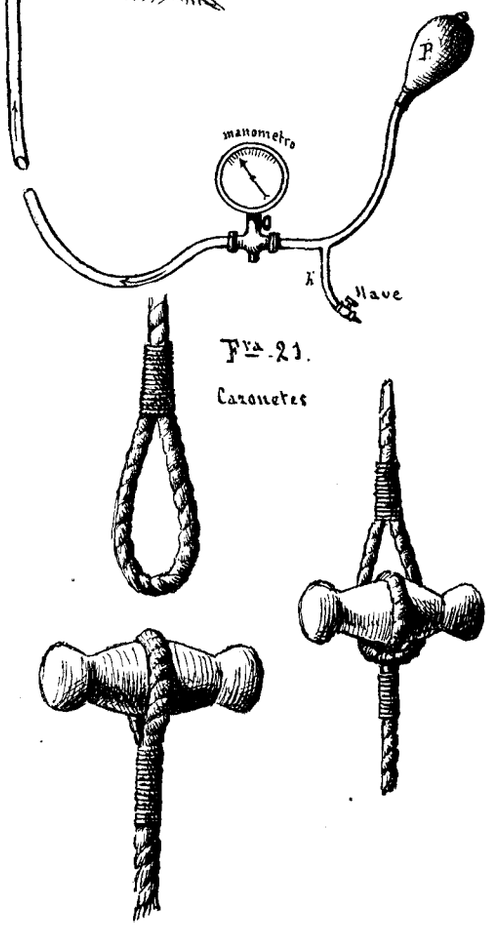


Fra 20

Circulo de suspension



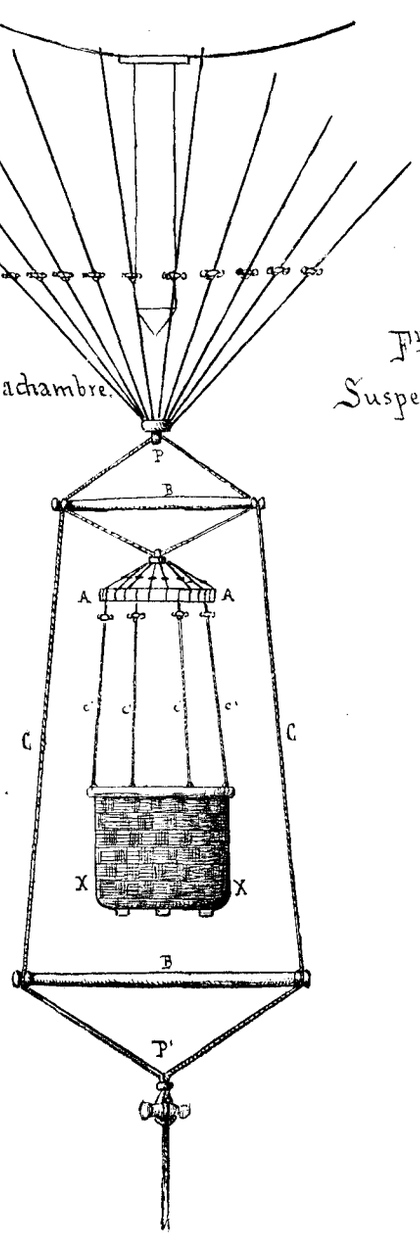
8 cuerdas de suspensión de la barquilla



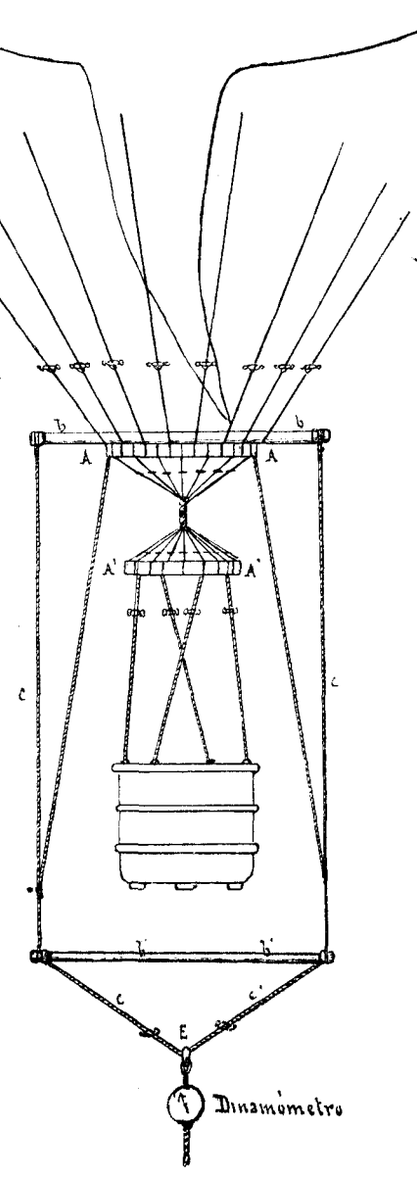
Fra 21.

Carabinetes

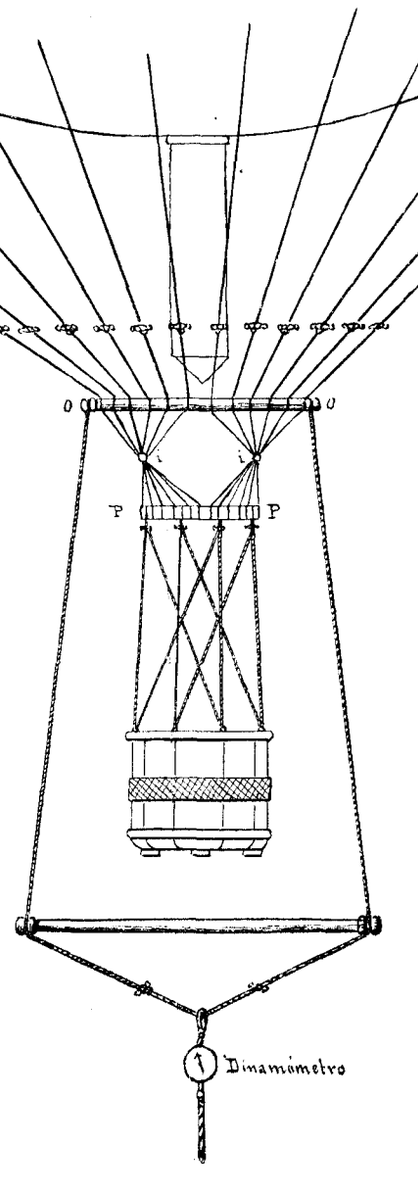
Frª 22
Suspension Lachambre.

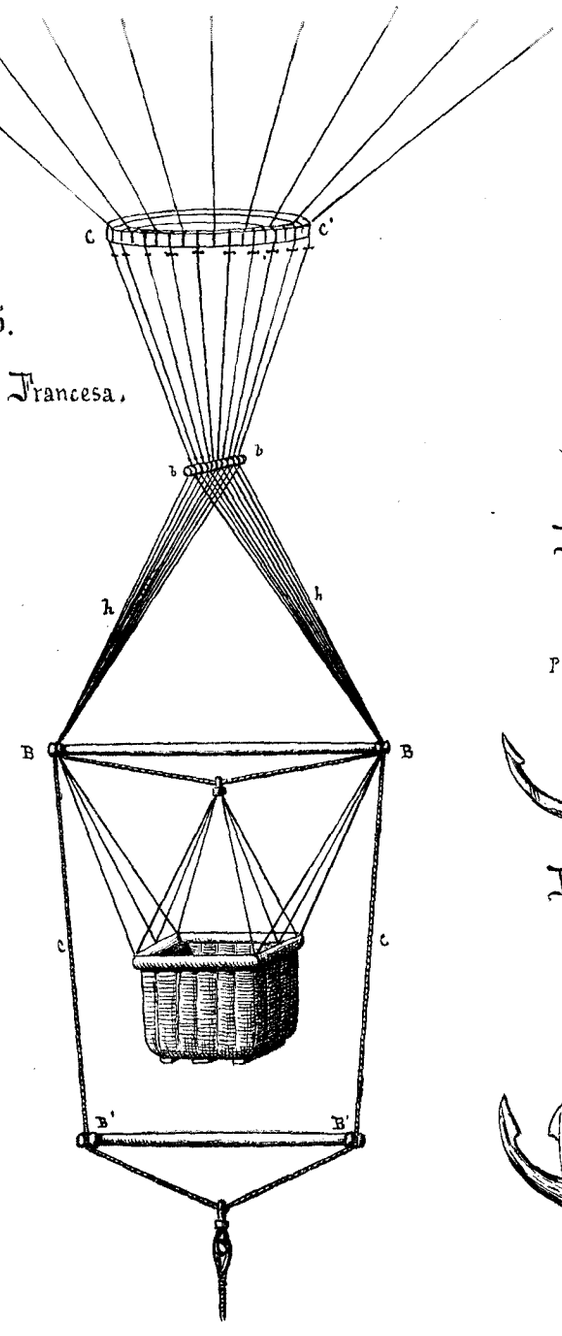


Frª 23
Suspension Yon

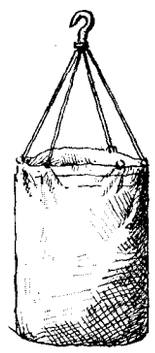


Frª 24
Suspension Godard



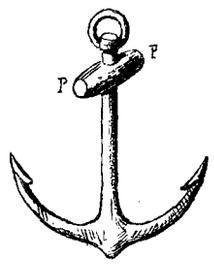


Fra 25.
Suspensión Francesa.

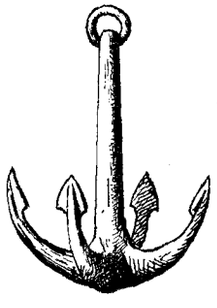


Fra 26.

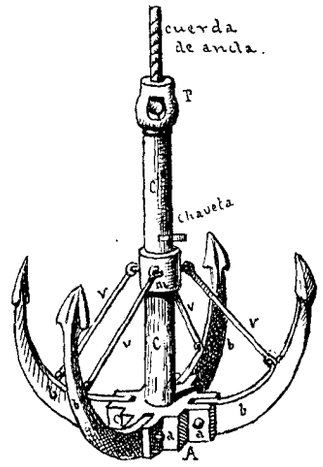
Fra 27.



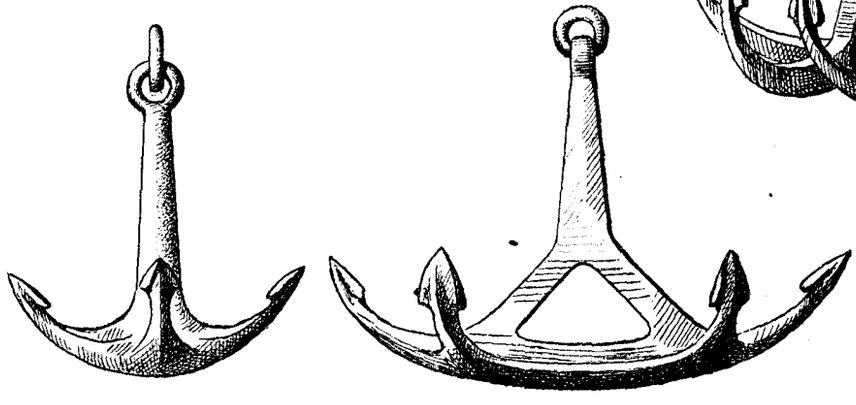
Fra 28.



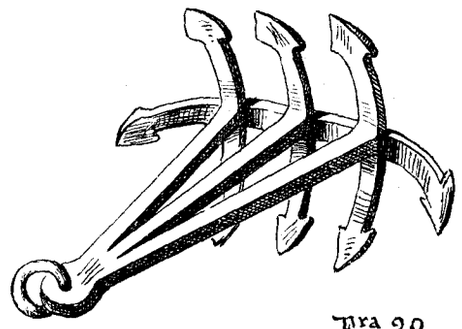
Fra 29.
Ancla Inglesa.



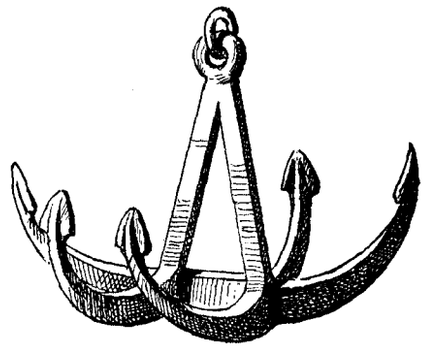
Fra 30
Anclote sistema Yon



Fra 31.
Ancla Herve

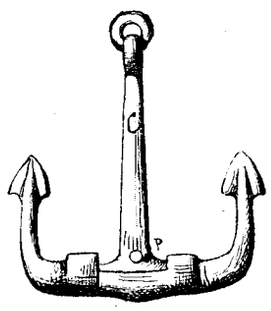


Fra 32
Ancla Italiana.



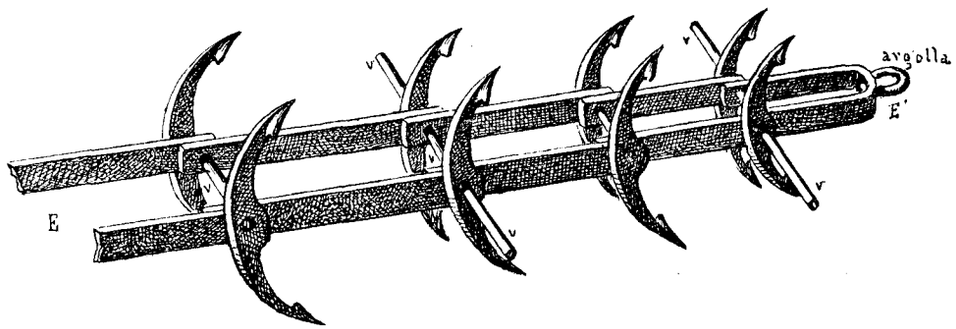
Frª 33

Ancla Alemana.



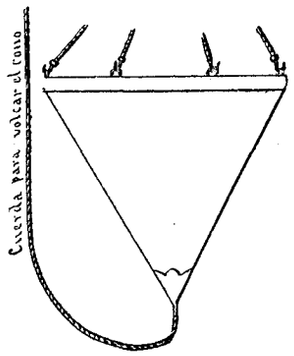
Frª 34

Trozo de Ancla Francesa.



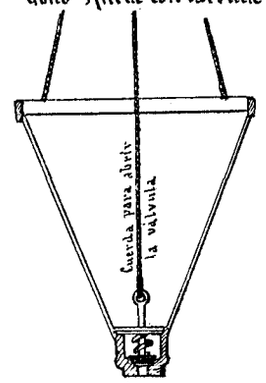
Frª 35

Cono Ancla



Frª 36

Cono Ancla con valvula



Frª 38.

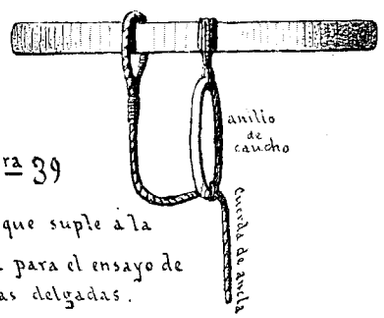
Frª 39.

Detalle de una pieza prensa y de su enlace con el taco.

Frª 40.

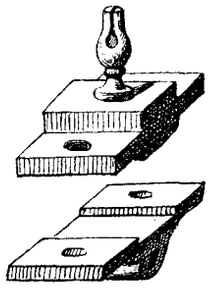
Dinamómetro de Mr. Renard.

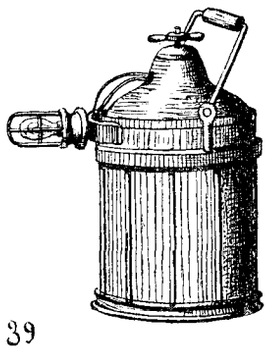
Frª 37



Frª 39

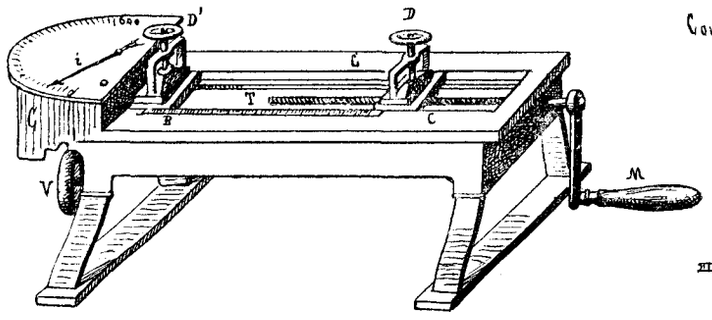
Pieza que suple á la prensa para el ensayo de cuerdas delgadas.

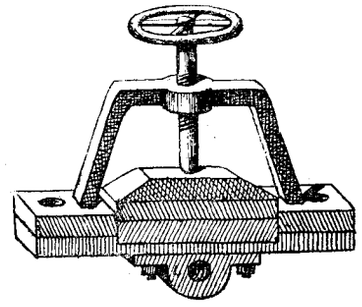




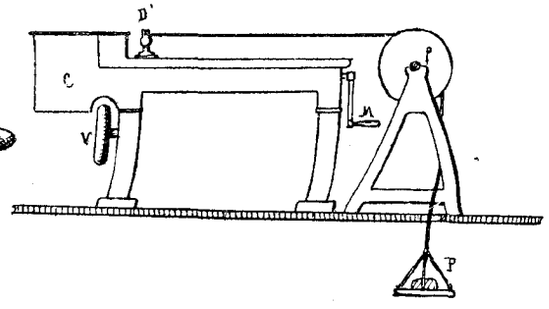
Frª 39

Dinamómetro de Mr. Perraux.





Comprobacion del Dinamómetro Perraux.



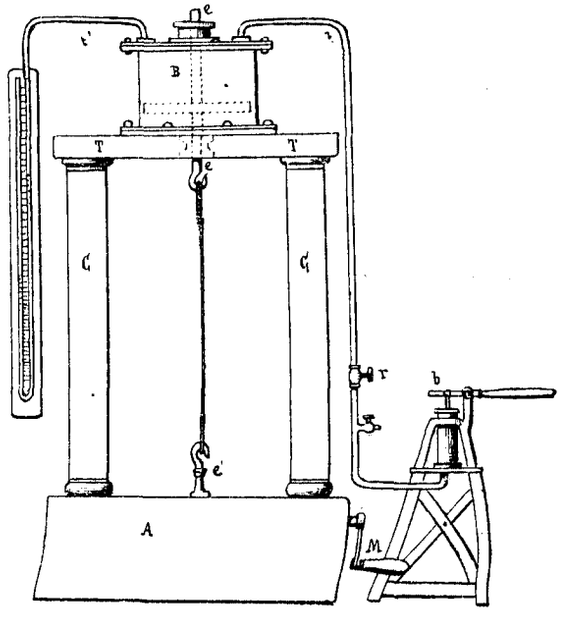


Fig.ra 41

Dinamómetro, Chevefy.

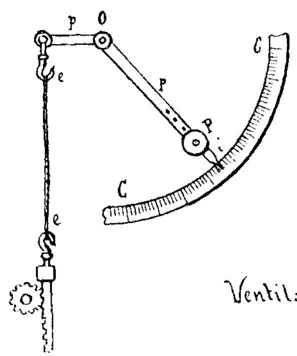


Fig.ra 42

Aparato para ensayar el grado de impermeabilidad de las telas

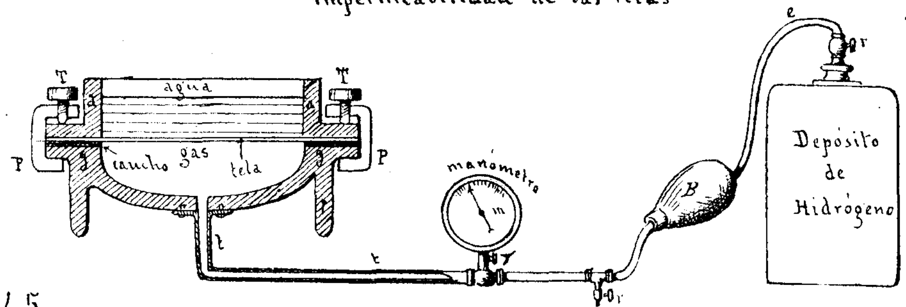


Fig.ra 44.

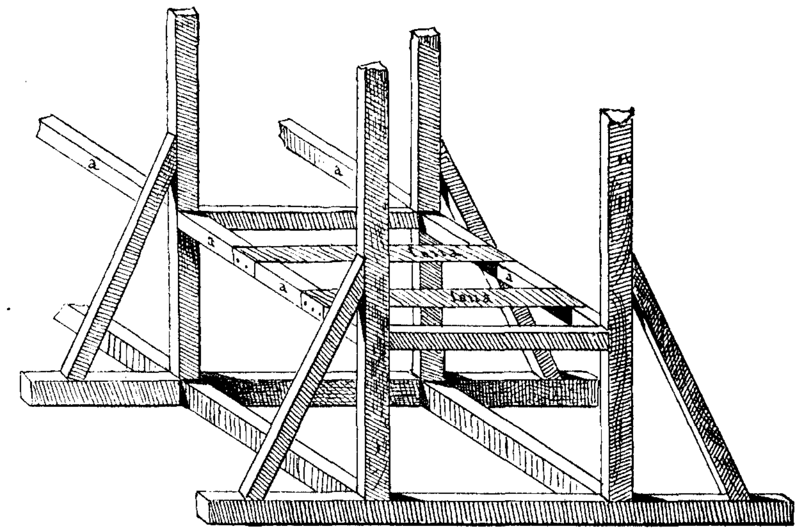


Fig.ra 45.

Ventilador aspirante é impelente
Corte transversal.

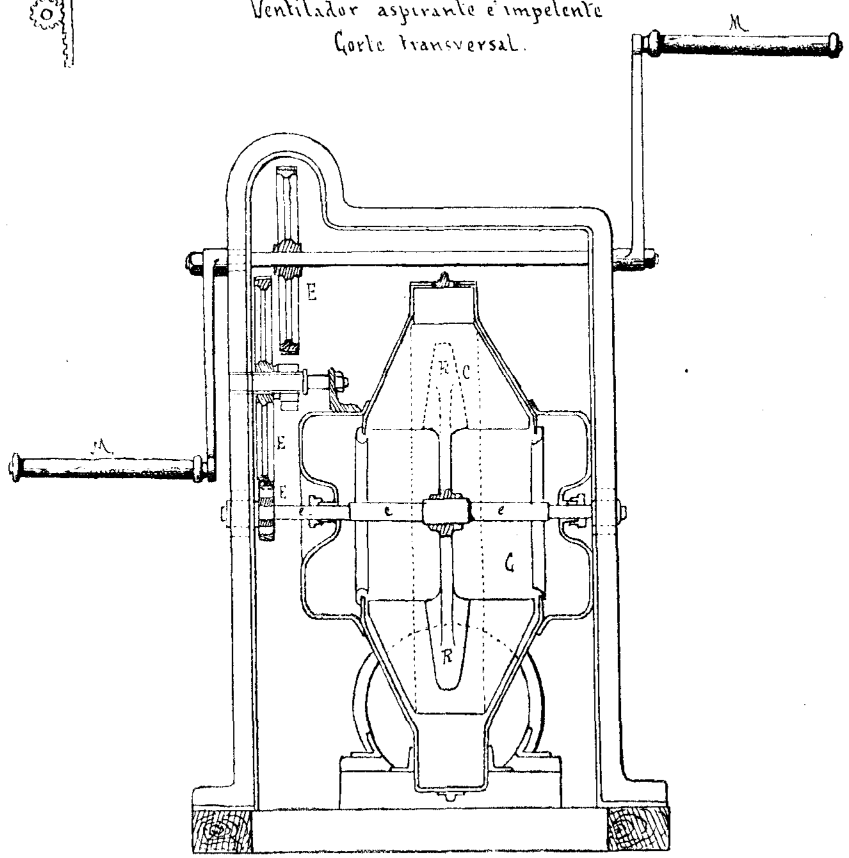
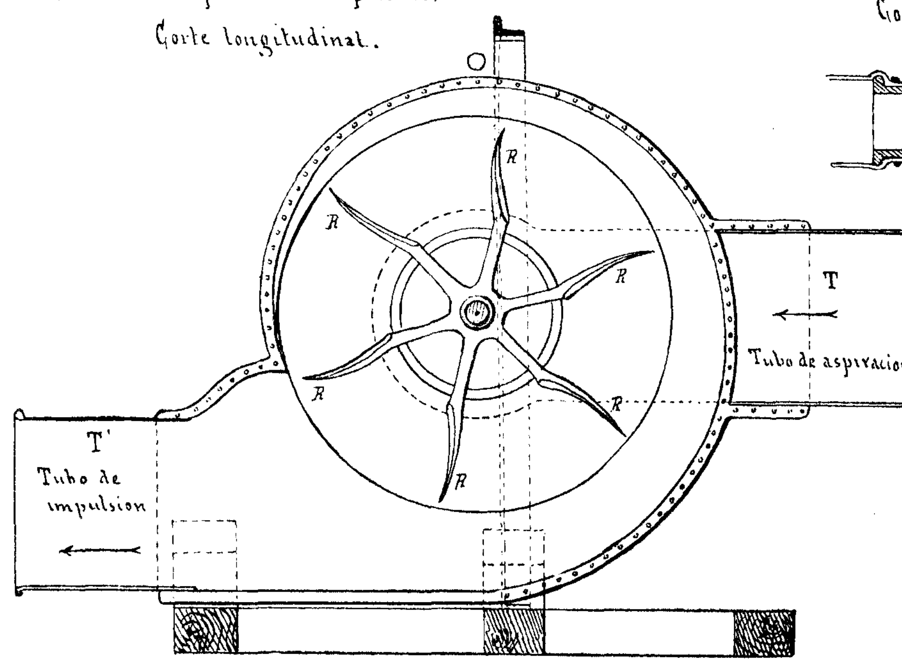
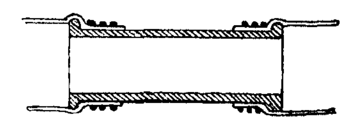


Fig.ra 45

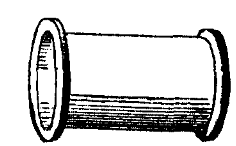
Ventilador aspirante é impelente.
Corte longitudinal.



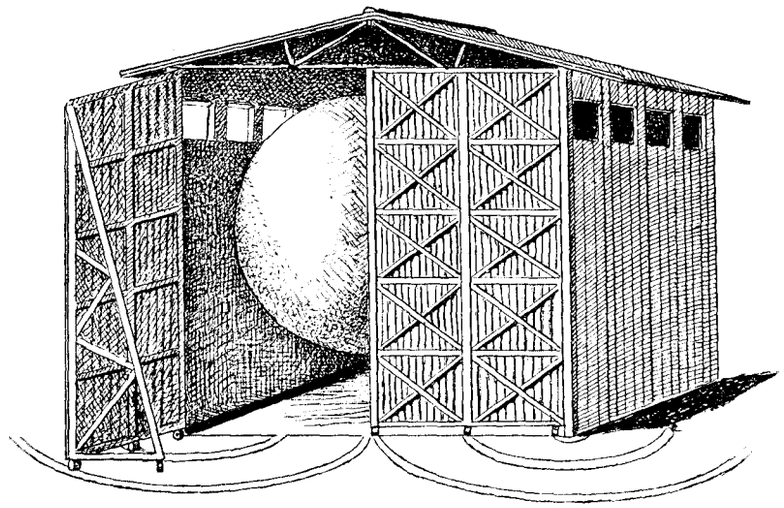
Corte de un tubo de enlace



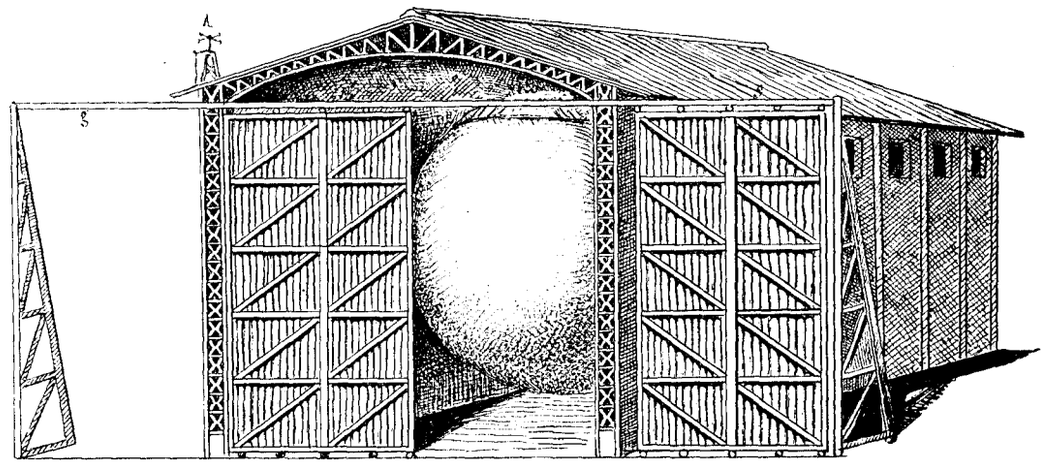
Vista de un tubo de enlace.



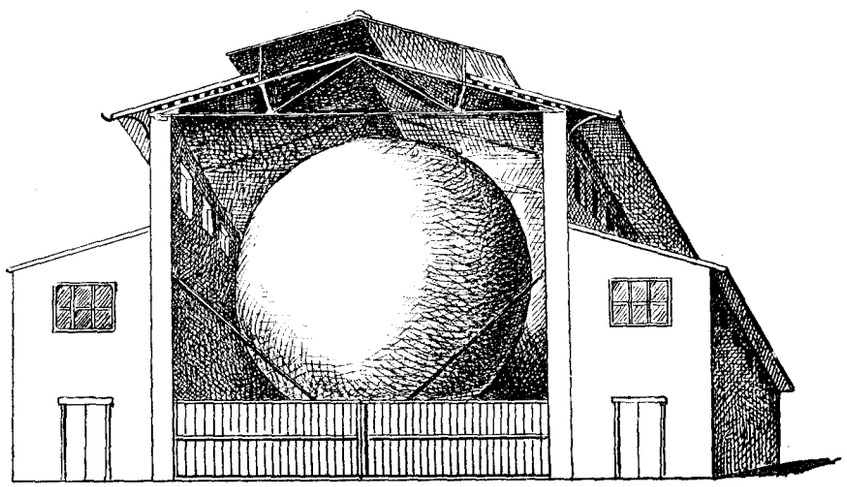
Fra 46
Barracón Inglés.



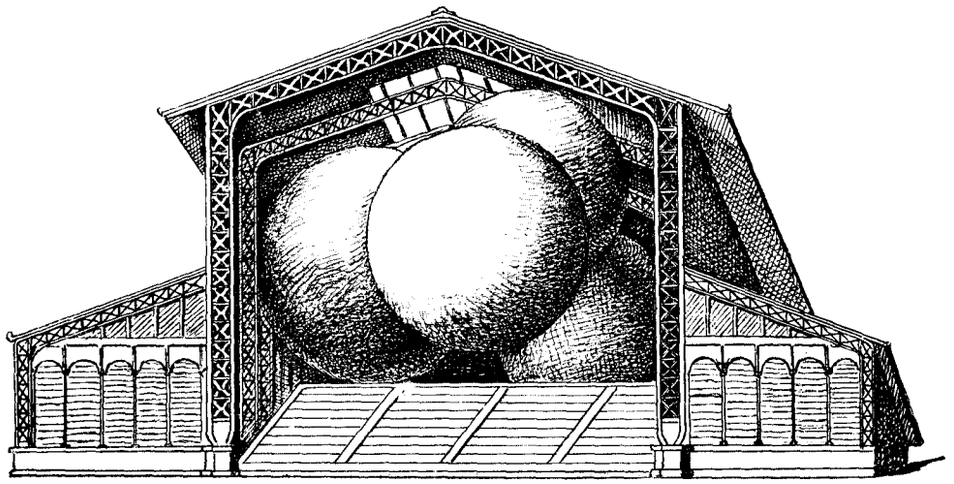
Fra 47.
Barracón Aleman



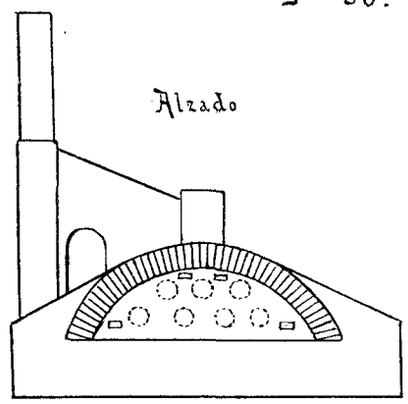
Fra 48
Barracón Italiano.

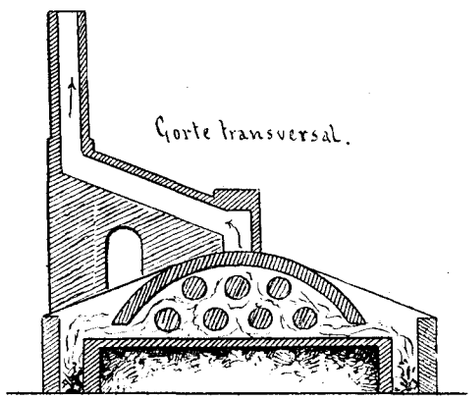


Fra 49.
Barracón Francés.



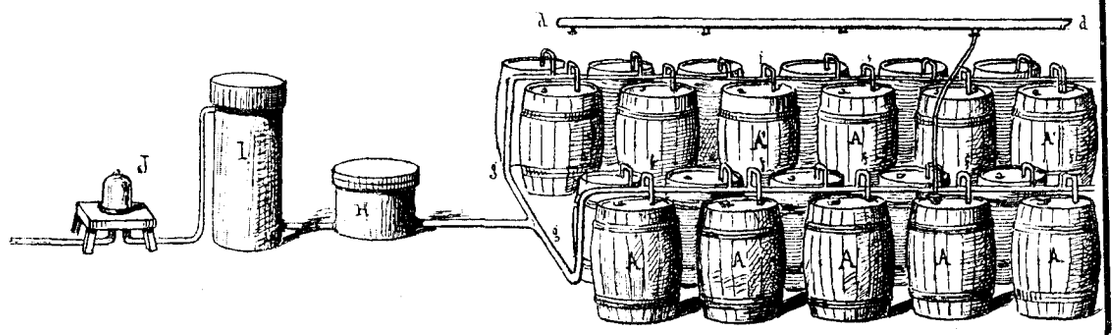
Fra 50.



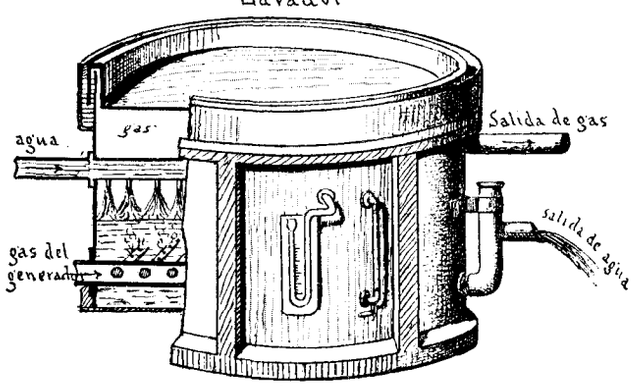


Fra 51.

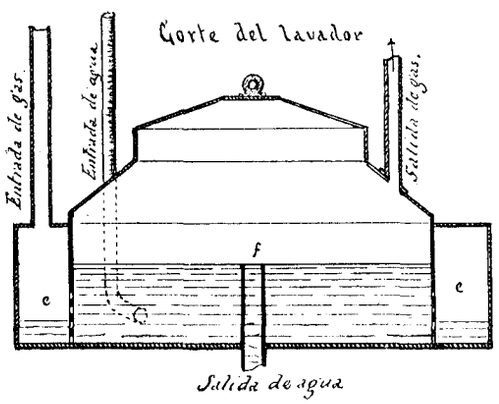
Fabricación de hidrogeno
Aparato de los toneles



Fra 52
Lavador

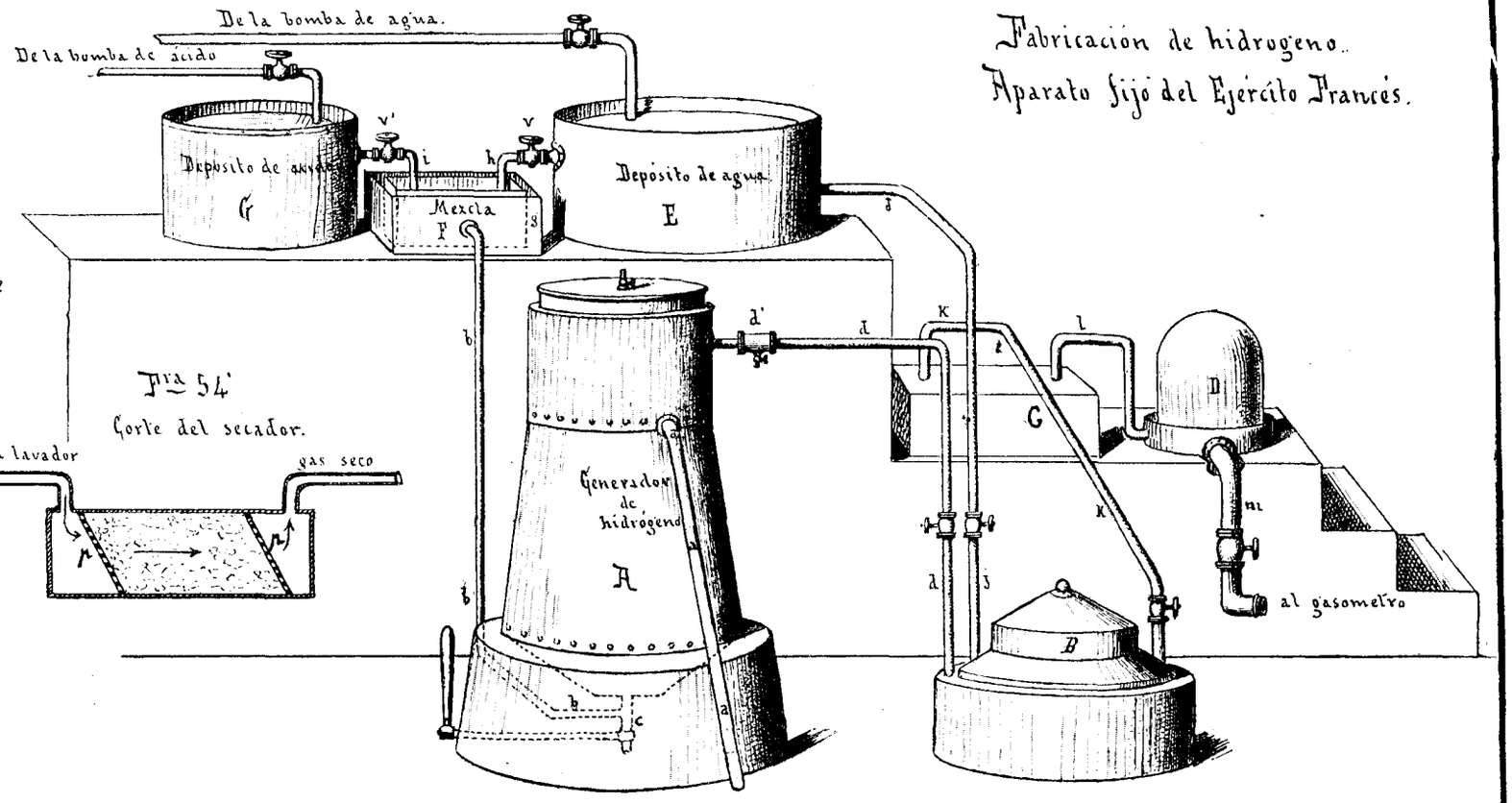


Fra 54



Fra 53.

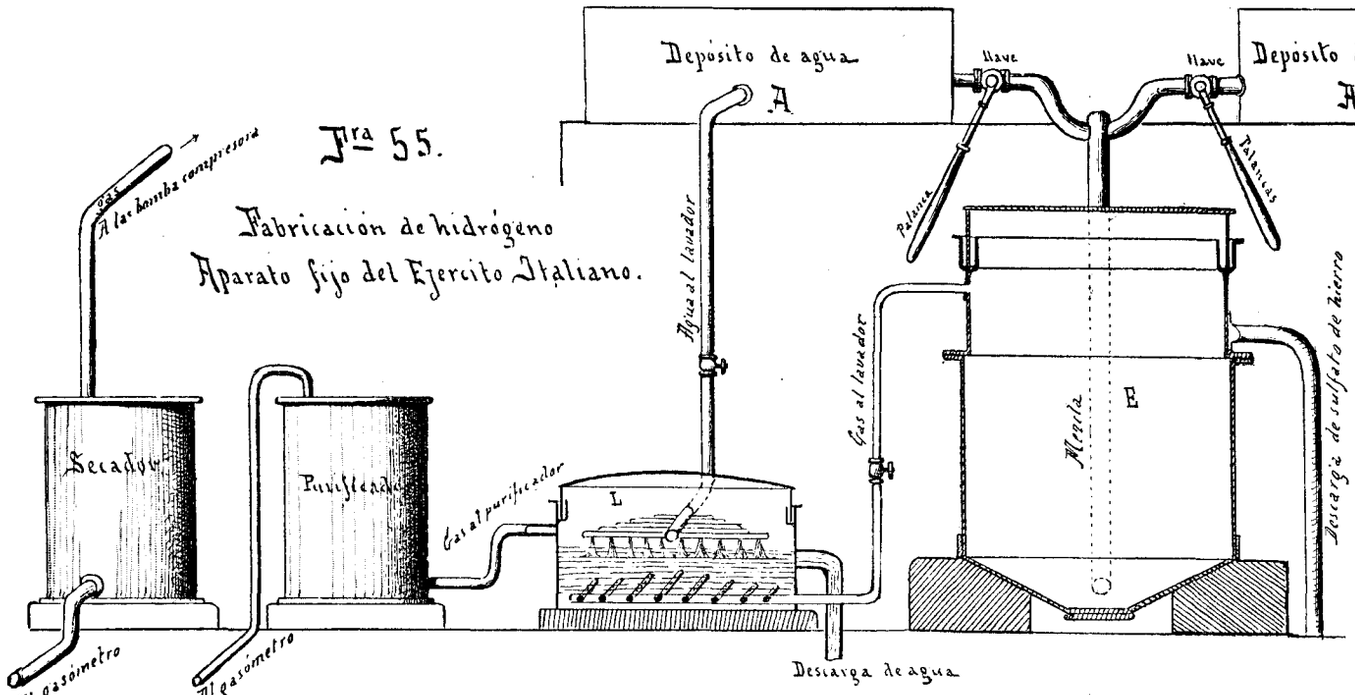
Fabricación de hidrogeno.
Aparato fijo del Ejército Francés.



Fra 54'
Corte del secador.

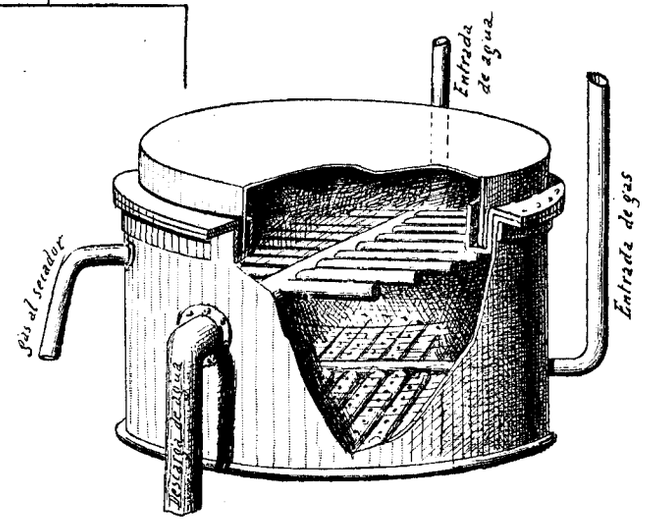
Frª 55.

Fabricación de hidrógeno
Aparato fijo del Ejercito Italiano.



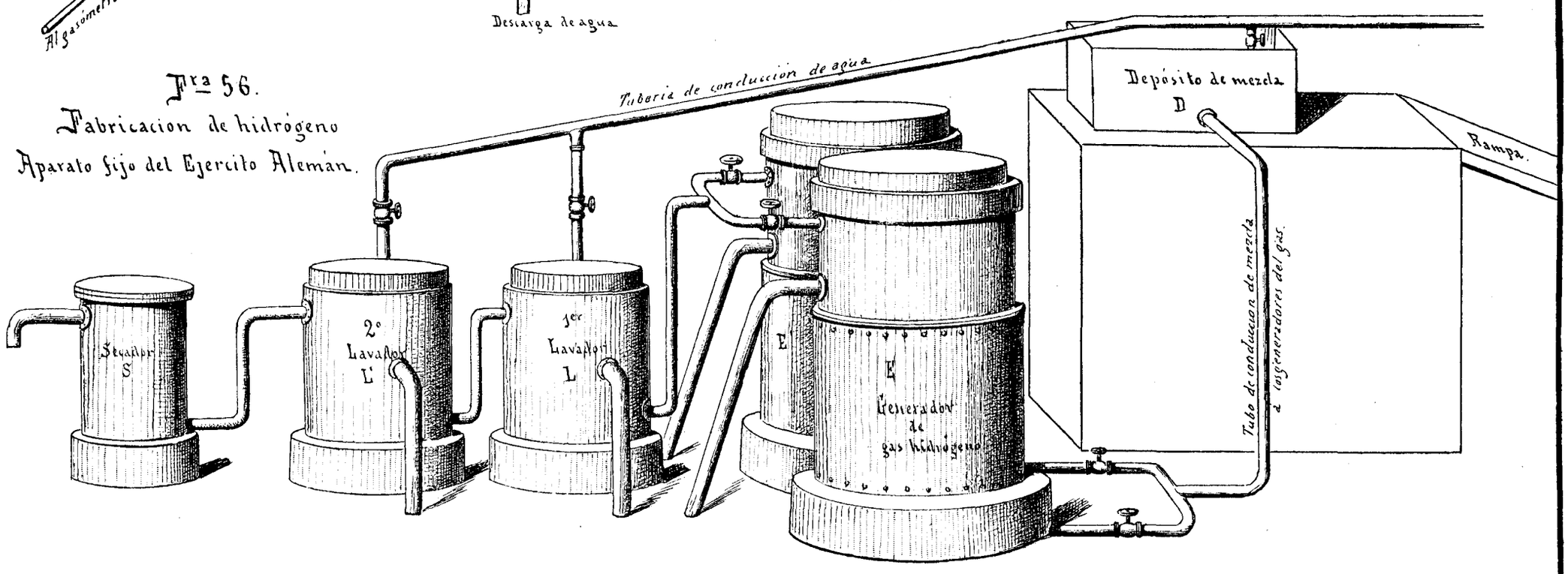
Frª 55'

Lavador sistema Jon



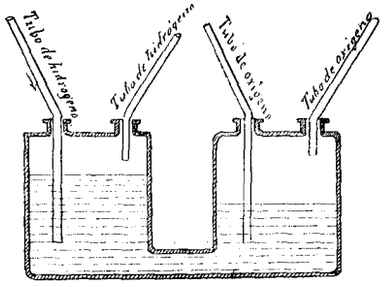
Frª 56.

Fabricacion de hidrógeno
Aparato fijo del Ejercito Alemán.



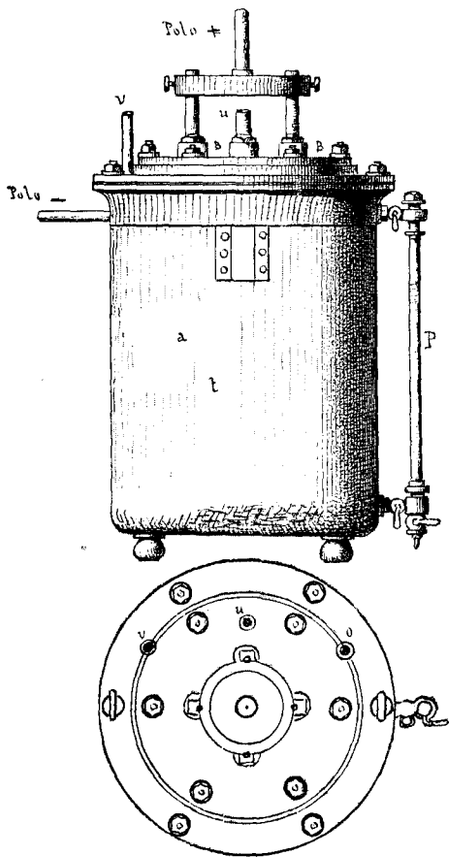
Los Globos en la Guerra.

Fra 57



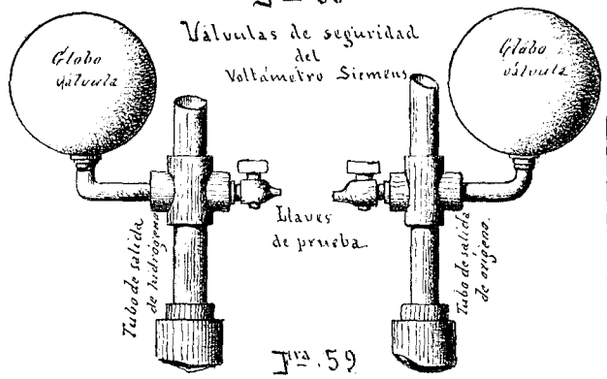
Fra 58

Voltámetro Siemens.



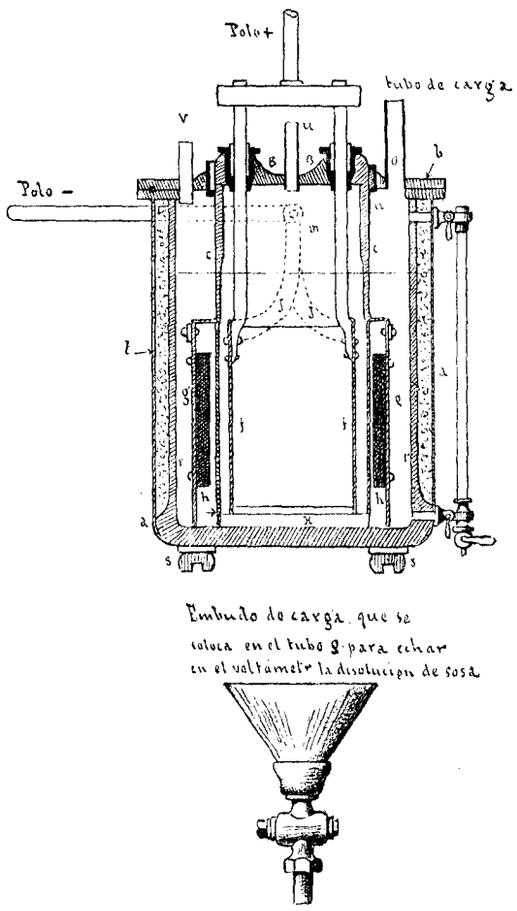
Fra 60

Valvulas de seguridad del Voltámetro Siemens



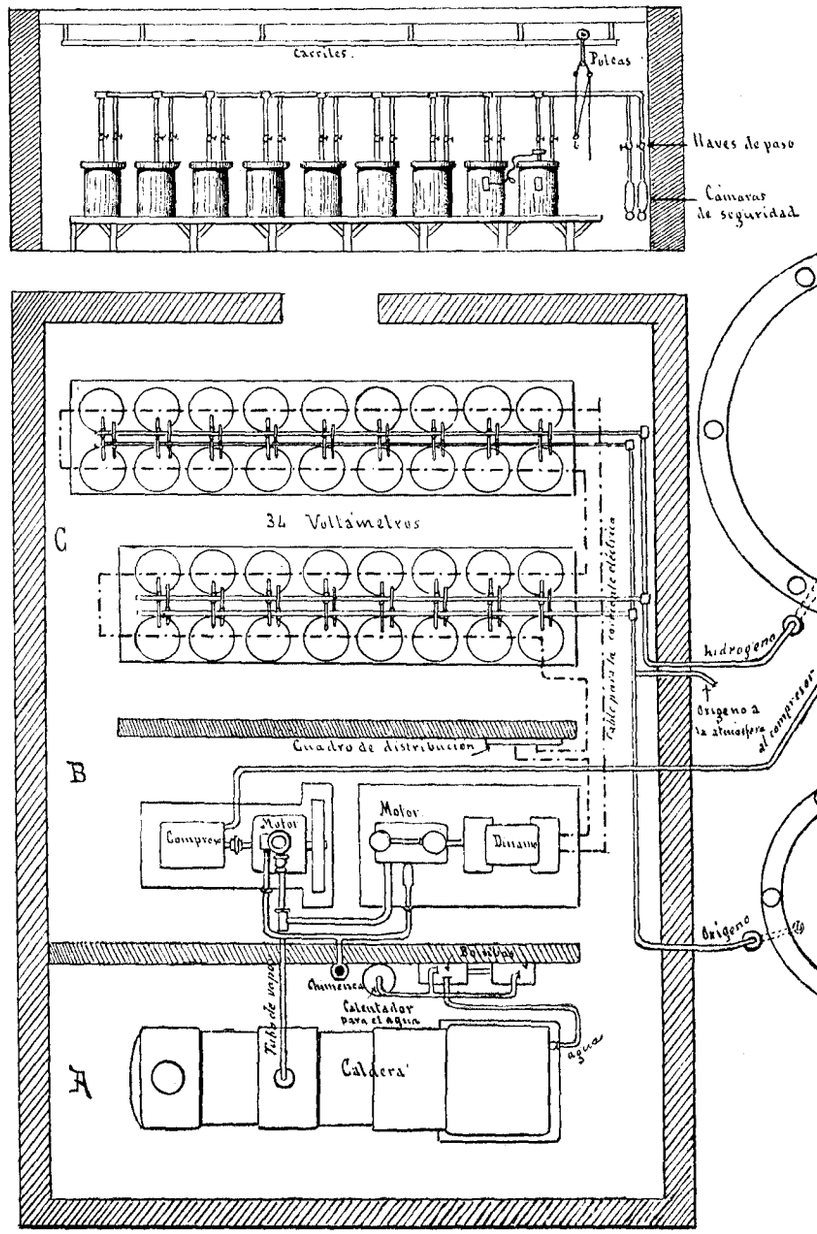
Fra 59

Corte vertical del voltámetro Siemens



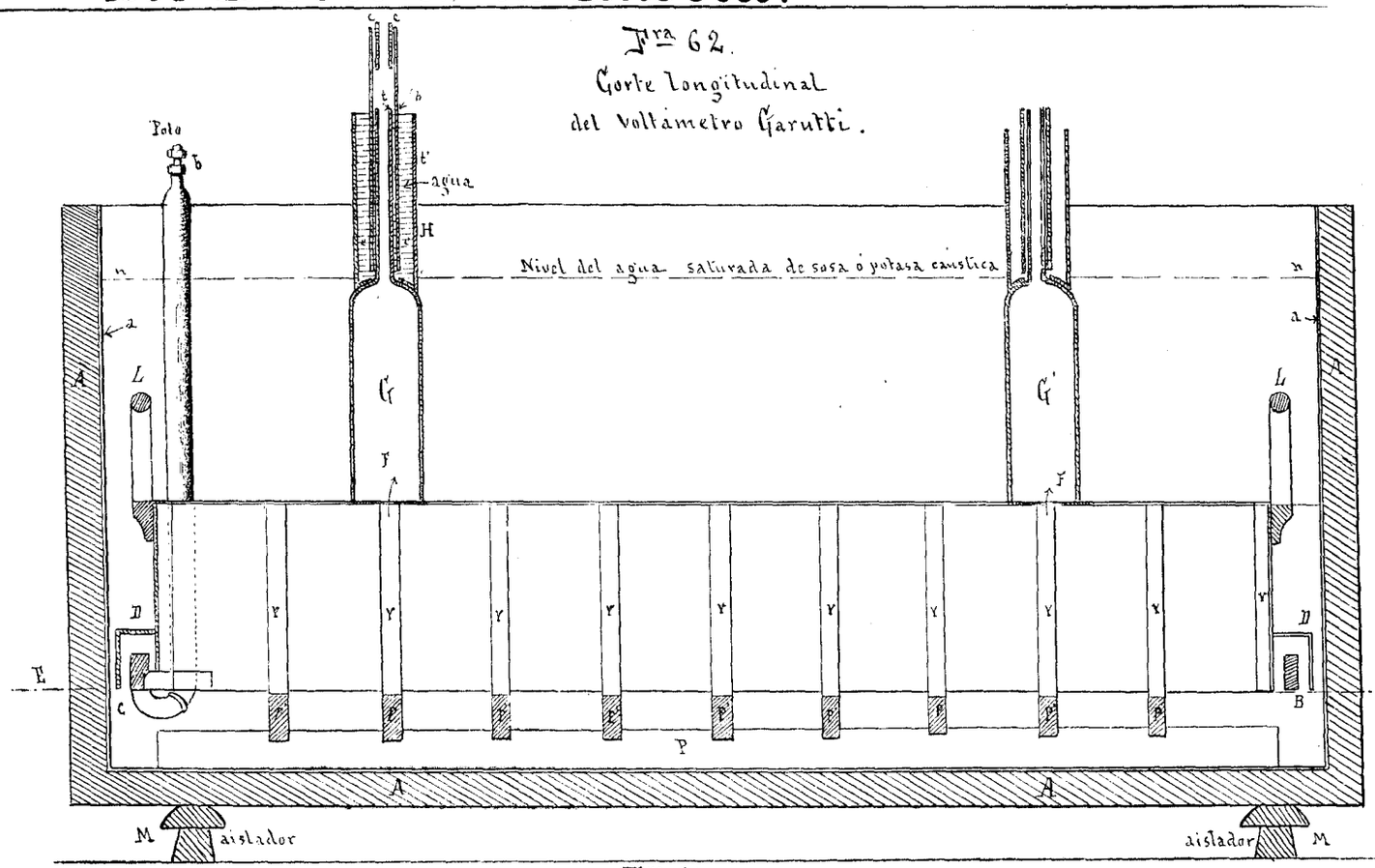
Embudo de carga, que se coloca en el tubo g para echar en el voltámetro la disolucion de sosa.

Fra 61



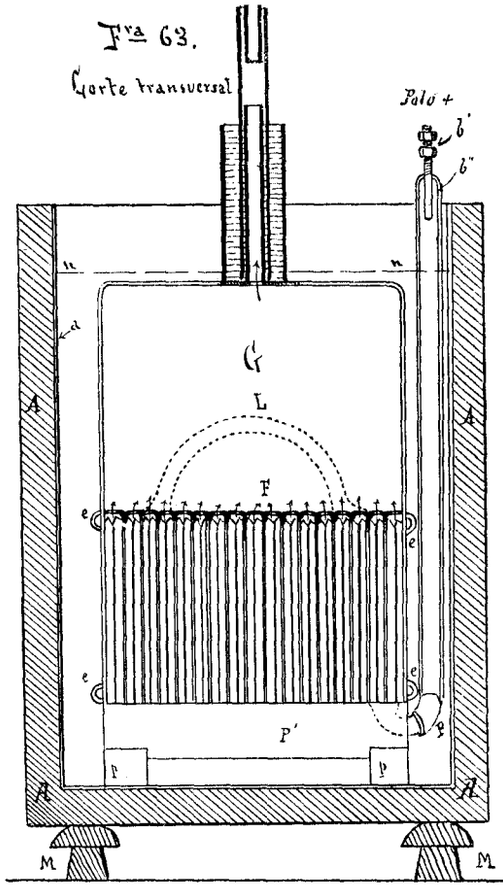
Frª 62.

Corte longitudinal del voltámetro Garutti.



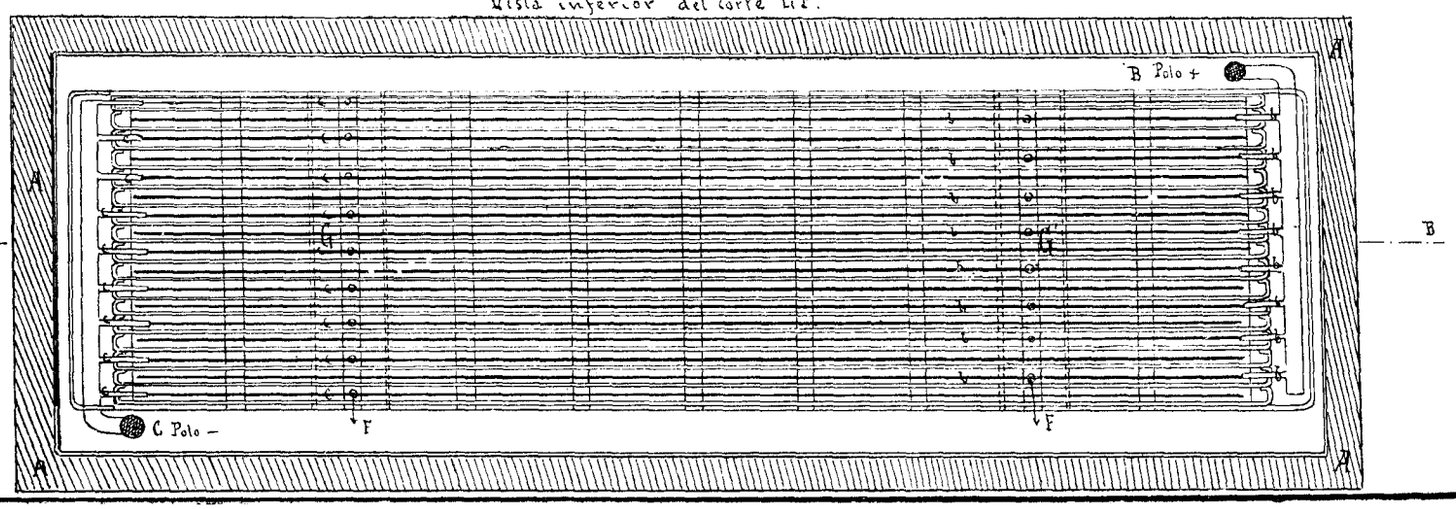
Frª 63.

Corte transversal



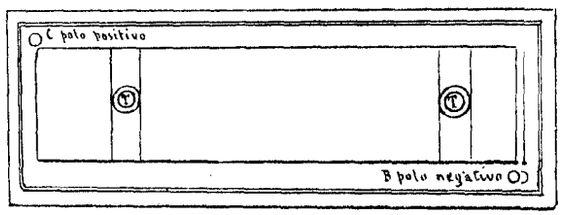
Frª 64

Vista inferior del corte EF.

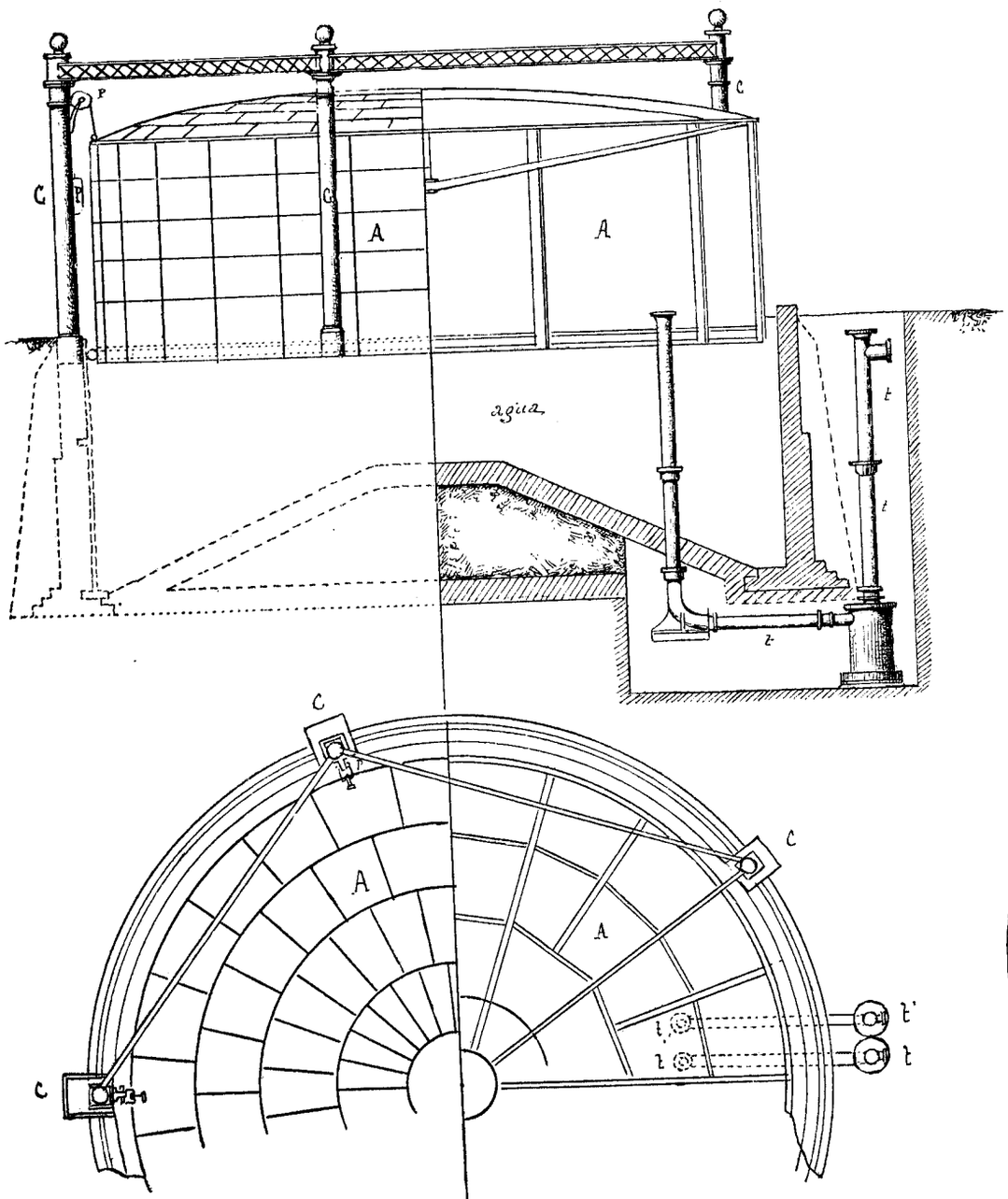


Frª 65.

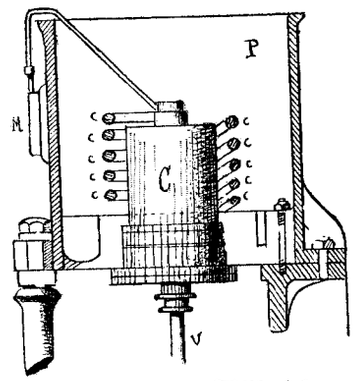
Planta de un voltámetro



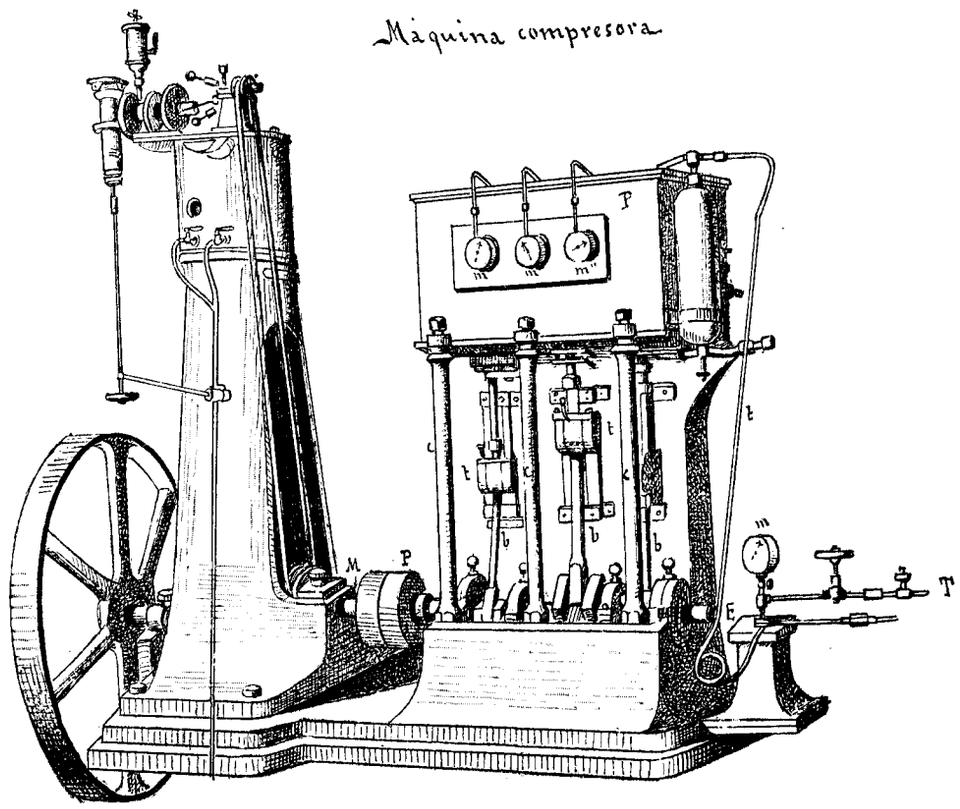
Frª 66.
Gasómetro



Frª 67
Corte transversal del depósito P

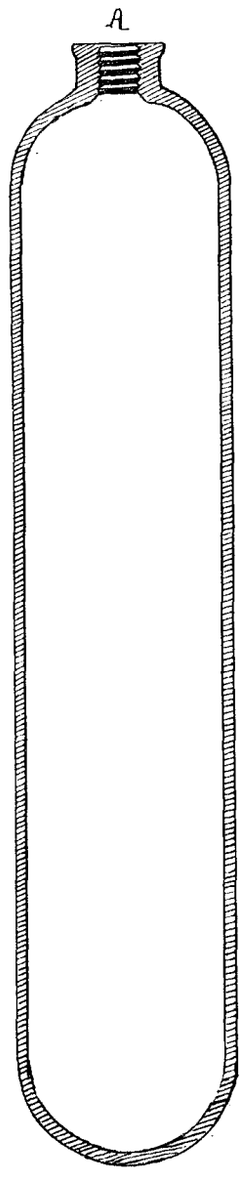


Frª 68
Máquina compresora



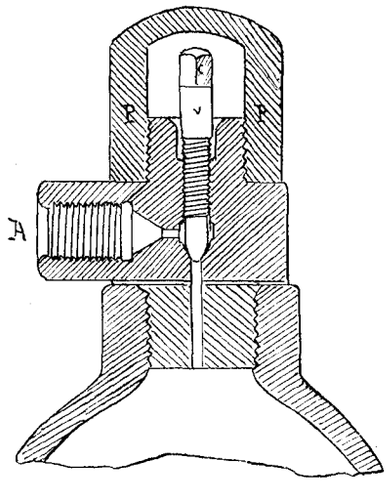
Frª 69.

Corte de un cilindro



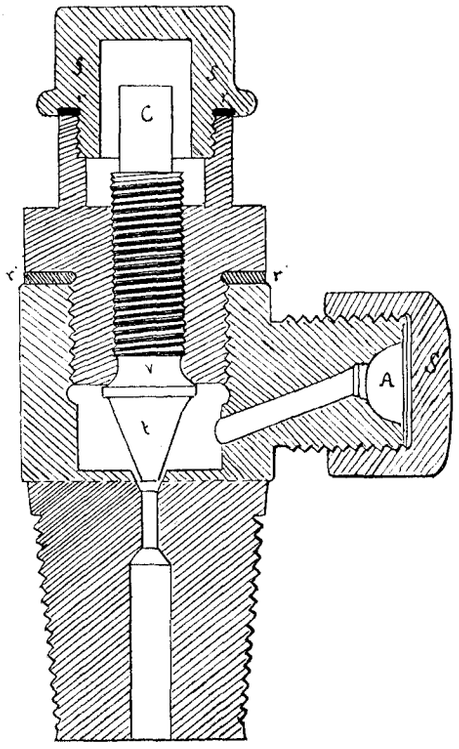
Frª 70

Cierres para cilindros
Sistema Godard Surcouf.



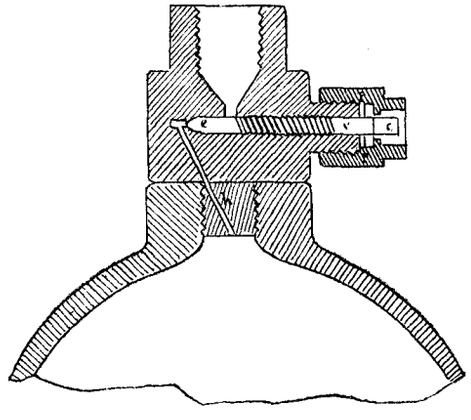
Frª 71

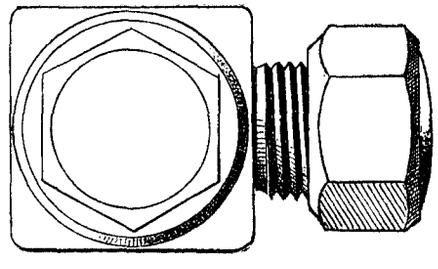
Cierres para cilindros
Sistema Mannesmann



Frª 72

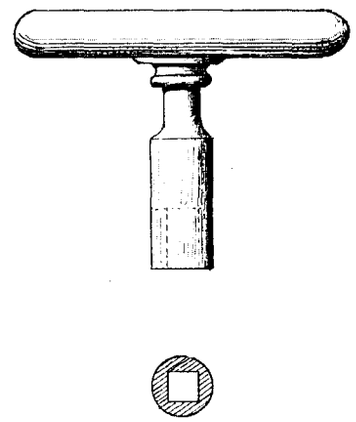
Cierres para cilindros
Sistema Siemens Mannesmann





Frª 73

Llaves para la maniobra
de los cierres



Frª 74

Llave para la maniobra
de los cierres

Llave abierta, alzado



Llave abierta - planta

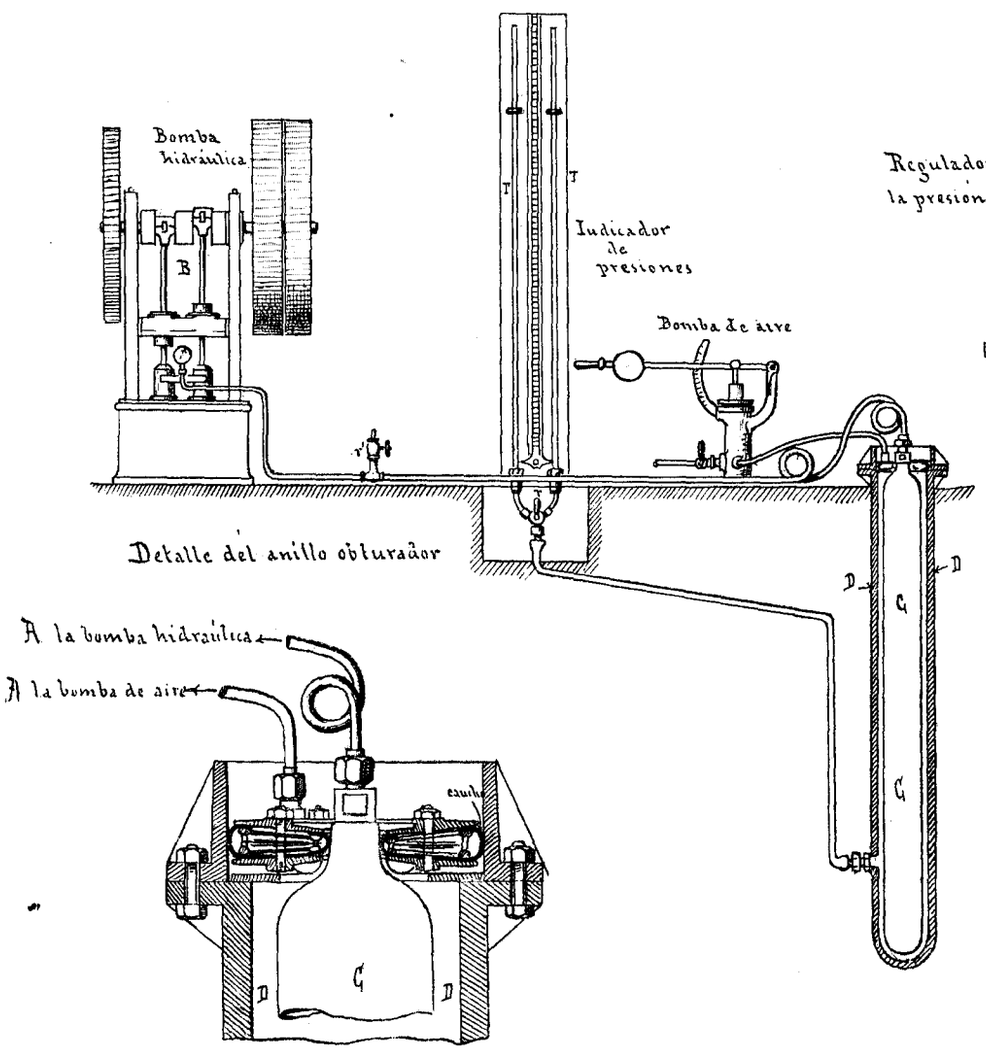


Llave plegada



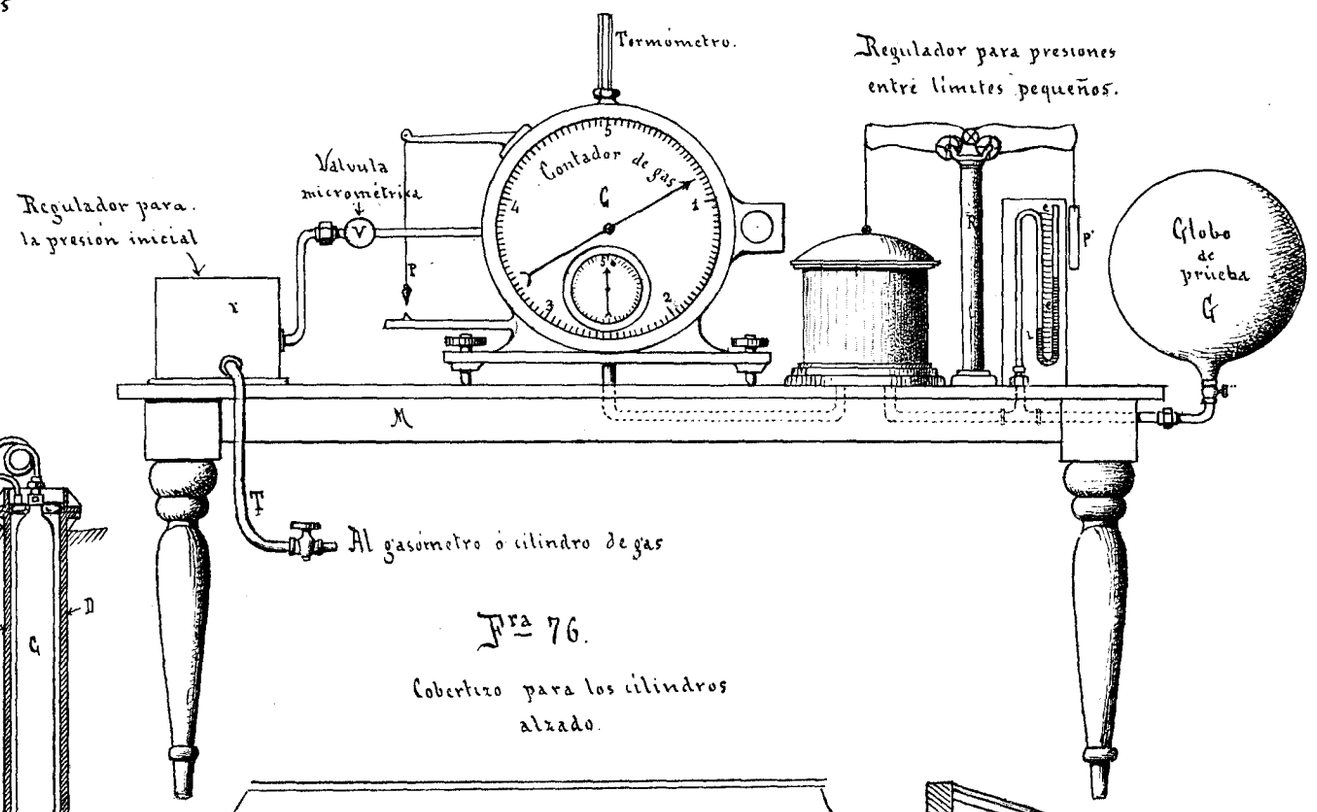
Frª 75

Aparato para probar la resistencia de los cilindros



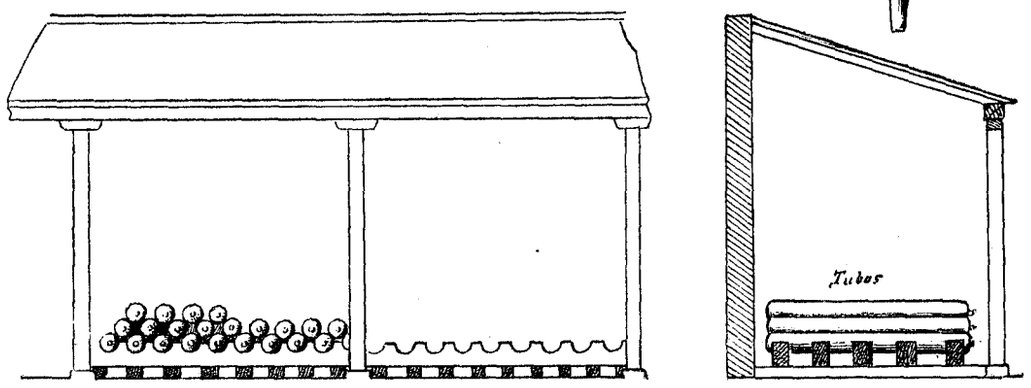
Frª 77.

Aparato para probar la fuerza ascensional del gas hidrogeno



Frª 76.

Cobertizo para los cilindros alzado.

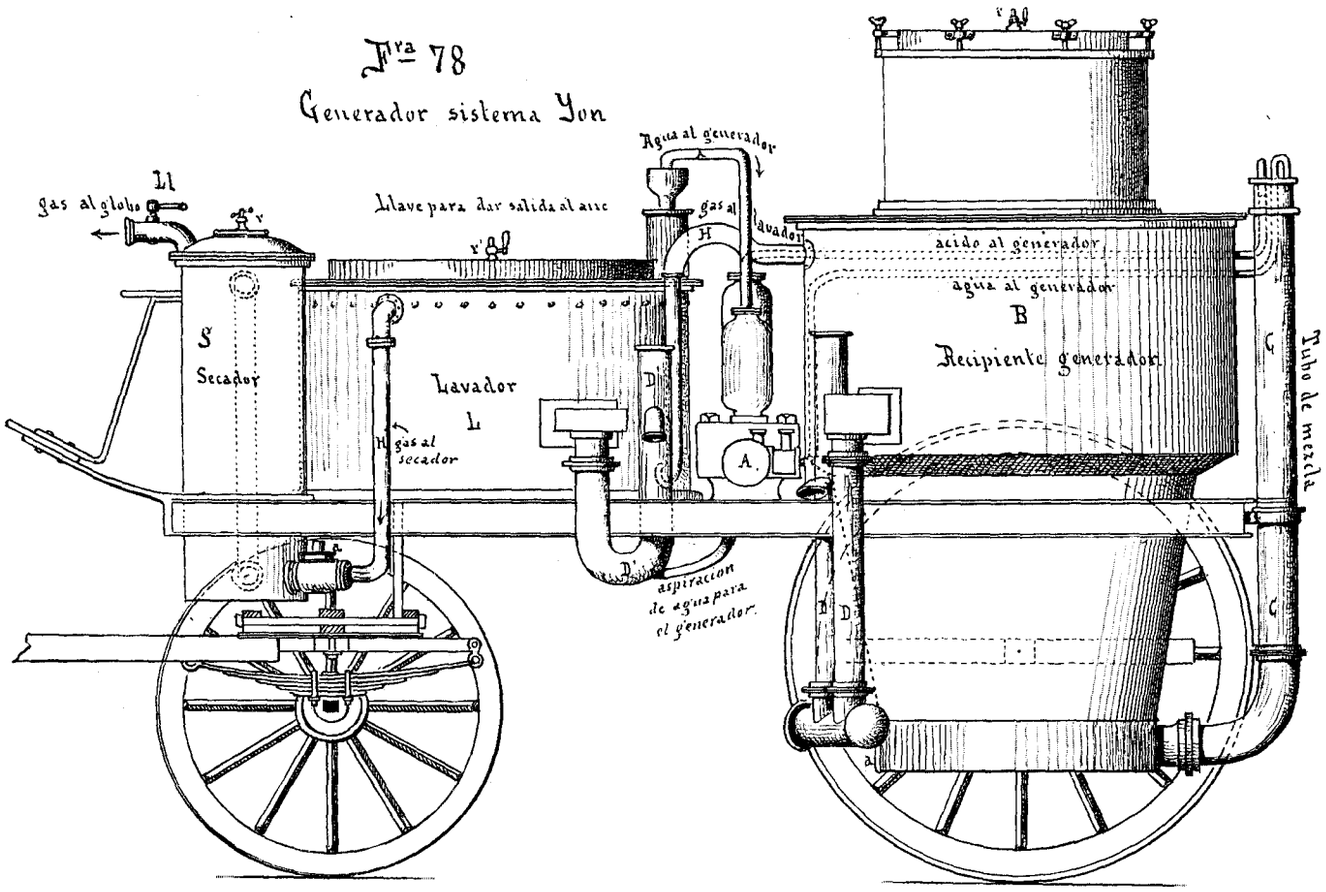


Los Globos en la Guerra.

Lámina 17.

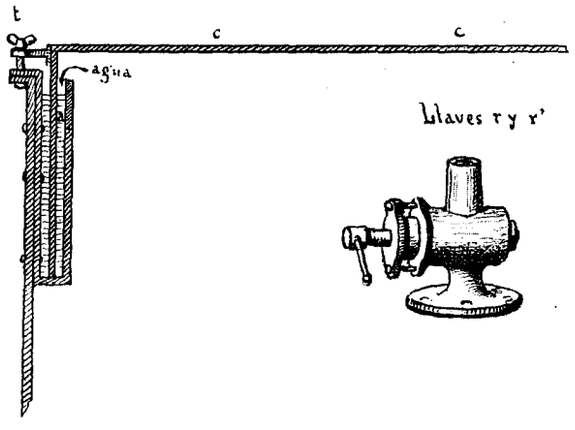
Frª 78

Generador sistema Yon



Frª 79

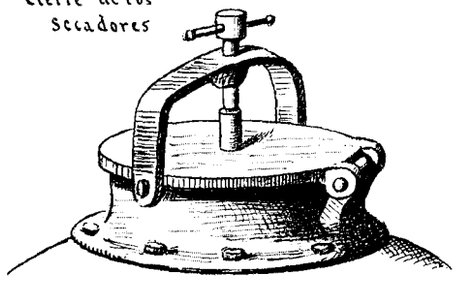
Cierre hidraulico del lavador



Llaves r y r'

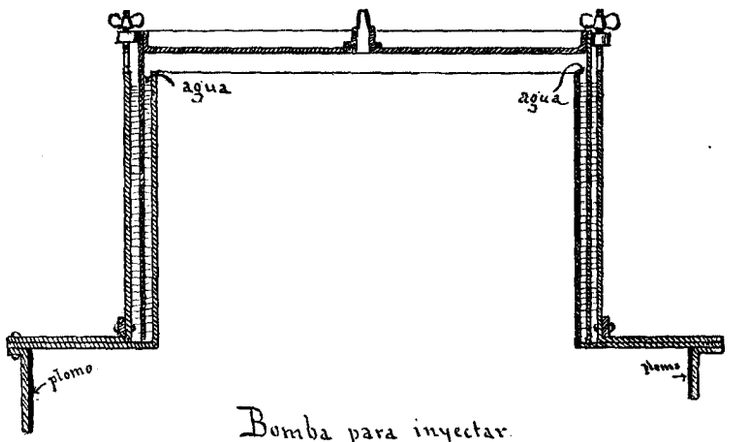
Frª 80.

Cierre de los secadores



Frª 79

Cierre hidráulico del generador.



Bomba para inyectar ácido sulfúrico en el generador.

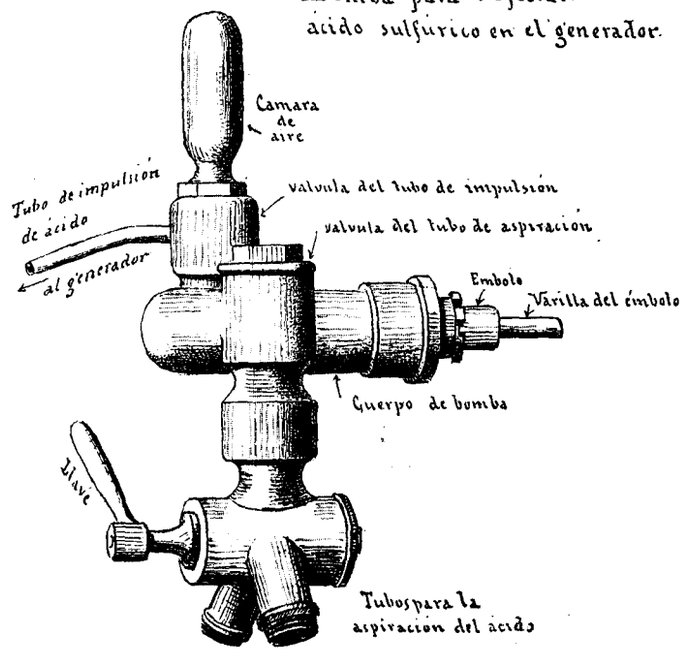


Fig.ª 81

Generador de hidrógeno, Yon de doble columna.

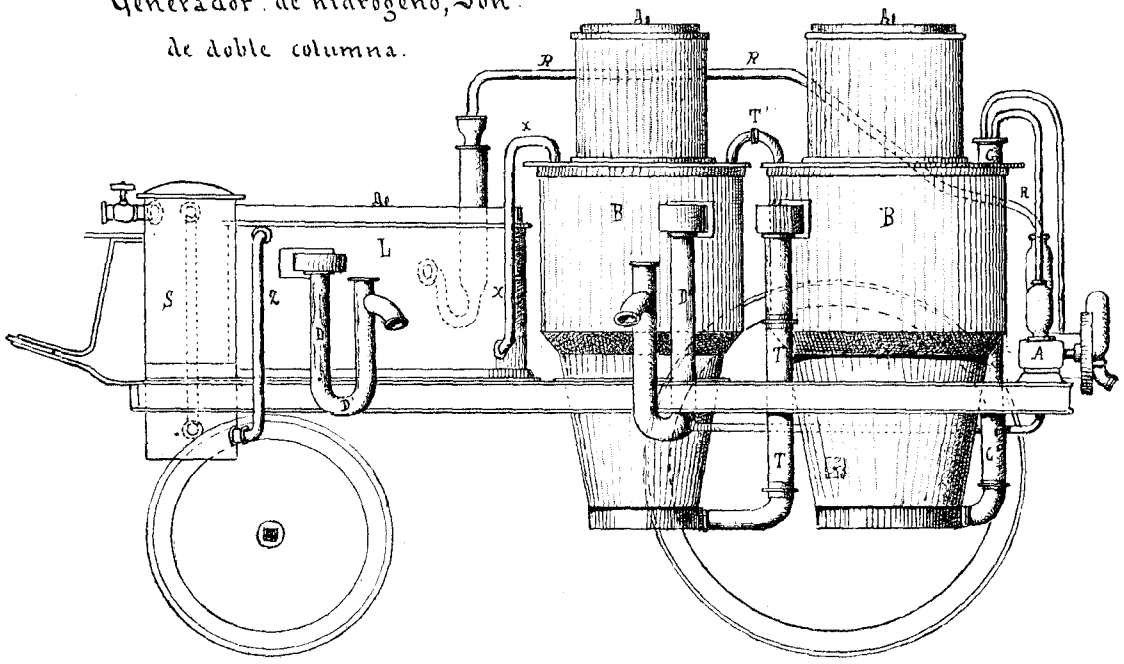


Fig.ª 82

Generador de hidrógeno, Yon movido á brazo

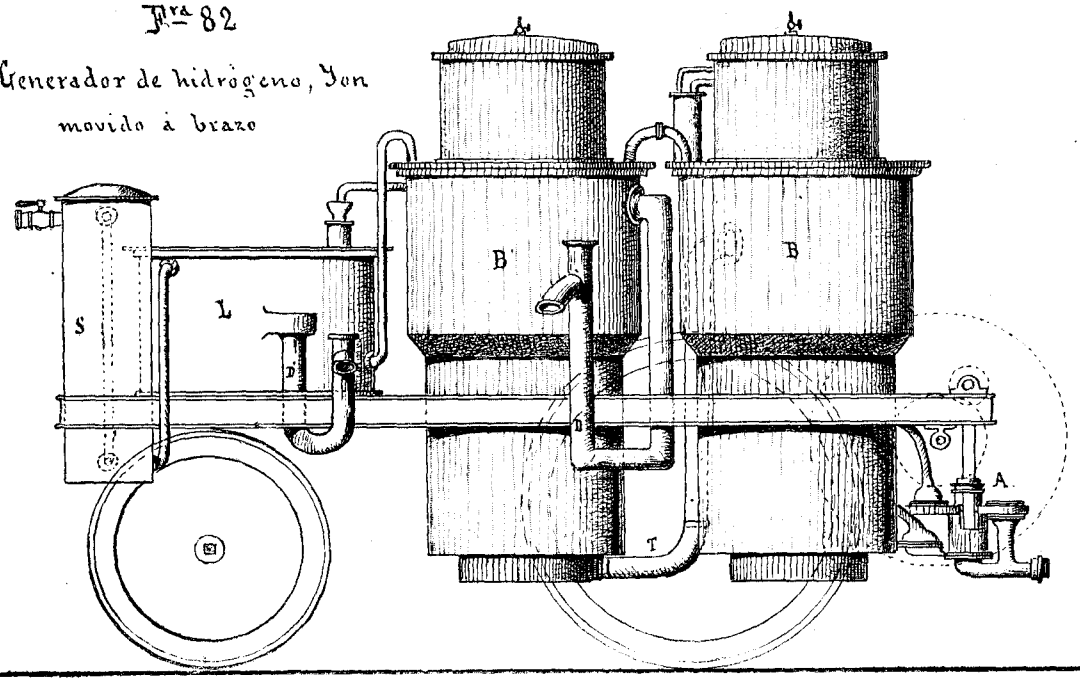
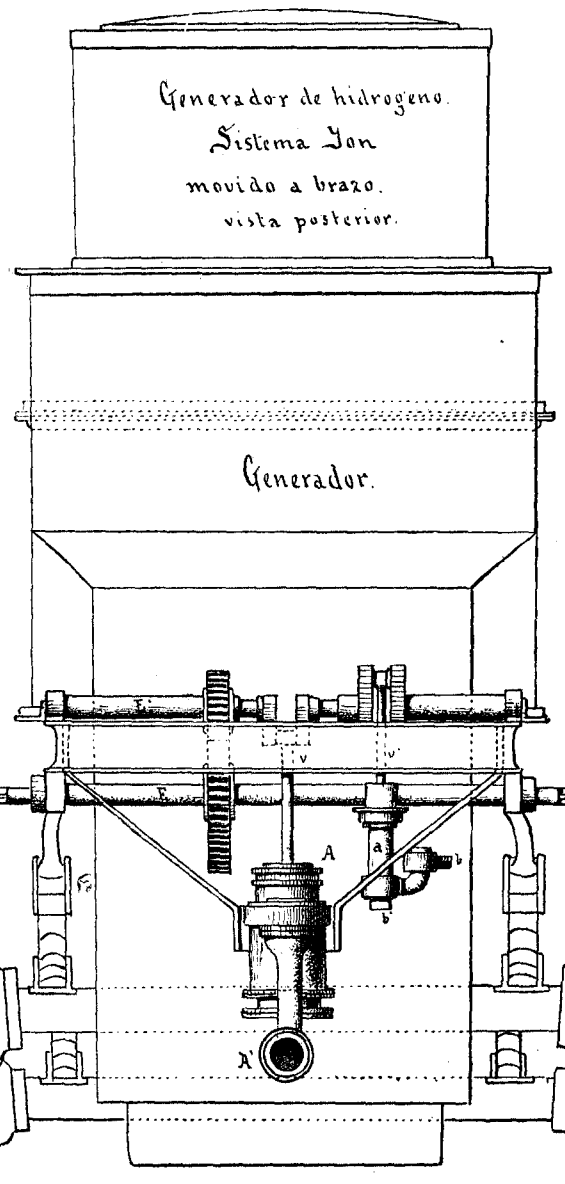


Fig.ª 83.

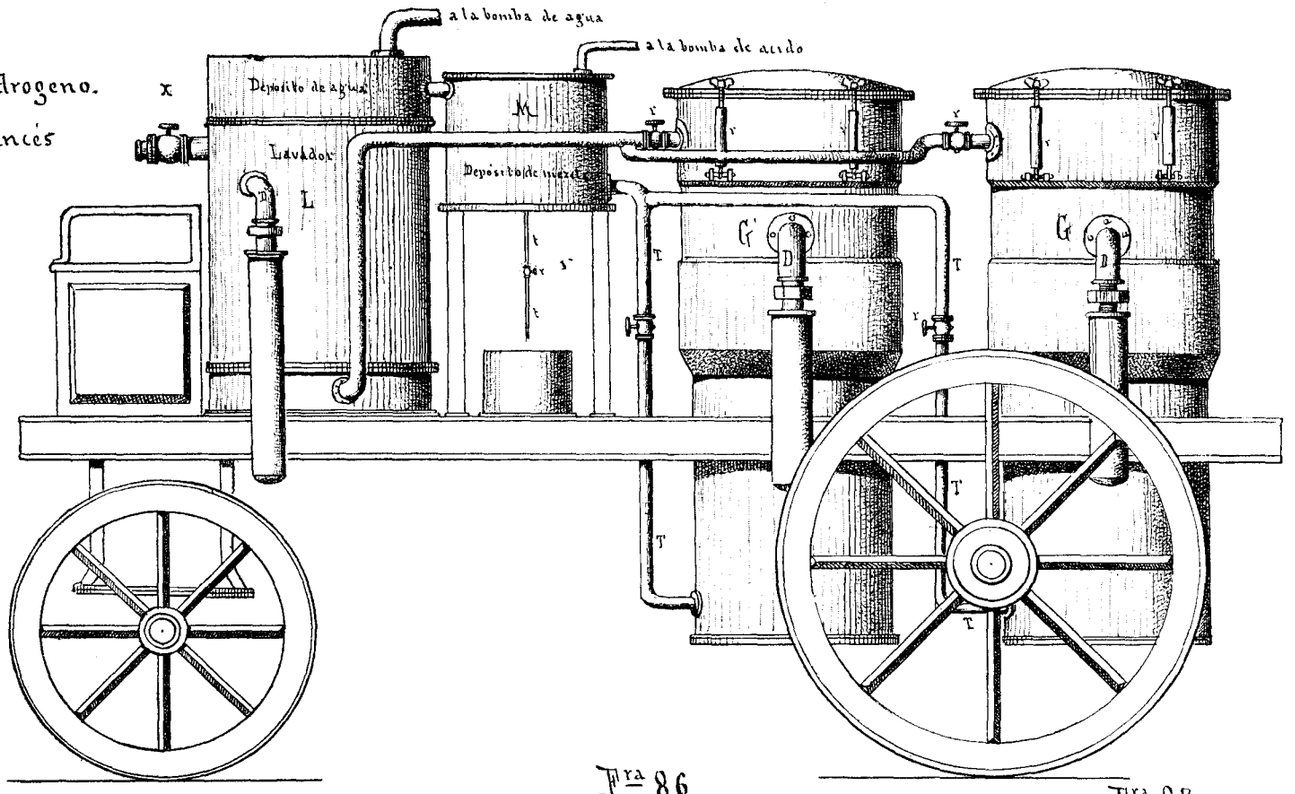


E. Arbol motor con los cuadradillos c para las manivelas
E' Arbol ausiliar acodado al que se articulan las varillas
v. y v' de los embolos de las bombas A y a
A: bomba para el agua. y A' tubo de aspiracion
a: bomba para el ácido y b y b' tubos de impulsion y aspiracion

Fra 84

Generador de hidrogeno.

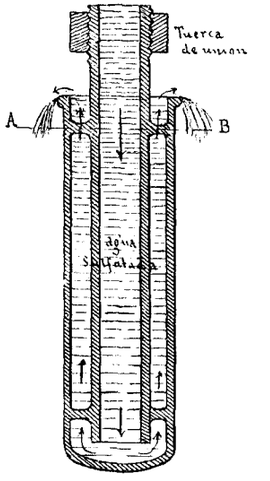
del Ejercito Francés



Fra 85

Corte vertical

de un tubo de descarga

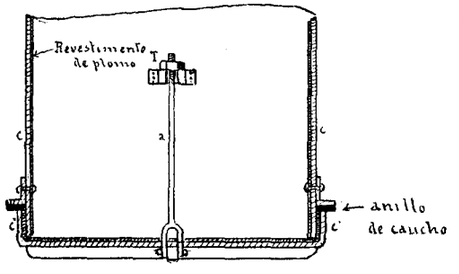


Corte por AB



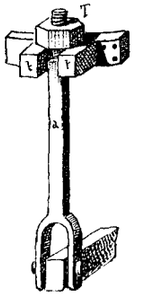
Fra 86.

Cierre inferior de los generadores.



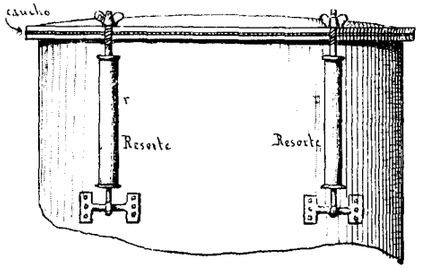
Fra 86

Detalle del cierre



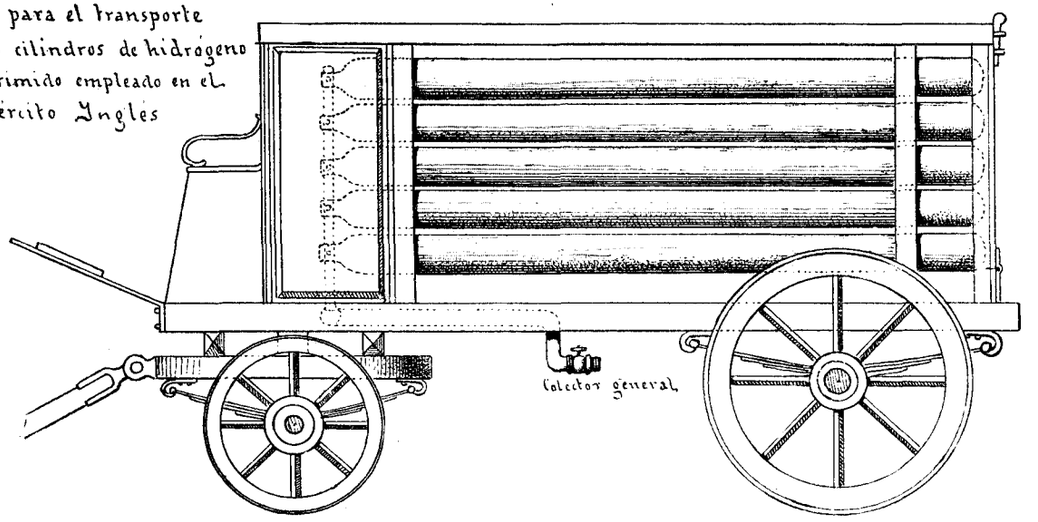
Fra 87

Cierre superior de los generadores.



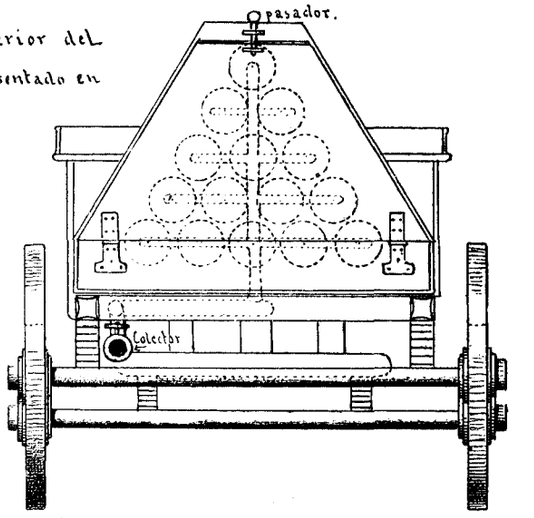
Frª 88.

Carro para el transporte de los cilindros de hidrógeno comprimido empleado en el Ejército Inglés



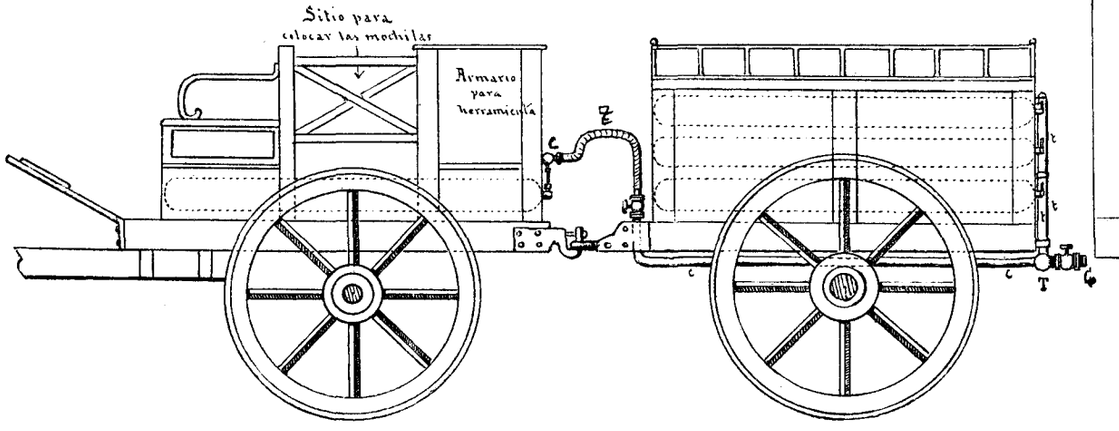
Frª 89.

Vista posterior del carro representado en la Frª 88.



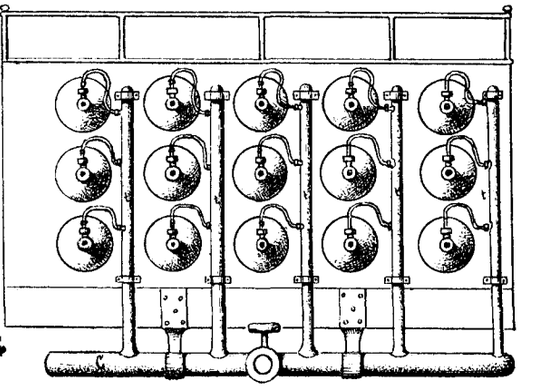
Frª 90

Carro para el transporte de los cilindros de hidrógeno comprimido empleado en el Ejército Alemán



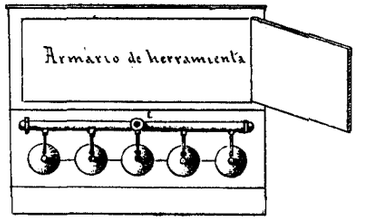
Frª 90'

Vista posterior del carro representado en la Frª 91.



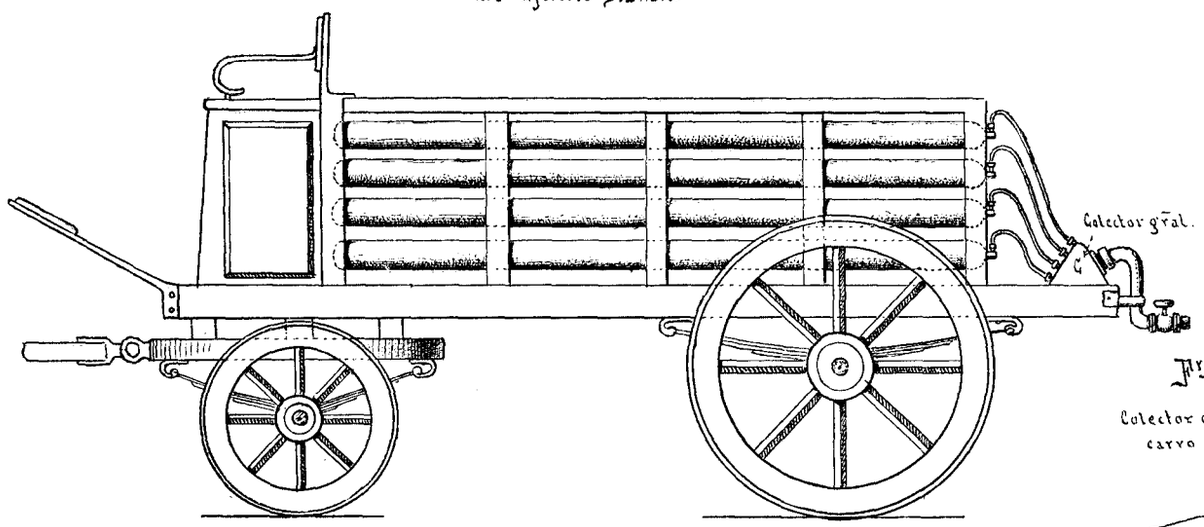
Frª 91.

Vista posterior del avantren del carro representado en la Frª 90



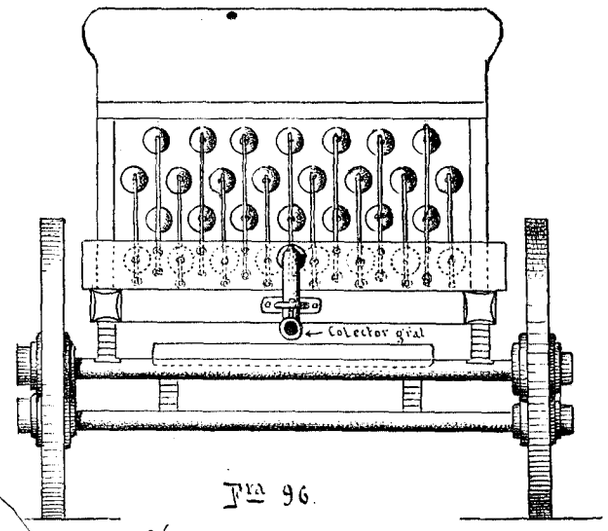
Frª 92.

Carro para el transporte de los cilindros de hidrogeno comprimido del Ejército Italiano



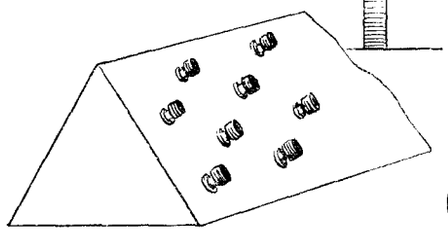
Frª 93.

Vista posterior del carro representado en la Frª 92.



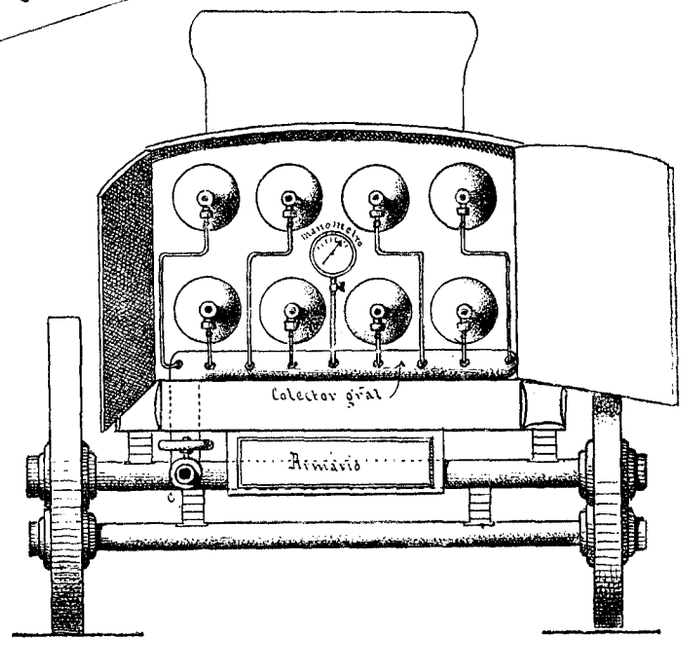
Frª 94.

Colector gral del carro Italiano



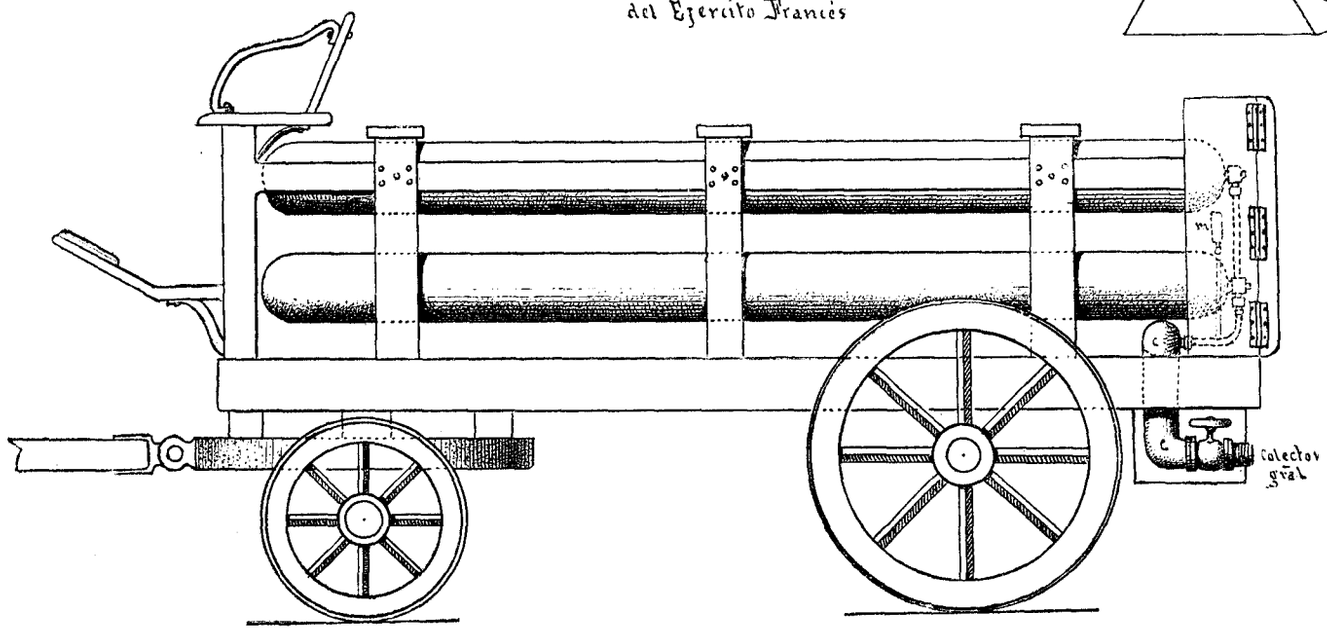
Frª 96.

Vista posterior del carro representado en la Frª 95



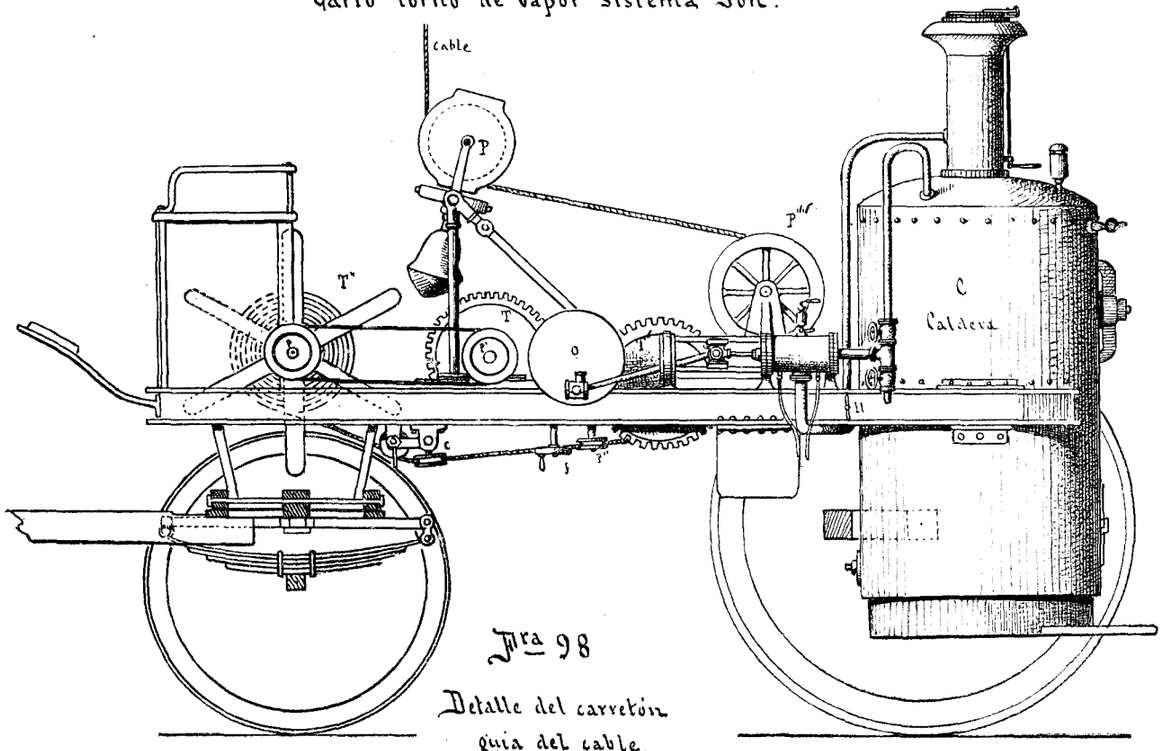
Frª 95.

Carro para el transporte de los cilindros de hidrógeno comprimido del Ejercito Francés



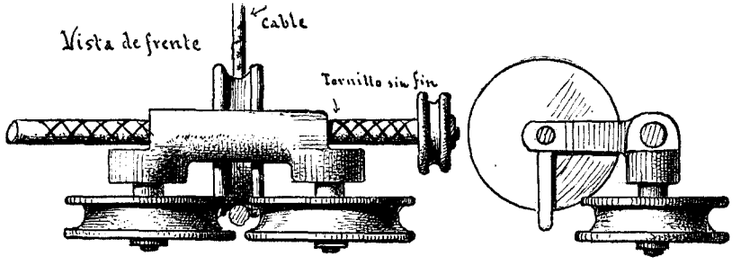
Frª 97

Carro torno de vapor sistema Yon.

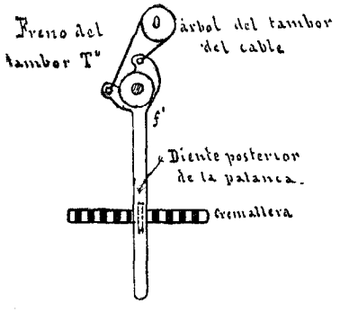


Frª 98

Detalle del carretón guia del cable.

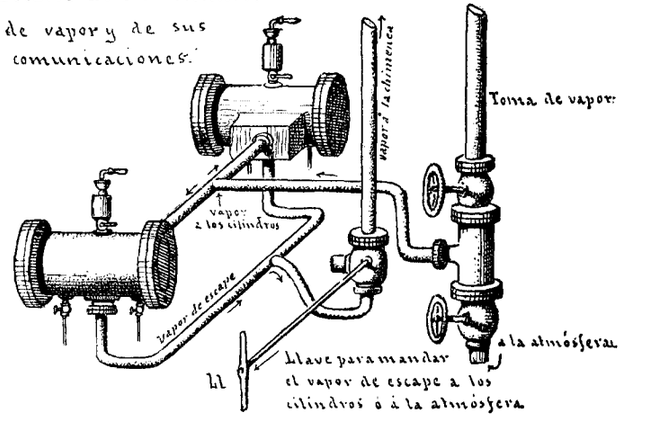


Frª 99.

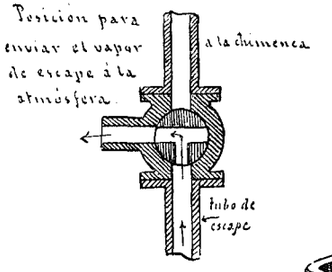


Frª 100.

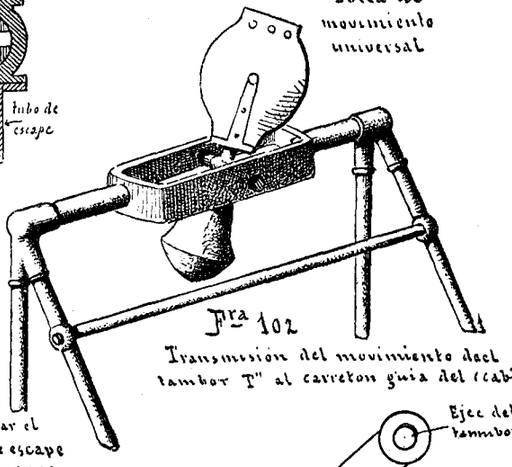
Detalle de los cilindros de vapor y de sus comunicaciones.



Llave L1



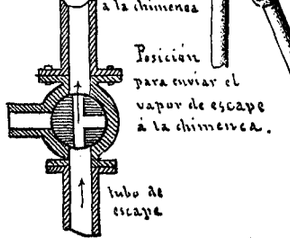
Frª 101

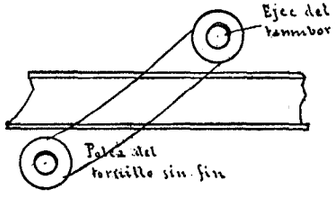


Frª 102

Transmisión del movimiento del tambor T' al carretón guia del cable

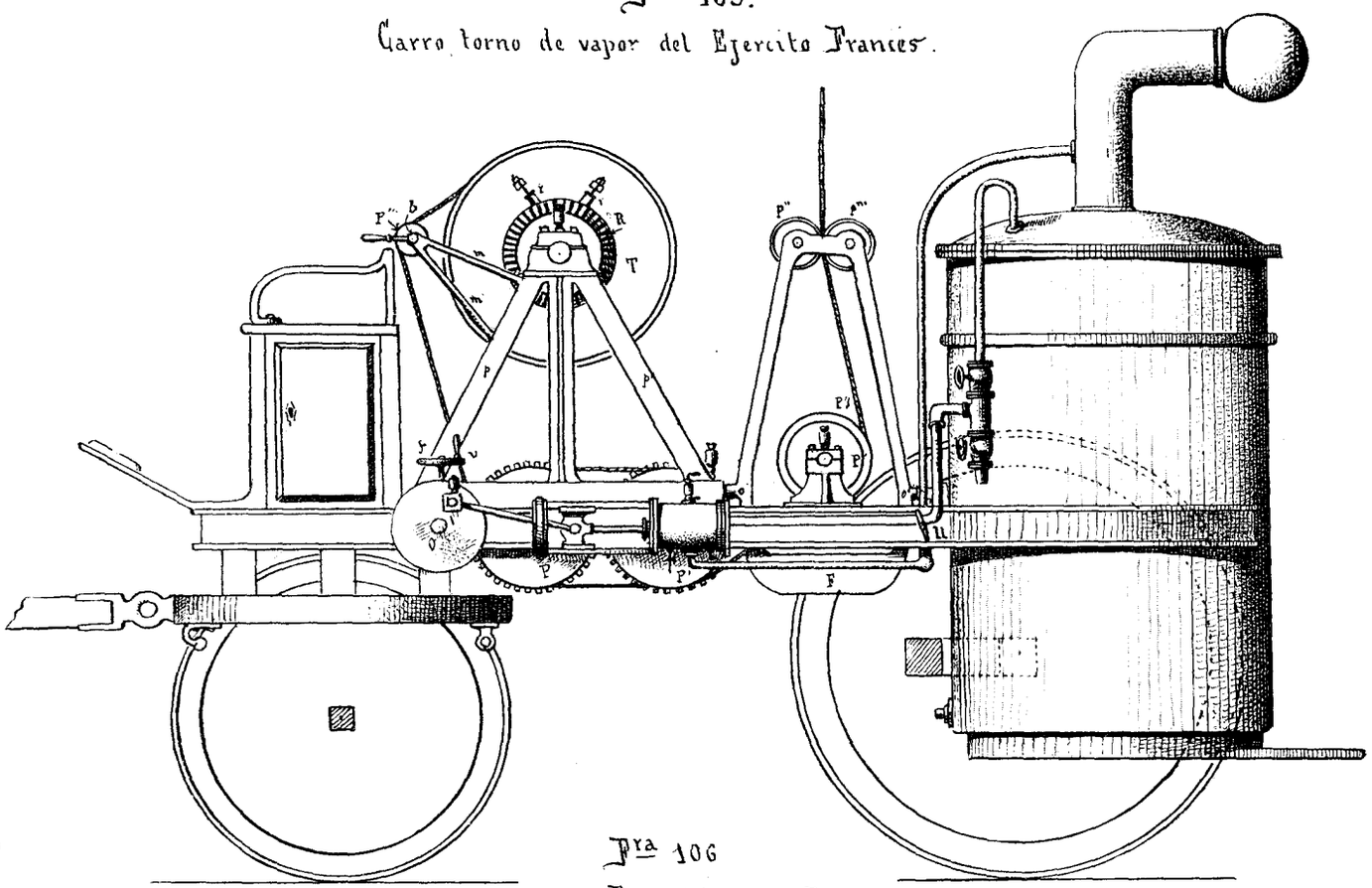
Llave L1





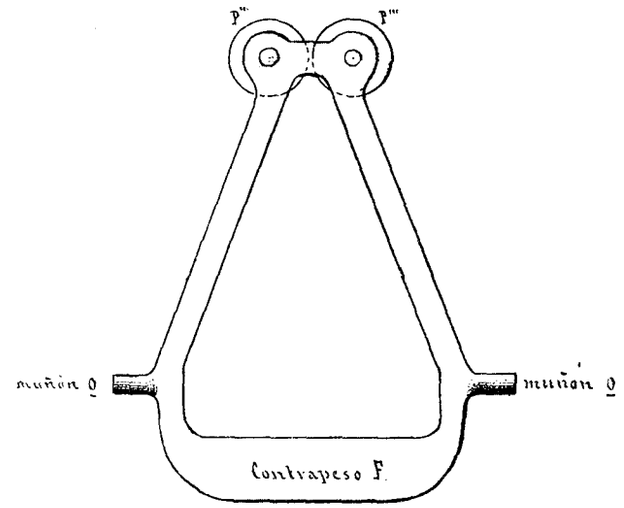
Frª 103.

Carro torno de vapor del Ejercito Frances.



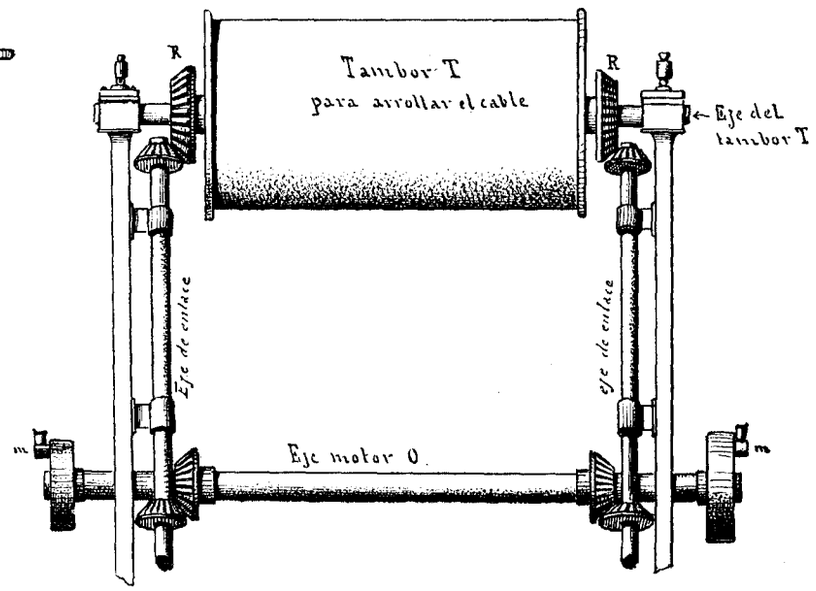
Frª 104

Bastidor de orientacion



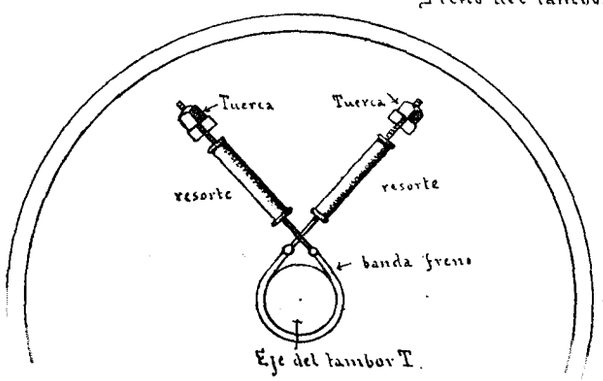
Frª 105.

Transmision del movimiento del árbol motor O al del tambor T

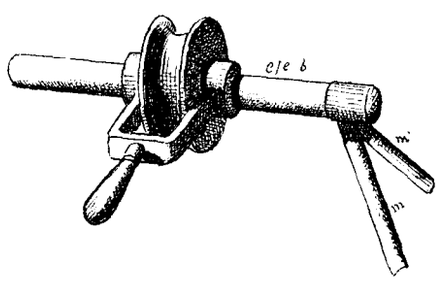


Frª 106

Freno del tambor T

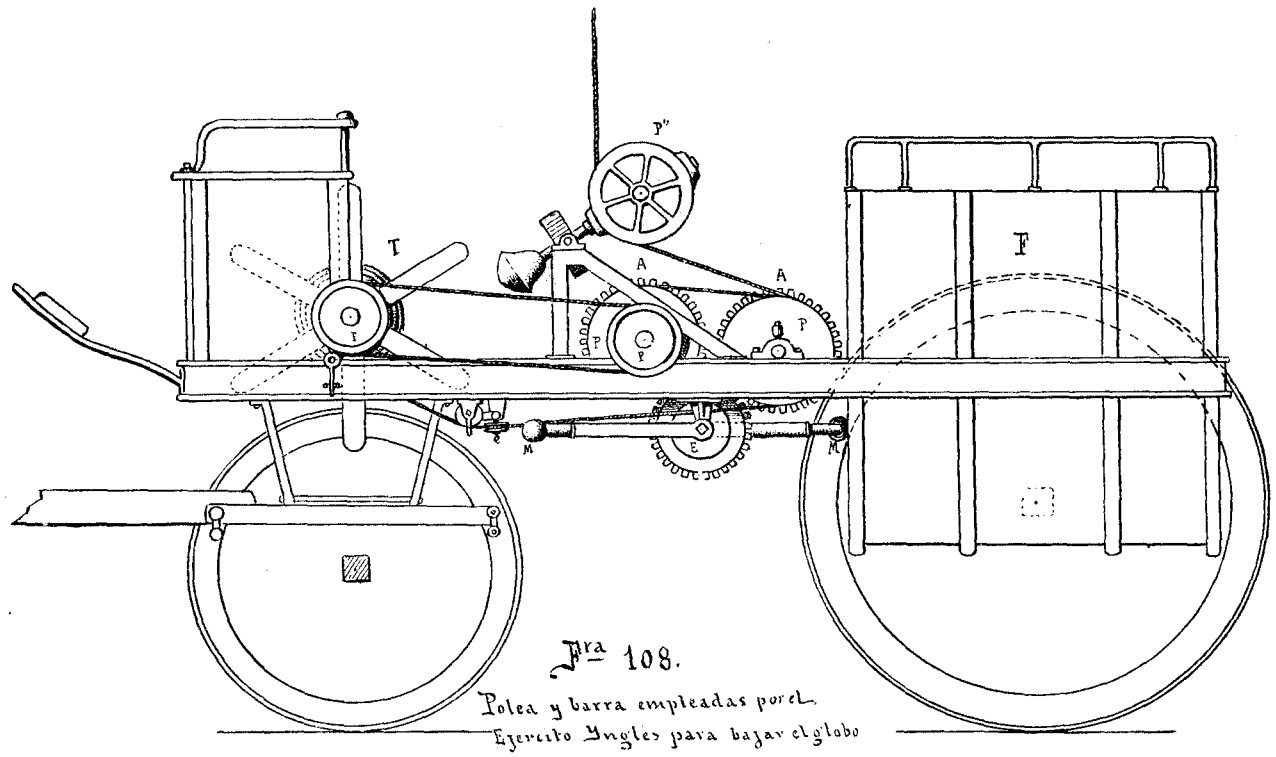


Carreton guia del cable



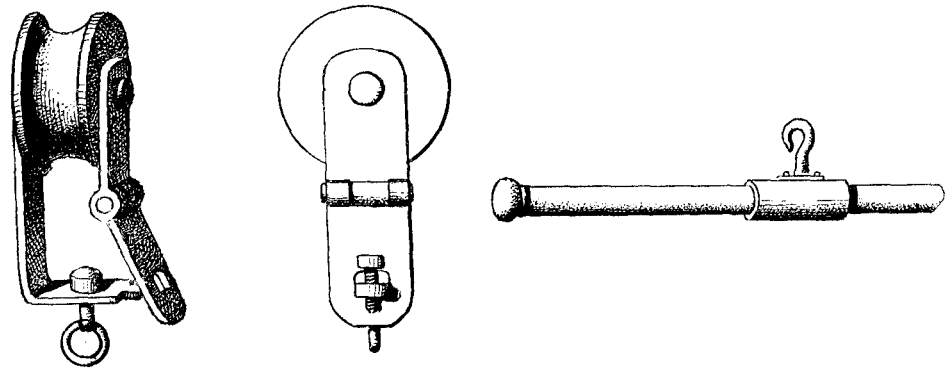
Fra 107.

Carro torno movido a brazo sistema Yon.



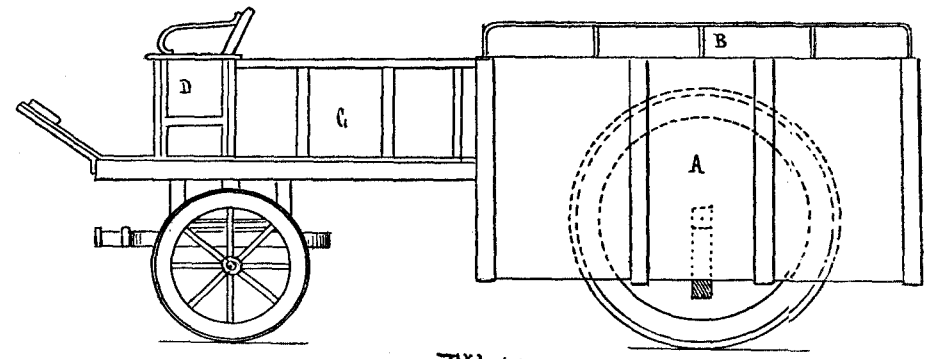
Fra 108.

Polea y barra empleadas por el Ejercito Yngles para bajar el globo



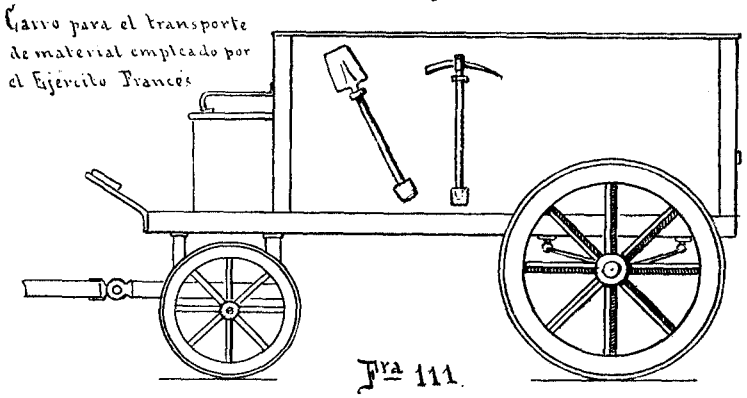
Fra 109.

Carro para el transporte de material; sistema Yon.



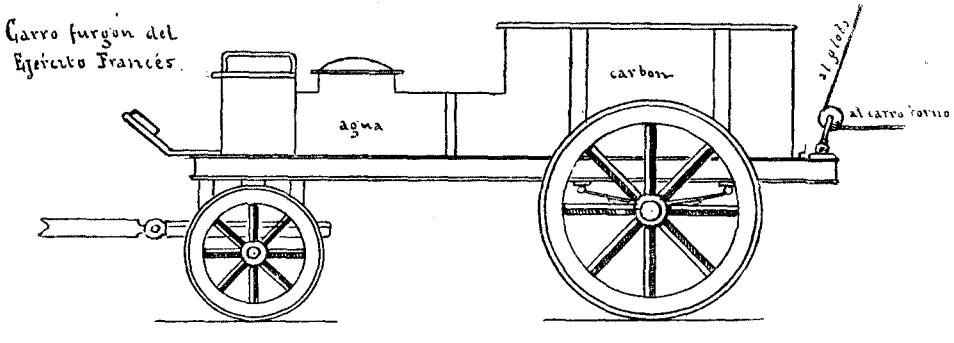
Fra 110.

Carro para el transporte de material empleado por el Ejército Francés



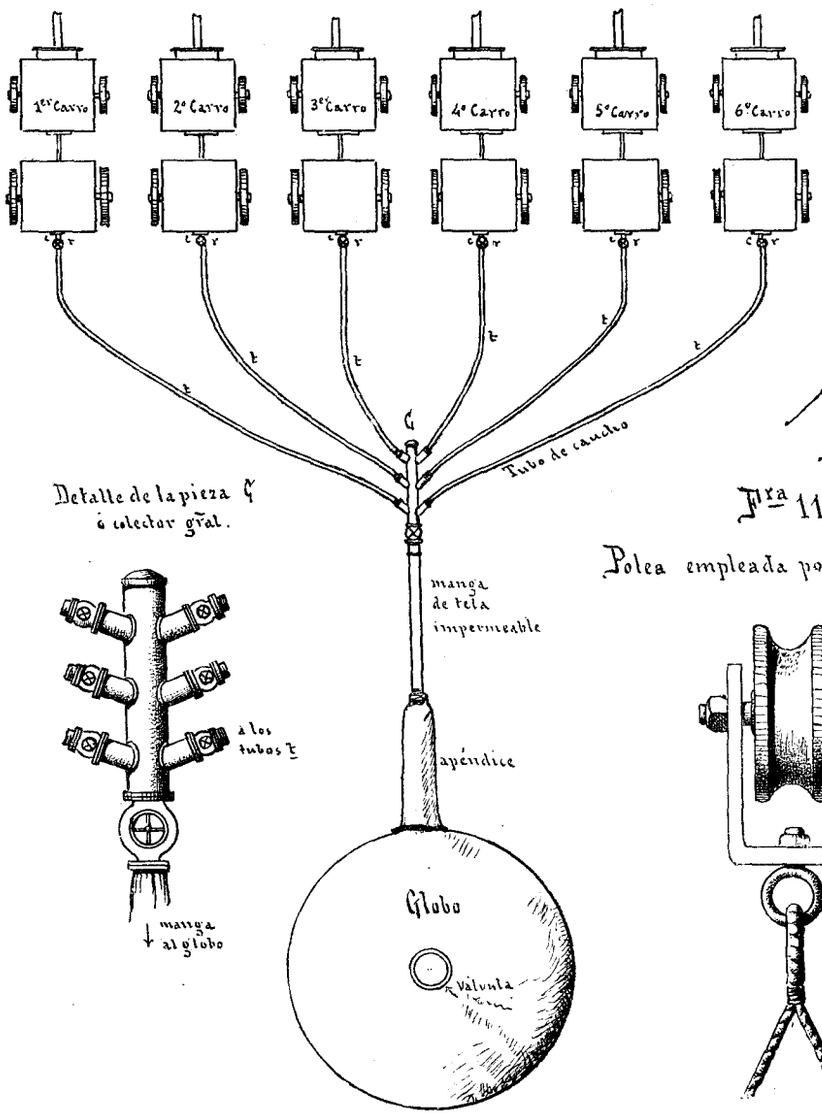
Fra 111.

Carro furgón del Ejército Francés



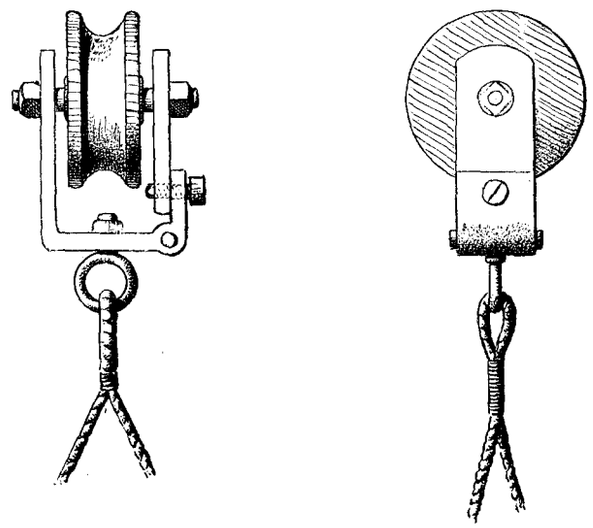
Frª 112.

Disposicion de los carros portadores de gas del Ejército Alemán para proceder á la inflación del globo. Proyección horizontal.



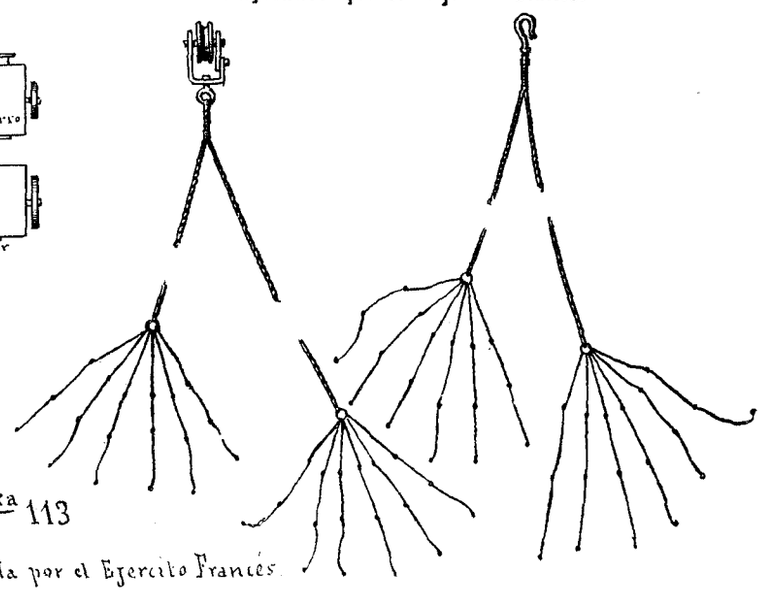
Frª 113

Polea empleada por el Ejercito Francés



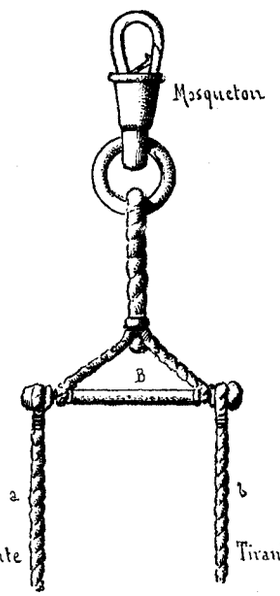
Frª 114.

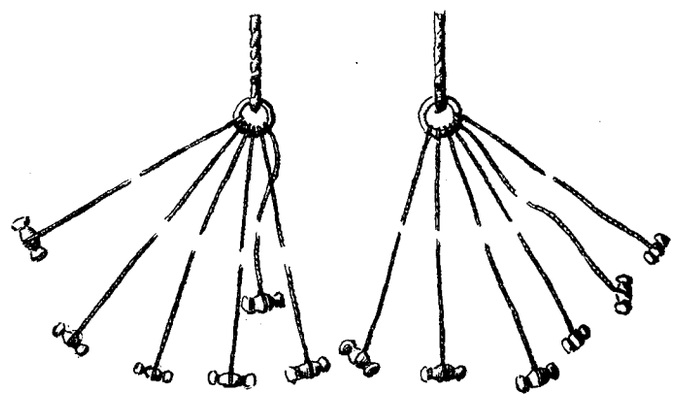
Aparejos de maniobra empleados por el Ejército Frances



Frª 115

Aparejo de maniobra. empleado por el Ejército Alemán.





A. Ciparsin. Ptº

MARINA DE GUERRA,

GUERRA MARÍTIMA Y DEFENSA DE LAS COSTAS.

MARINA DE GUERRA,

GUERRA MARÍTIMA

Y

DEFENSA DE LAS COSTAS,

POR

EL CORONEL GRADUADO, TENIENTE CORONEL DE INGENIEROS,

DON JOAQUIN DE LA LLAVE Y GARCÍA,

Profesor de Fortificación
de la Escuela Superior de Guerra.



MADRID
IMPRENTA DEL *MEMORIAL DE INGENIEROS*
—
1899

La materia contenida en esta Memoria formó las lecciones explicadas por el autor en la Escuela Superior de Guerra en el curso de 1894 á 1895 y en los años sucesivos.

Aunque á causa de tal circunstancia tiene este trabajo una forma elemental y didáctica, han creído algunos compañeros que no sería del todo inútil publicarlo de nuevo. Por esta razón vé ahora la luz, después de revisar el texto; pero debemos prevenir al lector, que no se ha hecho entrar para nada en este estudio la enseñanza que pudiera deducirse de los dolorosos sucesos de 1898. Es demasiado pronto para sacar consecuencias de hechos que todavía no son bien conocidos, y de ninguna manera hemos de emitir opiniones propias sin suficiente fundamento.

Madrid, Mayo de 1899.

Marina de Guerra.

I.

Nociones acerca de la Marina de guerra antes de la adopción de los buques acorazados.

Antes de entrar en el estudio de los buques actuales, conviene dar algunas ideas sobre la construcción y nomenclatura de los antiguos, porque las disposiciones modernas no son completamente nuevas, ni ha desaparecido toda tradición y recuerdo de los antiguos buques, sino que la factura actual está basada en la antigua, y hasta muchas partes conservan los mismos nombres y parecida forma. Haremos, pues, un estudio de los antiguos buques de madera, tal como han subsistido hasta la primera mitad del siglo XIX, estudio, por otra parte, necesario para la inteligencia de la Historia militar marítima.

Bueno es además que antepongamos otro estudio preliminar, que es el teórico, considerando el barco como un cuerpo flotante que permanece y se mueve en el agua, examinar las condiciones mecánicas de su equilibrio y movimiento; pero el estudio detallado y científico de esta teoría es sumamente extenso y su exposición, aunque fuese muy reducida, no tiene aquí objeto, pues no hemos de tratar del proyecto, construcción, ni maniobra de las embarcaciones; sólo expondremos, por lo tanto, algunos principios generales, pero sin entrar ni con mucho en la profundidad de la teoría, que ha llegado á tomar un desarrollo tal, que de él se puede formar idea sólo con decir que la obra más reciente en que se expone la *teoría del buque* se encuentra repartida en cuatro tomos en 4.°, muy gruesos, con lo cual basta para dar á conocer la imposibilidad en que aquí nos encontramos de extendernos en su explicación.

Un buque es un cuerpo flotante, que requiere como tal condiciones de

equilibrio y además otras de estabilidad. Si el agua en que flota se mantuviese constantemente tranquila y no hubiese tampoco causas exteriores de movimiento, bastaría con dotarle de condiciones de equilibrio; pero como es imposible que no haya movimientos del líquido y de la atmósfera, el barco necesita que, una vez perdida la posición de equilibrio del casco, éste tienda por su propio peso y forma á volver á la posición primitiva ó normal, rebasándola en sentido opuesto y alternativamente por una serie de balances cada vez menores, y esto, que es inevitable en un cuerpo flotante en el mar, se acepta como irremediable, con tal que la tendencia sea á enderezarse, en la posición conveniente, para que se preste al servicio de transporte ó al de combate.

Por el principio hidrostático de Arquímedes, sabemos que un cuerpo que flota en un líquido pierde una parte de su peso igual al del volumen del líquido que desplaza. El cuerpo flotante es solicitado de arriba á abajo por una fuerza vertical, que es la gravedad, y de abajo arriba por el empuje del líquido: para que haya equilibrio, es necesario que las dos fuerzas se contrarresten, es decir, que sean iguales y de signos contrarios. El empuje obra como aplicado en el centro del volumen de la parte sumergida y la gravedad en el centro de gravedad del cuerpo. Por lo tanto el equililibrio exige que el peso del buque P sea igual al peso $V\delta$ (V volumen, δ densidad del líquido) del líquido desplazado, y que la vertical del centro de gravedad pase por el centro del volumen de la parte sumergida, que se llama *centro de carena*.

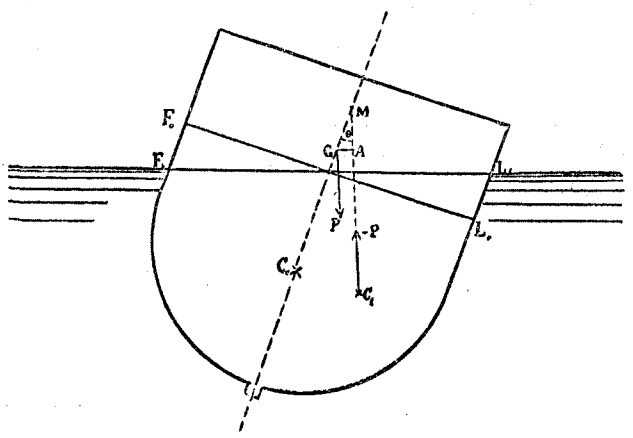


Fig. 1.

Sean $F_0 L_0$ (figura 1) la flotación, C_0 el centro de carena cuando el buque está en posición normal y en equilibrio. Supongamos que se incli-

na en un ángulo θ, que supondremos muy pequeño; sean $F_1 L_1$ la flotación *isocarena* inclinada y C_1 el nuevo centro de carena correspondiente; el centro de gravedad G ha permanecido en el plano longitudinal, mientras que el centro de carena se ha trasladado de C_0 á C_1 del lado de la inclinación. El peso P del buque, aplicado en G y el empuje $-P$ que obra en C_1 forman un par $P, -P$, cuyo momento es $P \times G A$, y que se llama *par de estabilidad.*

Si la dirección $C_1 A$ del empuje encuentra al plano longitudinal del buque en un punto m, llamado *metacentro*, encima del centro de gravedad G, el par $P, -P$ tenderá á enderezar el buque y el equilibrio será *estable.* Sería *indiferente* si el punto m se confundiese con G, é *inestable* si la línea $C_1 A$ cortase al plano longitudinal por debajo de G. Claro es que la tendencia del barco á volver á su posición de equilibrio será tanto mayor cuanto mayor sea el momento del par de estabilidad, ó sea el par de fuerzas que tiende al enderezamiento, y el brazo de palanca tiene que ser el mayor posible para que en los casos más desfavorables vuelva á su posición de equilibrio primitivo.

Los buques de guerra tienen que reunir una porción de condiciones, unas de navegación y otras de combate, que con frecuencia suelen ser contradictorias y afectan á la estabilidad, y el proyecto viene á ser una especie de término medio para que, sacrificando unas condiciones á otras, se llegue á obtener un buque que reuna, en la mayor cantidad posible, las condiciones de navegación y combate, sin contar con que á veces el proyecto no da el resultado práctico que se esperaba, y entonces está el buque expuesto á catástrofes de esas que no dejan de ser frecuentes, y de las que tenemos nosotros un ejemplo reciente y lamentable, que demuestran que no siempre los cálculos bastan para asegurar en todos los casos la estabilidad dinámica.

Lo dicho se refiere á las condiciones de estabilidad del barco desde el punto de vista *estático*, pero si se hace intervenir el efecto *dinámico* de las fuerzas exteriores, como el oleaje, las corrientes, el viento, etc., se acaba de poner al buque en unas condiciones de estabilidad muy comprometidas; así es que buques que parecen tener suficiente estabilidad estática, la dejan de tener si se cuenta con el influjo de las fuerzas exteriores y si son muy grandes los efectos de ellas. De aquí la conveniencia

cia de tener calculadas *curvas de estabilidad*, por medio de las cuales se puede determinar el brazo de palanca ó par de estabilidad que corresponde á las diversas inclinaciones que puede tomar un buque de condiciones conocidas. Es claro que un buque que tuviese demasiado movimiento no estaría en las mejores condiciones para combatir, y esta es la razón de que con malas mares pierden los buques de guerra muchas de sus condiciones como tales.

La marcha del buque, considerado no sólo como cuerpo que flota, sino como cuerpo que se mueve, tiene que ser guiada por medios que permitan que la dirección se dé desde su mismo interior, excepto en casos especiales, como en un barco conducido á remolque ó en un río ó canal marchando *á la sirga*; pero estos son casos excepcionales, y en alta mar y en los buques que aquí estudiamos el gobierno ha de darse desde su interior. El medio que se adopta para esto es el empleo del *timón*, que es una gran pala ó superficie plana $P\ U$ (fig. 2), montada en un eje vertical, y cuya superficie, colocada en dirección del eje longitudinal del buque en línea recta, le permite marchar sin dificultad; pero si se hace que presente á la dirección de la marcha una superficie oblícua, obra oponiendo resistencia á la marcha del buque y hay una descomposición de fuerzas que la figura indica: la fuerza F, presión del agua sobre el plano del timón, se descompone en una F_1 en dirección contraria á la marcha del buque y que tenderá á disminuir su velocidad, y otra F_2 que es la que produce la evolución. Esto supone que la forma del buque se preste á que el agua resbale durante la marcha en dirección de su quilla, lo que se realiza efectivamente á favor de la forma afilada de la parte anterior y por la figura especial del casco.

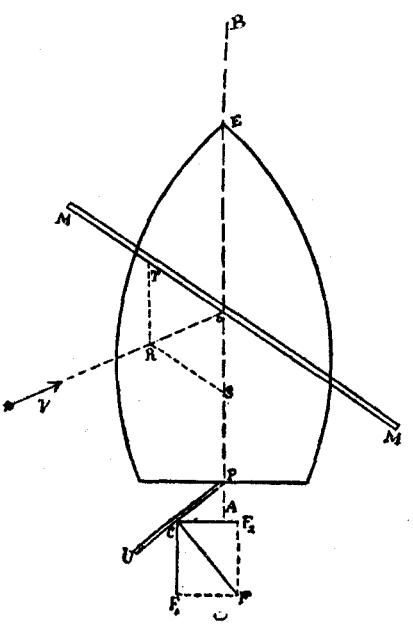


Fig. 2.

La marcha de un buque se puede obtener por varios medios: el más económico, que por decirlo así se tiene más á mano, es el viento, que se utiliza por medio de las *velas* colocadas en sentido conveniente para que, obrando el viento sobre su superficie, haga marchar al barco. Nada hay que decir en el caso de que las velas se coloquen en sentido perpendicular á la dirección del buque, y empujando el viento en la dirección de la marcha y normalmente á aquéllas, haga marchar el buque hacia adelante; pero si se quiere marchar en direcciones inclinadas con relación á la del viento (fig. 2), entonces hay que colocar las velas $M\,M$ de modo que la fuerza del viento V se descomponga en dos, una en sentido del eje del buque y otra en sentido tangencial $S\,O$ y $T\,O$, de un modo semejante al del agua sobre el timón. La primera es la que verifica la propulsión; la segunda se anula en general por la forma del casco, pero puede dar lugar á un movimiento lateral llamado de *deriva*, que cuando existe puede corregirse con el timón. Cuando hay que marchar en dirección totalmente contraria al viento, se sigue un camino en *zig-zag*, *corriendo bordadas*.

Además de este medio de propulsión, se ha hecho uso en todos los tiempos del remo, que aún se aplica para las embarcaciones pequeñas, y que antiguamente, como veremos más adelante, se empleó con preferencia en los buques de guerra, que de este modo se creían en mejores condiciones para combatir, porque el empleo de la vela dependía del viento y el remo de la fuerza humana, que se podía dirigir y gobernar en mejores condiciones que aquél, é indudablemente había algo de verdad en esto, porque modernamente se ha venido, aunque mejorando el motor por la aplicación de los adelantos técnicos, á parar á una conclusión semejante, que consiste también en llevar el motor en el mismo buque por medio de la máquina de vapor, ya sea que accione sobre unas ruedas de paletas, que obran de igual manera que el remo apalancando en el agua, cuya resistencia hace que el buque adquiera un movimiento de avance adelantando en el agua, ya haga mover rápidamente una hélice que no es más que un tornillo de poco espesor, que gira rápidamente en el agua, la cual hace el oficio de tuerca y por la que avanza en su consecuencia la hélice ó tornillo, empujando el barco hacia adelante ó arrastrándolo atrás, según gire en uno ú otro sentido.

Cuando un buque se detiene necesita anclar, operación conocida por haberla examinado al estudiar los puentes militares, en donde también hay que hacer uso del anclaje, y que se verifica por medio de las anclas allí ya descriptas y de las que no difieren más que en las dimensiones, las que llevan los buques, y por lo tanto no hemos de insistir en este punto, diciendo aquí únicamente que tiene por objeto sujetar el buque á un punto fijo del fondo, cuando se está en un puerto ó rada, impidiendo así los movimientos accidentales de la nave.

Los buques modernos proceden en muchas de sus disposiciones de los antiguos, y en parte conservan los mismos nombres, y por lo tanto, conviene exponer algunas ideas sobre la forma y nomenclatura de los buques de madera.

Un buque de madera era de una construcción muy semejante á la de un tejado invertido, de manera que así como en éste se forma la armadura que sostiene la cubierta por unos cuchillos ó cerchas sobre las cuales se apoya el tejado, que ha de resistir al viento, nieve y demás fuerzas exteriores, en los buques hay también una armadura formada de un modo semejante y sobre la que se disponen los tablones que han de cubrir sus costados y formar el casco.

Desde luego, el buque como cuerpo flotante tiene un *plano de flotación*, que es el plano determinado por la altura á que llega el agua ó cantidad de casco que se sumerge, y una línea de flotación, que es la intersección de este plano con la superficie exterior del casco; línea y plano son, por consiguiente, variables con la carga, de manera que, según esté más ó menos cargado, se sumerge cantidades variables, por cuya razón se determina para cada buque una *curva de flotación* en la cual en función de la carga se hallan las alturas á que llegará el agua.

La parte del casco que se encuentra por debajo de la línea de flotación se llama la *obra viva* (fig. 3) y la que está por encima *obra muerta*. Las dimensiones de un buque se consideran en longitud, anchura y altura, que se llaman respectivamente *eslora*, *manga* y *puntal*. La eslora es la longitud entre perpendiculares, esto es, el espacio comprendido entre dos verticales trazadas por los puntos extremos anterior y posterior de la línea de flotación. La manga es la anchura en el sitio más ancho del casco y el puntal la altura total; pero más que ésta interesa conocer

en un buque el *calado*, que es la parte de puntal que queda por debajo del plano de flotación, cantidad que por cierto suele ser variable. Se llama *proa* la parte más anterior del casco, y *popa* la posterior, *babor* el costado izquierdo y *estribor* el derecho; dividiendo el casco en dos mitades en sentido longitudinal, se llama *amuras* la mitad anterior ó hacia proa, y *aletas* la mitad posterior ó hacia popa.

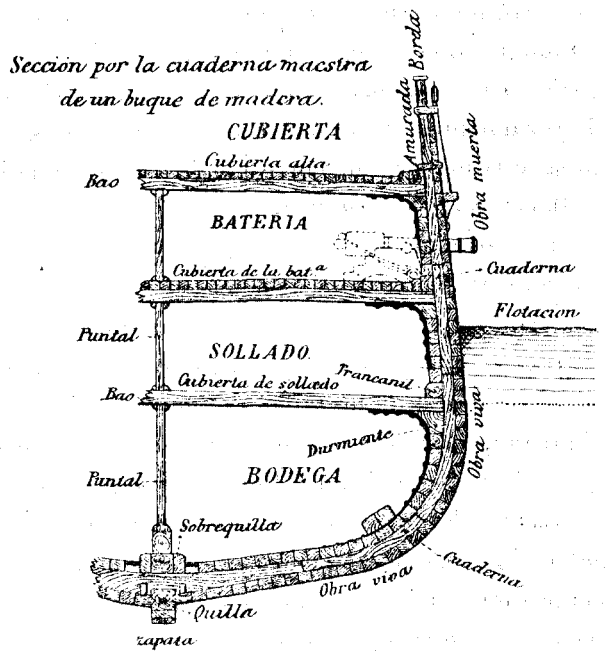


Fig. 3.

Se llama *desplazamiento* el volumen de agua desalojado por el buque, que se mide en metros cúbicos ó toneladas de arqueo de agua del mar.

En cuanto á la construcción, se cimenta toda en una pieza longitudinal prismática, de sección rectangular en los buques de madera, llamada *quilla*, que constituye la base del buque y que es la que da trabazón y enlace á toda la construcción y sirve en los buques de madera para asegurar la rigidez en sentido longitudinal; en la quilla se apoyan y sujetan las *cuadernas* ó *costillas*, que constituyen una armadura de figura curva formada por piezas de madera labradas y encorvadas á propósito, y que muchas veces, aunque no siempre, presentan una inflexión en su trazado; estas cuadernas están á mayor ó menor distancia de proa á popa á lo largo de la quilla, pero para el apoyo de las últimas cuadernas á proa se necesita una pieza especial que forma la parte anterior, que es la *roda*, que tiene una forma curva, y en la popa hay otra pieza única ó doble, análoga á la roda, que es el *codaste*; éste es recto y en él se apoya, aunque no siempre, el eje de giro del timón. Sobre la quilla

hay otra pieza casi igual á ésta y que, unida á ella, la refuerza en sentido longitudinal, asegurando la rigidez del casco y que se llama *sobrequilla*, así como debajo suele haber una *zapata* para defender á la quilla de rozamientos. Las cuadernas son de dimensiones variables de popa á proa, y la mayor, que corresponde al centro de la sección longitudinal, se llama *cuaderna maestra*.

Los costados se forman por medio de un revestimiento de tablones clavados y sujetos á las cuadernas, y los últimos á la roda y codaste; pero por estos costados sólo de tablones sería imposible impedir que entrase el agua, y de aquí viene el *calafateo*, que consiste en introducir entre las juntas de los tablones unos cordones de estopa impregnados de alquitrán, operación que se repite con frecuencia, aparte de la pintura general que se da á todo el exterior de los costados.

Las cuadernas, apoyadas por la parte inferior en la quilla y unidas entre sí por medio de las *tracas* ó tablones, no bastarían para resistir á las presiones del agua sobre los costados, y se necesitan otras piezas que sirven para formar las baterías ó pisos y dar al mismo tiempo al buque rigidez en sentido transversal, las cuales se llaman *baos*, que son unas vigas qué se sujetan por medio de unas piezas longitudinales que van encepadas y que se llaman (fig. 3) *trancanil* la de arriba y *durmiente* la de abajo, y por otras piezas verticales que se llaman *puntales*, y de esta manera se llega á dar rigidez y fuerza suficiente á los costados para resistir á los esfuerzos que tienden á aplastar el buque, al mismo tiempo que á los que tendieran á abrirlo. Estos baos, dispuestos en varios órdenes, sirven cada uno de apoyo á una cubierta, es decir, á un piso ó puente cubierto, de los que puede variar el número según la importancia del buque. El compartimiento inferior es la *bodega*, que está por debajo del último piso y sirve para depositar las municiones, víveres y todos los pertrechos, constituye el almacén del buque; la cubierta de encima es el *sollado*, y á veces hay también un *falso sollado* si el buque es bastante grande, y sólo ocupa las partes de proa y popa para algunos servicios especiales. La primera cubierta por encima de la quilla forma la cubierta del sollado, que está dividido por mamparos ó tabiques en varias partes, encontrándose á popa los camarotes de los oficiales y la cámara común de éstos que les sirve de salón y comedor, y á proa el alojamiento de los

contramaestres, maestranza y personal subalterno del buque. Encima se encuentra otra cubierta que se llama de la batería, que en unos buques era única y en otros eran dos ó tres, según el navío, como se les llamaba, era de dos ó tres puentes; todas ellas se encuentran por encima del agua y en todas estas baterías era donde se colocaba la artillería. La tripulación se alojaba en la batería ó baterías, sirviendo para dormir los *coys* ó hamacas colgados de los baos de la cubierta, recogiéndolos al toque de diana, quedando durante el día puestos entre porta y porta de los cañones en las *batayolas*. A popa de la batería van las cámaras del comandante y del segundo y á proa la enfermería. Encima de la batería está la cubierta propiamente dicha, que en los buques de guerra también acostumbra á llevar artillería y que en Francia se llama *le pont des gaillards*; en esta cubierta hay una parte más levantada que se llamaba y aun se sigue llamando *el castillo* y va á proa, y si lleva otra á popa recibe más comunmente el nombre de *toldilla*, y á la parte que va de la toldilla á la parte central se llama *alcázar*, y de aquí al castillo de proa *combés*. Las comunicaciones á través de las cubiertas se hacen por escaleras y unas aberturas que se llaman *escotillas*, cuyos *cuarteles* se abren á charnela, lo mismo que las *arandelas* de las *portas* verticales de los costados, ya para asomar los cañones, ya para dar luz y ventilación al interior.

El timón va á popa y se dirige por medio de la *caña*, que es una palanca que por medio de un aparejo de cuerda se enlaza con la rueda á la que uno ó varios hombres comunican el movimiento que ha de servir para el gobierno del buque.

Los buques antiguos se movían á vela y tenían una arboladura que, si era completa, se componía de cuatro palos, tres verticales, que eran el *mayor* en el centro, el de *mesana* hacia popa y *trinquete* á proa y el *bauprés* que asomaba por la parte anterior en dirección inclinada algunos grados sobre el horizonte. Los palos verticales llevaban generalmente, aunque no siempre, otros horizontales atravesados formando cruz con ellos, que se llamaban *vergas*, por más que para sostener las velas no eran indispensables porque también se podían colocar sin ellas. Una verga se podía unir á un palo, ó simplemente por una *cruceta*, ó por medio de una *cofa*, que es una plataforma que facilita la maniobra y en los bu-

ques de guerra sirve además para hacer fuego de fusilería, ya veremos la importancia que las cofas han tomado modernamente para instalar artillería ligera. Las diferentes partes de un palo entre las vergas se llaman *palo macho*, *mastelero de gavias*, *de juanetes* y *de sobrejuanetes*, según la altura á que se encuentran, á partir de la parte inferior; la extremidad superior del palo es el *tope*, los *foques* son las velas que se acostumbraban á poner en el *bauprés* en la parte anterior. La arboladura ha desaparecido de los buques de guerra modernos.

Se clasificaban los buques por la arboladura, y aunque esta clasificación no es la actual, como en las relaciones históricas se conservan las antiguas denominaciones, y además en los buques mercantes aún subsisten, aunque son muy variables, pues se diferencian en las marinas de los pueblos del Atlántico y los del Mediterráneo, oriental y occidental, es conveniente darlas á conocer.

Los buques de tres palos verticales con vergas podían recibir tres nombres, según la disposición del armamento: podían ser *navío de línea* si tenía dos ó tres puentes con batería cubierta, *fragata* si sólo tenía uno y *corbeta* si la batería iba en la cubierta superior.

El navío de línea era el verdadero buque de combate y la unidad táctica de la marina de guerra; la fragata y la corbeta, más ligeras, estaban destinadas á los servicios que no requerían tanto armamento, y en cambio exigían más rapidez de marcha y evolución.

Las embarcaciones menores que la corbeta no se consideraban como de combate, pero eran más ligeras y hacían otra porción de servicios de vanguardia, reconocimientos, comunicaciones, etc. Estos buques se llamaban *bergantines* si llevaban dos palos con vergas como los tres de las fragatas, *goletas* si dos ó tres palos sin vergas y *bergantines-goletas* si tenían un palo con vergas y uno ó dos sin ellas.

Conviene ahora dar algunas ideas sobre la historia de la marina para formarnos mejor concepto de los progresos que sucesivamente se han ido verificando, y con este objeto haremos una ligera reseña de sus principales transformaciones.

La antigua *galera* era un barco esencialmente de remo, pues aunque tenía dos ó tres palos eran exclusivamente para la navegación ordina-

ria, con el objeto de no fatigar sin necesidad á los remeros cuando el viento era favorable, y se hacía uso de la vela latina triangular, porque era buque esencialmente del Mediterráneo. Su antigüedad es muy remota, pues algunos escritores la hacen remontar á 1500 años antes de Jesucristo, como se comprueba con los monumentos en que está representada más ó menos toscamente esta embarcación. El modelo primitivo sin duda fué la *pentacóntera pelásgica* que llevaba 50 remos, 25 por banda, que si se habían de mover por cinco hombres cada remo eran 250 hombres, además de los cuales debía llevar tripulantes para las velas y los hombres dedicados exclusivamente á combatir. La existencia de esta galera antigua ha dado lugar á grandes discusiones entre los arqueólogos marinos, y ha habido quien, llevado del calor de la discusión, ha llegado á suponer que tenía hasta nueve ó diez órdenes de remos; pero si la existencia de la galera con tantos órdenes no está comprobada, lo está sin duda alguna el de la *trirreme*, que se halla claramente representada en los bajorelieves de muchos monumentos antiguos que hacen indudable su existencia, y el padre Alberto Guglielmotti en su *Historia de la Marina* admite hasta la de cinco órdenes de remos; pero algunos historiadores han pretendido probar la existencia de galeras hasta de 40 órdenes, y dice el padre Guglielmotti que esta pretensión de querer llegar á número tan increible, ha sido la causa de que otros hayan negado en absoluto la existencia de la galera *polirreme* y digan que el tipo único ha sido la de 50 ó 60 remos, pero en un solo orden. Está probada la existencia de la galera *trirreme*, y dicho se está que también la de la *birreme*. En estas galeras de más de un orden los remos del inferior pueden ser más cortos y no necesitan, por lo tanto, cinco hombres para su manejo. La galera es la embarcación con que los argonautas realizaron su expedición á la Cólquida, con la que se hicieron las guerras púnicas en la gran parte que tuvieron de marítimas, y en el año 610 antes de Jesucristo, la expedición de los Cartagineses al mando del sufeta Hannon á la Mauritania Atlántica, hoy costa de Marruecos, con 30.000 hombres en 60 pentacónteras, en que la mitad era sólo para manejar los remos y la otra mitad para combatir desde los buques ó como fuerza de desembarco.

La galera vuelve á aparecer en el siglo IX después de Jesucristo, ya

con este nombre, que, según los críticos, procede del griego *Galios*, que es un pez de forma parecida á una nave.

Tal como reapareció era un barco de remo que venía á tener unos 50 metros de eslora, 7 de manga y 3 de calado; el puntal era variable en sentido de la longitud, pues había castillos á proa y popa hasta de dos ó tres pisos, y se podía considerar dividida en tres partes: á proa el castillo, el centro más bajo donde iban los remeros y detrás el castillo de popa ó toldilla. Cuando se empezó á usar la artillería, se llevaba á proa generalmente para el tiro de caza, por la facilidad de hacer fuego en esta dirección; debajo del castillo de proa se llevaban piezas de grueso calibre, de treinta y tantas y hasta 50 libras, llevando también artillería hacia los costados, ocupados en parte por los remeros, pero donde, sin embargo, se podían colocar dos ó cuatro medios cañones y una especie de galería para hacer fuego de fusilería, y además había pedreros ó espingardas de 4, 6 ú 8 centímetros cuando más, que montados en una horquilla podían hacer fuego desde las bordas. La *chusma* de remeros estaba en las galeras de los berberiscos y turcos formada con esclavos ó cautivos cristianos, y en las galeras de los pueblos cristianos eran forzados ó penados, aunque también como represalia se llevaban algunas veces cautivos mahometanos. En la popa se alojaba la tropa de reserva, constituída por caballeros, y según las relaciones de aquella época se alhajaban y amueblaban sus cámaras con tapices, alfombras, muebles lujosísimos y hasta con metales preciosos. La tripulación total unos 500 hombres.

Con estos buques se hicieron las guerras marítimas de la Edad Media, siendo de notar que la invención de la pólvora tuvo aplicación más antigua á las guerras marítimas que á las terrestres. De todos modos, hasta fines del siglo XVI se emplearon con preferencia estos buques, y con ellos se dió la batalla de Lepanto; pero ya en el siglo XVII, á consecuencia del descubrimiento de América y de la dificultad de hacer navegaciones con estas embarcaciones de remo, lejos de las costas del Mediterráneo, se empezaron á abandonar, y aunque se conservaron algún tiempo, las desterró la aparición del navío de línea, que había sido perfeccionado con relación á las primitivas *naos* y *carabelas* que atravesaron las primeras el Océano Atlántico con Colón y dieron la

vuelta al mundo con Magallanes y Elcano, cuya nomenclatura ha variado mucho en diferentes épocas; pero la táctica de los navíos de línea, ó sea la que se fundaba en el viento, puede decirse con Guglielmotti que nació con el almirante Drake y murió con Nelson en Trafalgar y en todo este tiempo se puede afirmar que no existió la galera para el combate, y únicamente en algunas partes se conservaba como recuerdo histórico, como la marina pontificia, que tenía aún dos galeras á principios del siglo XIX.

La galera, como buque de combate, tenía razón de ser, pues en sus propios elementos llevaba una fuerza motriz de consideración, constituída por 250 hombres, que estaban consagrados al remo, y en el momento del combate dirigían la galera, que con 50 remos de 10 ó 12 metros de longitud cada uno, marchaban y gobernaban con gran libertad de movimientos, no haciendo caso de la dirección del viento.

Pero sea como quiera, desde principios del siglo XVII ó fines del anterior, se prescindió de la galera como buque de combate y las escuadras se componían de navíos de línea, cuyo número indicaba su fuerza; fragatas y corbetas para descubiertas, convoyes y demás servicios *fuera de línea*, y por último, bergantines, goletas, etc., para avisos, reconocimientos y otros servicios secundarios.

Los navíos, con dos ó tres puentes, llevaban de 80 á 100 y hasta 120 cañones lisos de hierro, de calibres hasta de 36 libras; las fragatas, 30 ó 40 de 18 á 24 libras; las corbetas, unas 25 ó 30 piezas de los mismos calibres, y los buques menores 6, 8 y hasta 16 ó 20 de 6 á 18 libras.

Con el empleo exclusivo del viento como motor y del cañón como arma, las tripulaciones y los oficiales de Marina llegaron á adquirir un gran dominio en el manejo de estos elementos. La *maniobra* del velamen y arboladura llegó á constituir un arte especial; los combates eran en su mayor parte luchas de artillería, en que se tendía, no tanto á desmontar las piezas del contrario, como á *desarbolar*, privándole de los medios de moverse, y á *desguazar* el casco, y terminaban por un *abordaje*, un verdadero asalto al arma blanca para apoderarse del buque enemigo, si éste no había arriado antes su pabellón.

A principios del siglo XIX se empezó á aplicar el vapor á la navegación, aunque en los primeros ensayos no dió muy buen resultado, sobre

todo para la guerra, pues los primeros buques de vapor eran de ruedas de paletas y esto era un grave inconveniente, porque las ruedas con sus tambores ocupaban un gran espacio que se perdía para la colocación de la artillería, y por otra parte era muy fácil al fuego enemigo inutilizar aquellas ruedas tan grandes que nada protegía y que eran además de un material muy poco resistente, así es que desde luego únicamente se emplearon los buques de vapor en las marinas de guerra como auxiliares para avisos y descubiertas y para remolcar á los navíos de línea, verdaderos buques de combate, cuando lo necesitaban, ya por ser el viento contrario, ya por dificultades en la maniobra para acercarse á una costa ó para entrar en un puerto, cuando no pudieran ir fácilmente por sí solos, siendo esta la situación hasta el momento en que la adopción de la hélice para la propulsión de los buques vino á causar una revolución en la manera de ser de la Marina de guerra.

Los inconvenientes de las ruedas de paletas como propulsores para los buques de guerra, fueron causa de que por algún tiempo se continuase con los navíos y fragatas de vela, siendo los bergantines y goletas de vapor buques auxiliares, como queda dicho. Cuando los ensayos satisfactorios de la aplicación de la hélice á la propulsión hicieron comprender que el nuevo invento suprimía casi todos los inconvenientes que las ruedas de paletas tenían, por no estorbar en nada la instalación de la artillería al ir colocada por debajo de la línea de flotación, además de estar por la misma razón poco expuesta al fuego enemigo, entonces se pensó ya más formalmente en la aplicación del vapor á los buques de guerra grandes, y por esta época, alrededor del año 1845, se empezó á construir por las Marinas de todas las naciones fragatas de hélice, aunque considerando al principio la máquina solo como un auxiliar de la vela; pero la tendencia á aumentar la potencia del armamento en las nuevas fragatas hizo que éstas substituyesen á los navíos de línea como principales buques de guerra. La fragata de vapor, de hélice, con una batería cubierta armada con cañones bomberos Paixhans y una velocidad de 9 á 11 millas por hora, constituyó el tipo normal del buque de guerra desde el año 1850 á 1860, abandonando los navíos de varios puentes. Sin embargo, antes de la guerra de Crimea se construyó en Francia el navío de hélice *Napoleon*, según proyecto del célebre ingeniero Du-

puy de Lôme; la quilla de este buque se puso en 1848, se botó al agua en 1850 y se terminó y armó en 1851. Hubo, pues, la tendencia, siquiera fuese momentánea, de construir, además de las fragatas, algunos buques de hélice más grandes; el camino iniciado con el *Napoleon* no fué seguido, porque poco después de terminada su construcción las ideas habían tomado otro rumbo, pero es digno de tenerse en cuenta por ser el tipo completo de buque de guerra de grandes dimensiones, con máquina de gran potencia, que hacía pasar á las velas á la categoría de auxiliares eventuales. El *Napoleon* con sus 92 cañones, con su máquina de 3850 caballos y su velocidad de 13 millas por hora, prestó grandes servicios durante la guerra de Crimea.

Por la misma época próximamente, hacia los años 1840 á 1850, la artillería de Marina había sido reformada, y en vez de los cañones lisos, que no disparaban más que bala sólida, palanquetas, balas encadenadas ú otros proyectiles para desarbolar el buque enemigo, habían aparecido hacia el año 1822, y aunque lentamente se habían abierto camino, los cañones bomberos de Paixhans (*) cuyo objeto era obtener el efecto explosivo, que sólo se conseguía entonces con la bomba del mortero, por medio de la misma bomba provista de *salero*, arrojada por tiro rasante, con una espoleta de tiempos, metálica, ya más perfeccionada que la antigua de madera. Con estas bombas se trataba de abrir grandes boquetes en el costado del buque sobre que se disparaba, y que no fueran posibles de remediar con el antiguo *tapabalazos*, eficaz para el orificio regular que abrían las balas sólidas, y si no estallaba al chocar, que pudiese, una vez dentro del buque, producir efecto mortífero en los entrepuentes con el gran número de cascos y también un incendio capaz de acabar con el buque, además de otro efecto que no tuvo tanta aceptación ni era tan eficaz, que consistía en llenar de humo la batería por medio de un mixto apestante y asfixiante que hiciera imposible la estancia en ella, y por lo tanto el servicio de las piezas. Todas las previsiones del general Paixhans se cumplieron, y en la guerra de Oriente, empezada en 1853, se pudo ya juzgar la transformación que en la guerra marítima había de introducir el nuevo invento.

(*) Véase LECCIONES DE ARTILLERÍA, *explicadas en la Escuela Superior de Guerra*, tomo I, pág. 48 (3.ª edición), capítulo I de la primera parte.

La guerra que empezó entre Rusia y Turquía se complicó al poco tiempo con la intervención de Inglaterra y Francia, á consecuencia de un hecho que se relaciona directamente con el objeto de nuestro estudio. La escuadra rusa del mar Negro, armada con cañones bomberos, análogos á los de Paixhans, sorprendió á la flota turca anclada en la bahía de Sinope, y cañoneándola desde la misma boca de la bahía le causó tales destrozos con las bombas y granadas, que no quedó ni un sólo buque de los que componían la escuadra turca, logrando incendiarlos y echarlos á pique. Este hecho dió orígen á la intervención de las escuadras francesa é inglesa, que penetrando en el mar Negro y siendo superiores á la rusa, la obligaron á encerrarse en Sebastopol, donde desembarcó sus cañones para armar las baterías de tierra durante el sitio de esta plaza y echó á pique los buques para cerrar la entrada á la rada. Las escuadras francesa é inglesa se situaron enfrente de la entrada de la bahía ó rada de Sebastopol, y el 17 de octubre de 1854 la escuadra inglesa intentó un ataque á las baterías de costa, pero tuvo que retirarse con nueve navíos fuera de combate, con averías graves causadas por los cañones bomberos de las baterías de la *Avispa* y del *Telégrafo*.

II.

Breve reseña histórica de la Marina acorazada.

Los hechos expuestos hicieron comprender pronto la falta de protección de que adolecían los buques de madera frente á los proyectiles de la nueva artillería de Paixhans, y hubo que pensar por lo tanto en resguardarlos de una manera más eficaz, y de aquí la idea de acorazarlos.

En 1853 empezó la guerra de Crimea, en 1854 tuvo efecto el hecho últimamente apuntado frente á Sebastopol, y en el mismo año el Emperador Napoleon III, que hacía gala de sus conocimientos técnicos en todas las ramas del arte militar, si no proyectó él mismo como algunos indican, dió la idea fundamental para un proyecto, con arreglo al cual se construyeron cinco embarcaciones que se llamaron *baterías flotantes de Kinburn*, porque alcanzaron á tomar parte en el ataque de la expresada plaza. Eran estas baterías una especie de balsas, y aunque fueron las precursoras de los buques acorazados, distaban aún mucho por sus formas y organización de lo que han sido después los buques de combate. Tenían máquina de vapor para la propulsión, pero no andaban más que cuatro ó cinco millas por hora, lo que las hacía inútiles para otro servicio que no fuera el transporte de algunos cañones bien protegidos, hasta colocarse enfrente de las fortificaciones de la costa que debieran atacar, que era su objeto; no tenían quilla propiamente dicha, eran chatas y por lo tanto estables, por esto las hemos llamado balsas, pero no se las podía considerar propiamente como buques, no mereciendo más que el nombre de baterías flotantes. Encima del puente llevaban una sobrecubierta de planchas de hierro de 6 ú 8 centímetros de espesor, de forma de caparazón de tortuga, ó sea con los parapetos inclinados, en los

cuales había unas portas por las que asomaban doce cañones, seis por cada costado.

Estas baterías se construyeron con objeto de tomar parte en la guerra de Crimea, pero sólo llegaron á combatir con las baterías de costa de la plaza de Kinburn, en el Mar Negro, el 17 de octubre de 1855. Es verdad que dieron buen resultado desde el punto de vista de que no perforaron los proyectiles su coraza y que no tenían nada que temer de los cañones del enemigo, pero lo defectuosas que eran para navegar las hicieron inaceptables, fuera de su servicio especial, y el mismo Napoleon III comprendió que, á pesar de su éxito relativo, no servían como buques de combate, y en varias conferencias que celebró con Dupuy de Lôme, indicó á éste la conveniencia de estudiar la manera de acorazar los grandes buques, partiendo para el tanteo del navío de línea de hélice *Napoleon*, suprimiendo uno de sus dos puentes, con lo que se convertía en fragata, y el peso que con esto se rebajaba se aprovechó para colocarle, en cambio, una coraza de hierro forjado de 12 centímetros de espesor, que era bastante para resistir á los cañones lisos y rayados que entonces llevaba la marina. Aceptada la idea, y estudiado con todo detalle el proyecto, se construyó la *Gloire* (fig. 4), primer buque acorazado que ha existido, que era una fragata de hélice de madera, como las que

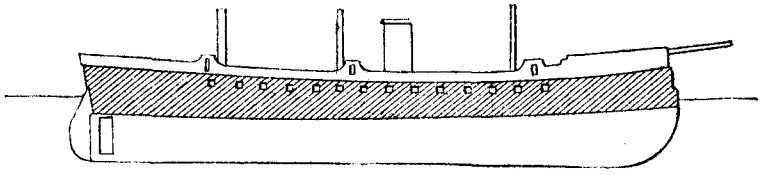


Fig. 4.

entonces tenían todas las marinas, con la única diferencia de que llevaba sus costados protegidos por una coraza en toda su longitud de popa á proa en toda la obra muerta y hasta algunos decímetros por debajo de la línea de flotación para que en los balances no quedara la madera del casco al descubierto, dejando por la parte superior las bordas sin acorazar. La coraza de 12 centímetros era bastante para resistir á los cañones bomberos, y aún bastó por algún tiempo para hacer frente á los primeros cañones rayados, porque aunque el proyectil de éstos era

más pesado, ya sabemos que al principio la velocidad inicial era menor y, por lo tanto, la fuerza viva no era mayor.

La construcción de la *Gloire*, cuya botadura se efectuó en 1859, dió orígen á comentarios y discusiones sin cuento en todas las marinas. La francesa consideró lo realizado como un progreso considerable, llamado á revolucionar el arte militar naval. La inglesa, en cambio, resistió al pronto la innovación, que el Almirantazgo no consideraba más que como un ensayo que había de conducir á tanteos costosos é inútiles; pero poco después, cediendo á la presión irresistible de la opinión pública, manifestada en Inglaterra de un modo decidido y tenaz, se ordenó la construcción de un buque acorazado, el *Warrior*, cuando ya la *Gloire* estaba muy adelantada.

La organización del acorazado inglés difiere bastante de la que tenía la fragata francesa. Mientras la *Gloire* era de madera, el *Warrior* es de hierro, más largo y de formas más afiladas, que le permitían algo más de velocidad. La protección de la coraza, que era total en la primera, se redujo en el segundo á la parte central de cada costado, en una longitud próximamente la mitad de la total; la coraza, de un espesor uniforme, de 114 milímetros (4 $^1/_2$ pulgadas), es de hierro forjado también y desciende hasta 2 metros por debajo de la línea de flotación, elevándose hasta el puente superior á 5 metros de altura sobre el agua; las extremidades de las corazas de costado se unen por dos tabiques acorazados del mismo espesor de 114 milímetros, de modo que forma una especie de ciudadela central de figura rectangular, que protejo á la batería principal. Lo que la *Warrior* ganaba á la *Gloire* en condiciones de navegación, lo perdía, por lo tanto, en la protección, que no era completa; y como aún no se habían inventado otros medios complementarios de protección, aunque en el reducto no penetrase ni una bala, podía en cambio ser acribillado en la proa y popa, quedando sus condiciones de estabilidad muy comprometidas.

Mucho se discutió en Francia é Inglaterra acerca de los inconvenientes y ventajas relativos de los dos nuevos tipos representados por la *Gloire* y el *Warrior*, y la consecuencia inmediata de esta polémica fué que, en una y otra nación, al emprender la construcción de otros buques acorazados, se imitasen total ó parcialmente los de la nación

rival, lo que indica claramente las vacilaciones y dudas que había sobre lo más conveniente. Así en Francia se construía la *Solferino* con la artillería resguardada en un reducto central en que toda la altura de la obra muerta estaba acorazada, como en el *Warrior*, pero en cambio en este buque francés se había introducido la mejora de defender la línea de flotación por medio de una faja acorazada, que rodea á todo el casco. Así también en Inglaterra se construían las fragatas *Lord Warden* y *Repulse*, casi iguales á la *Gloire*.

En ensayos posteriores se construyeron en Inglaterra los buques *Hector* y *Valiant*, más defectuosos aún que el *Warrior*, pues los costados están acorazados en toda su longitud desde la cubierta hasta 2 metros por encima de la flotación, y en cambio ésta sólo está protegida en la parte central. También se imitó en Inglaterra la disposición de la *Solferino*, adoptándola en las fragatas *Achilles*, *Minotaur*, *Agincout* y *Northumberland*, llevada á mayor perfección en la *Bellerophon* (fig. 5), que tenía además una máscara acorazada á proa, para cuatro cañones

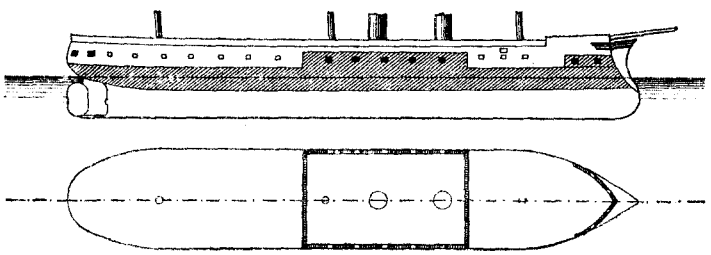


Fig. 5.

de caza. Había, pues, tanto en Francia como en Inglaterra, poca fijeza en las ideas y todo fueron vacilaciones desde 1858 hasta 1865.

Las demás naciones marítimas, en este primer período, unas se mantuvieron á la espectativa esperando á que se fijaran los tipos para elegir con más acierto, otras copiaron los adoptados en Inglaterra y Francia; así, por ejemplo, en España, se encargó á la sociedad constructora de Tolón *Forges et Chantiers de la Méditérranée* la fragata *Numancia*, que era casi una copia de la *Gloire*, con la diferencia de que tiene el casco de hierro y no de madera; en Italia se copiaron casi todos los tipos de las dos naciones en sus primeros buques.

Al mismo tiempo que en Europa se hacían las tentativas que llevamos expuestas, se empeñaba en los Estados Unidos la guerra de Separación, que teniendo por teatro una gran extensión de costas y ríos de gran importancia como el Mississipí, había de ser forzosamente en ella muy considerable la cooperación de la Marina. El primer hecho de armas en que tomó parte un buque acorazado, se verificó el 8 de Marzo de 1862 en la bahía de Hampton-Roads. Cuando se inició la guerra, los federales tuvieron que abandonar el arsenal de Norfolk, situado cerca de la desembocadura del James River y al hacer la evacuación echaron á pique los buques que no pudieron llevarse y entre ellos una fragata llamada *Virginia*. Este buque fué puesto á flote por los confederados, dueños del arsenal de Norfolk, y lo transformaron en acorazado quitándole la mayor parte de la obra muerta y substituyéndola por un caparazón muy semejante al de las baterías flotantes de Kinburn, pero con la diferencia de que el *Merrimac*, que así se llamó el buque después de transformado, era un verdadero buque de madera completo, con quilla y obra viva, propia para navegar, y con coraza inclinada á 35° sobre el horizonte, armado con cañones lisos de 9 pulgadas, de los llamados *columbiads*, especie de cañones bomberos, siguiendo la afición que siempre han tenido los norteamericanos por los grandes calibres, y además dos cañones rayados de 16 centímetros á proa y á popa para lo que los marinos llaman caza y retirada. Este buque se presentó el día ya indicado en la bahía de Hampton-Roads, donde se encontraba bloqueando la bahía, por lo tanto, las entradas del James River y del puerto de Norfolk, una escuadra federal compuesta de tres fragatas de vela, *Cumberland*, *Congress* y *Saint-Laurence*, otras dos de hélice, *Minnessota* y *Roanoke*, cuatro cañoneros y seis remolcadores, en conjunto eran cinco fragatas con 40 á 50 cañones cada una de hasta 28 centímetros y de bastante potencia. La *Merrimac* tenía un calado de 6,7 metros y la coraza 9,6 centímetros en tres planchas superpuestas, lo que no era mucho, pero sí suficiente para resistir á los *columbiads* de los buques del Norte, pero iba armado con un espolón en la roda, de hierro fundido y bastante fuerte para causar averías de consideración á un buque de madera. La *Merrimac* sorprendió anclada frente al fuerte Monroe á la escuadra nordista, las dos fragatas de hélice no habían encendido sus

calderas, así es que desde la una y cuarto, hora en que se presentó la *Merrimac* en la bahía, no pudieron moverse hasta más de las dos. Dirigióse la *Merrimac* á la *Cumberland* á la que dió un espolonazo, seguido á los pocos minutos de otro y la echó á pique; la *Congress* fué incendiada por uno de los proyectiles que recibió, volando pocas horas después; la *Minnessota* se salvó de un espolonazo, escapando y yendo á encallar en un banco de arena, á donde no la pudo seguir la *Merrimac* por tener más calado, y las otras dos fragatas se retiraron rápidamente de la bahía, en una palabra, que un sólo buque acorazado había deshecho y ahuyentado á una escuadra federal de cinco buques de madera, y la superioridad de los nuevos buques quedaba por el pronto demostrada, desde el momento que podían combatir por unidades contra escuadras enteras.

El día siguiente 9 de marzo se presentó en la misma bahía, de la que había quedado dueña la *Merrimac*, el *Monitor*, nuevo buque federal, y atacó á la fragata confederada. Este buque, proyecto del ingeniero sueco Erickson, se había construído en tres meses y era un tipo completamente nuevo que se apartaba de todas las tradiciones, pues la *Merrimac* era en realidad un buque como todos los que había habido hasta entonces, aunque algo distinto por haberle quitado la obra muerta, pero conservando la obra viva de los antiguos; el *Monitor* tenía sólo 3 metros de calado, muy poca obra muerta y una cubierta blindada por encima de la cual asomaba una torre (en este primero, porque después los ha habido de dos) armada con dos *columbiads* de hierro fundido de 11 pulgadas; era de vapor y llevaba una especie de puente volante por encima de la torre giratoria; la coraza de los costados estaba formada por seis planchas de hierro de una pulgada inglesa de espesor cada una, y la de las torres de hierro por nueve planchas del mismo espesor. Su desplazamiento era de 1250 toneladas con 52'7 metros de eslora y 13'5 de manga y como queda dicho de menos calado que la *Merrimac* y no llevaba espolón. El combate se redujo á tentativas de espolonazos por parte del confederado y fuego de artillería por ambas partes, aproximándose repetidamente los buques á unos 8 ó 10 metros de distancia, la *Merrimac* intentó clavar el espolón al *Monitor*, como había hecho la víspera con la *Cumberland*, pero se le había roto en el combate del día anterior y no consiguió resultado con la roda sólo, pues aunque logró darle

dos ó tres espolonazos sólo le hizo ligeras abolladuras. En cuanto al efecto de la artillería, por una y otra parte, no decidió nada; el *Monitor* recibió un proyectil ojival de 16 centímetros en la torre, que penetró en la coraza 10 centímetros, pero como tenía 23 centímetros de espesor no llegó á penetrar ni la mitad y no hubo perforación completa, y como los cañones del *Monitor* eran lisos tampoco hizo al otro más que abolladuras. El combate terminó sin que se pudiera decir cuál de los dos buques fué el vencedor, pues aunque los dos se retiraron fué para reponer bajas y reparar averías. Sin embargo, la victoria moral fué del *Monitor* porque durante el combate su poco calado le permitía moverse con libertad y huir de los espolonazos del *Merrimac* metiéndose por sitios donde él no podía penetrar sin peligro de encallar, y por otro camino volvía á salirle al encuentro, de modo que es indudable que el *Monitor* tenía mejores condiciones para moverse con libertad; además, el haber quedado indeciso el combate cuando tan fácil le fué el día anterior á la *Merrimac* derrotar á cinco buques, ya dice bastante en favor del *Monitor*, que, sobre todo, para esta clase de guerra de ríos y costas, con aguas poco profundas, demostró evidente supremacía.

Construyéronse en los Estados Unidos otros muchos buques del tipo *Monitor* y también se imitaron algunos en Europa por aquél tiempo. De su disposición puede dar idea el corte transversal y vista lateral que están representados en la figura 6. El casco es de hierro, de escaso cala-

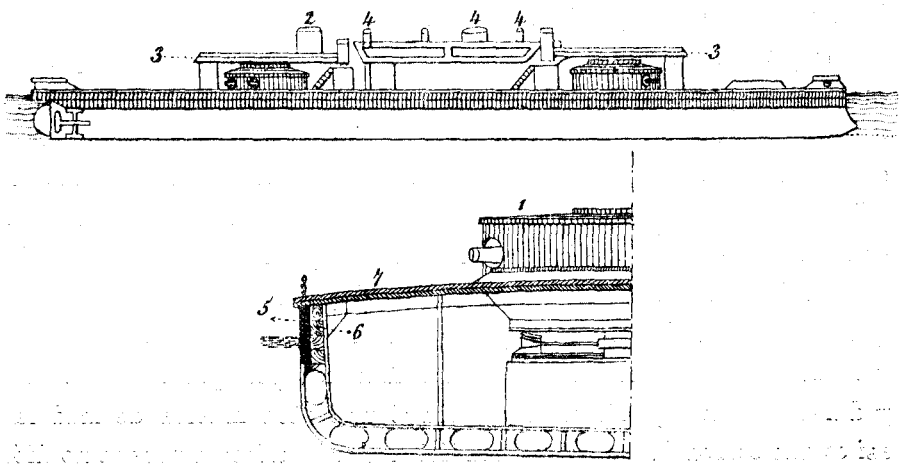


Fig. 6.

do y la obra muerta reducida á una altura mínima; la coraza de flotación (5) de plancha gruesa, como es preferible, ó de varias planchas más delgadas superpuestas, según se hizo al principio por falta de elementos para la fabricación de las de mayor espesor, vá sobre un robusto *almohadillado* de madera (6). Sobre la coraza de flotación, que corre á todo lo largo del casco, viene á apoyarse el blindaje del puente superior (7) de espesor reducido, como que no está destinado á resistir más que á proyectiles que choquen con él en dirección muy oblícua. En el plano diametral del buque van las torres giratorias (1), fuertemente acorazadas, armadas con dos cañones de grueso calibre colocados paralelamente entre sí y que asoman por las correspondientes portas; las torres sólidamente cimentadas en la bodega, llevan un mecanismo de giro que permiten tirar en todas direcciones. No lleva el buque más armamento que los cuatro cañones gruesos de las dos torres y por encima de la cubierta, muy baja, sin bordas que están substituídas por ligeras barandillas de hierro, y que por lo tanto es barrida por las olas, no asoman, además de las torres, más que las chimeneas de la máquina (4), un mástil de señales, un ligero puente volante (3) para dirigir la maniobra y la caseta de combate del comandante (2) ligeramente acorazada.

Este nuevo tipo de buque de guerra, aunque dió buen resultado en una guerra de costas y grandes ríos, no reunía todas las condiciones necesarias para la navegación en alta mar.

Los norteamericanos se empeñaron en demostrar lo contrario, para lo cual construyeron después de la guerra separatista, en 1866, dos monitores de grandes dimensiones, de los que enviaron uno á Europa y otro á dar la vuelta por el cabo Hornos, desde Nueva York á San Francisco. El *Miantonomoh* atravesó el Atlántico con felicidad, aunque hay que tener en cuenta que iba escoltado por otros buques que le proveían de carbón y le hubieran auxiliado en caso de avería ó peligro, lo que demostraba que no podía subsistir con sus propios medios al separarse de las costas, y el *Monadnok* recorrió toda la costa de América, pero provisionalmente, y durante la navegación se le construyó una obra muerta de madera, así es que estaba fuera de las condiciones ordinarias; la prueba no dió, pues, un resultado concluyente y desde entonces quedó considerado el

monitor como buque propio para defender y atacar las costas, pero no para la navegación y combate en alta mar, y últimamente el combate naval de Lissa, donde tomó parte un buque de esta clase, el *Affondatore*, que no dió resultado satisfactorio, vino á hacer variar nuevamente el rumbo de las ideas en este asunto.

La batalla naval de Lissa, entre la escuadra italiana mandada por el almirante Persano, y la austriaca al mando del almirante Tegethof, forma jalón histórico en el desarrollo de la marina acorazada y merece por lo tanto que le dediquemos una atención especial. Los italianos habían construído en pocos años, desde 1861, buques de hierro de tipos análogos á los ingleses y franceses, unos con coraza completa, otros semejantes al *Warrior*, alguno con reducto y faja de flotación y no faltaba ni la representación, ya mencionada, del tipo *Monitor*. En cambio la marina austriaca no contaba más que con buques antiguos, algunos de ellos transformados por la adición de una coraza de 10 á 12 centímetros de espesor y por la colocación de un espolón de hierro fundido.

El 20 de julio de 1866 se hallaba la escuadra italiana atacando á la isla de Lissa, frente á la costa de Dalmacia, cuando tuvo aviso, por los buques exploradores, de la presencia de la escuadra austriaca: ésta se presentaba en una formación, que más adelante veremos, que se llama ángulo de caza, ó lo que es lo mismo, en *cuña*, es decir, delante un buque que aquí era el *Ferdinand-Max*, el buque de mejores condiciones, y detrás, escalonados, formando un ángulo, los demás buques, hasta seis acorazados, y detrás otra segunda línea, también en ángulo saliente, formada por fragatas de hélice con el *Kaiser*, navío de dos puentes, en cabeza, y detrás los demás buques menores. La escuadra italiana hizo frente con sus diez acorazados, que primeramente presentaron la proa al enemigo, pero después viraron á estribor para presentar sus costados de babor, único modo de hacer uso de sus cañones, colocados todos en las dos bandas, excepto uno ó dos de pequeño calibre que iban á proa y popa. De este modo dispuestos, hicieron varias descargas á la escuadra austriaca, que se aproximaba á todo vapor y que cometió un pequeño error contestando al fuego; pero en seguida lo suspendió, lanzándose por el intervalo entre el *Re d'Italia* y el *Ancona*, y volviendo inmedia-

tamente con una virada de 180° se mezclaron los buques de las dos escuadras, empeñando una lucha desordenada: el *Re d'Italia* fué echado á pique por el *Max*, á consecuencia de un espolonazo, el *Kaiser*, buque de madera, intentó hacer lo mismo con el *Re di Portogallo*, pero como era de dos puentes y no llevaba verdadero espolón, el choque con la roda no bastó para echarlo á pique, aunque le causó averías, pero fué á costa de grandes desperfectos en el buque agresor; otro buque, el *Palestro*, recibió una granada por una porta, se produjo un incendio y como consecuencia, la voladura; el monitor *Affondatore* sólo sufrió algunas averías, pero al retirarse se fué á pique en el mismo puerto de Ancona, por cierto que luego han logrado sacarlo á flote y hoy forma parte de la marina italiana. El combate fué esencialmente de artillería, pues se cruzaron unos cuatro mil disparos por cada parte, pero el efecto sobre las corazas fué nulo, y esto se explica en los buques italianos, porque los austriacos sólo llevaban cañones Paixhans y algún cañón rayado de 15 centímetros; pero los italianos llevaban cañones Armstrong de 8 y 9 pulgadas y el resto de 16 centímetros, y sin embargo no pudieron perforar las corazas de sólo 12 centímetros á lo más de los buques austriacos. La impotencia del cañón contra la coraza quedó, pues, manifiesta, y en cambio la importancia del espolón fué confirmada. Se demostró además que era un gran defecto de los acorazados entonces existentes el no tener armamento más que en los costados, pues debida á esto había sido la necesidad de presentar el costado de los buques al enemigo, facilitándole de este modo el empleo del espolón.

La necesidad de que la artillería naval pudiese hacer fuego en dirección paralela á la quilla, no ya como antes con unas pocas piezas de *caza* y *retirada* de escaso calibre, que obligaban á presentar el costado para hacer un fuego eficaz, sino con cañones de suficiente poder para perforar los costados de los buques enemigos, dió orígen á tres nuevos tipos de buques acorazados: 1.°, de *reducto central acasamatado*; 2.°, de *torres fijas á barbeta;* y 3.°, de *torres giratorias acorazadas.*

Sólo describiremos los tipos más característicos, pues es absolutamente imposible ni siquiera citar las variedades.

Los buques de reducto central acasamatado tienen algún parecido con el *Warrior*, y realmente proceden del *Bellerophon* (fig. 5), pero

su tipo característico es el *Hércules*, inglés, que tenía coraza de flotación completa y en el centro un reducto con cuatro chaflanes en los ángulos (fig. 7), cada uno provisto de una porta, dispuesta de modo que pueda por ella asomar el cañón más inmediato del costado, y hacer fuego en una dirección, no completamente paralela á la quilla, pero que se

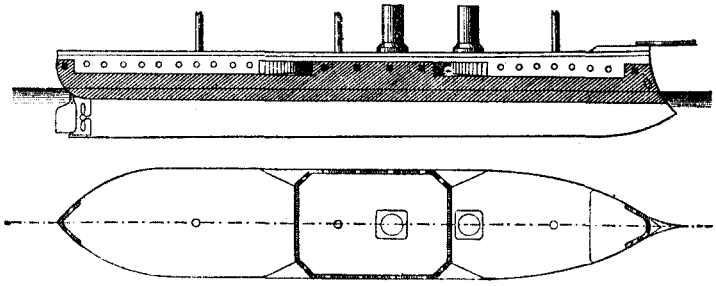


Fig. 7.

le aproxima bastante. La *obra muerta* viene á estar en parte retirada con relación á la *obra viva* y la disposición puede compararse con la independencia entre el trazado de los parapetos y el de las escarpas, que forma en fortificación el principio de Choumara.

Tiene el reducto ocho piezas y el cañón extremo de cada costado se puede trasladar al chaflán contiguo; los cañones son de avancarga, de 25 centímetros y 18 toneladas; se colocó la quilla de este buque en 1866 y se concluyó en 1868; la coraza es de 229 milímetros en el centro de la faja de flotación, reduciéndose á 152 milímetros en las extremidades; los costados del reducto tienen 203 milímetros y los tabiques que lo cierran hacia proa y popa 127 milímetros; su desplazamiento es de 8700 toneladas y tiene buenas condiciones de navegación.

Inglaterra ha llegado á tener catorce acorazados de este tipo de reducto central, entre grandes de 8000 á 9000 toneladas y pequeños de 4000 á 6000, pero con notables variantes en la organización, en los detalles de la batería y en el número de piezas que pueden tirar *en caza*. También otras marinas tienen buques de este tipo, en especial las de Alemania, Austria-Hungría, Chile y la República Argentina; pero hoy ya no se construyen.

El segundo tipo, el de *torres fijas á barbeta*, tuvo su orígen en Fran-

cia hacia 1868 con el *Océan*, que dió nombre al tipo, pero este puede considerarse más exactamente representado por el *Marengo* (1872).

El buque, que era de madera, tenía una coraza de flotación de 20 centímetros y un reducto central rectangular con espesor de 16 centímetros. En los cuatro ángulos del reducto había otras tantas torres semicirculares, salientes y voladas, con coraza de 16 centímetros, en cada una de las cuales estaba montado un cañón de 27 centímetros sobre cureña giratoria, que permitía un campo de tiro horizontal de 180°. De este modo se podía tirar en caza con dos piezas y con otras tantas en retirada, las cuales podían también hacer fuego respectivamente á babor y estribor, fuego que era reforzado por los cuatro cañones de 24 centímetros que iban en la batería del reducto, los cuales podían tirar dos á cada costado. Este tipo fundamental, muy reproducido en Francia, ha sido sucesivamente modificado y mejorado en sus variantes; *Richelieu* (1873) y *Redoutable* (1876), y puede considerarse como el orígen de los modernos buques de torres á barbeta.

Los buques de torres giratorias, que se relacionan en parte con los *monitores* americanos, se adoptaron en Inglaterra á propuesta del capitán Coles, que ya antes de la construcción del *Warrior* había propuesto para la defensa de las costas una especie de balsa ó batería flotante con cinco ó seis cúpulas alineadas en el plano diametral del buque. También propuso aplicar las torres á los buques de alto bordo, y con arreglo á sus ideas proyectó en 1865 el *Royal Sovereing*, que tenía las cúpulas en el eje del buque y una superestructura volante de obra muerta que se podía quitar al disponer el zafarrancho de combate. El proyecto no fué aceptado, pero el almirantazgo inglés encargó al célebre é inteligente ingeniero naval Mr. Reed, que tanta parte ha tenido en el desarrollo y progresos de la marina acorazada, los planos de un buque de torres giratorias, bien organizado para el ataque y la defensa y que debía tener al mismo tiempo buenas condiciones de habitabilidad y de navegación. Este buque, que es el *Monarch* (1868), tiene (fig. 8) coraza de flotación de 3 metros de altura y 178 milímetros de espesor en el centro, que se reduce gradualmente hasta ser de 127 milímetros en las extremidades. En el centro, la coraza se levanta para formar los costados de un reducto acorazado de 178 milímetros, con tabiques transversales de 102

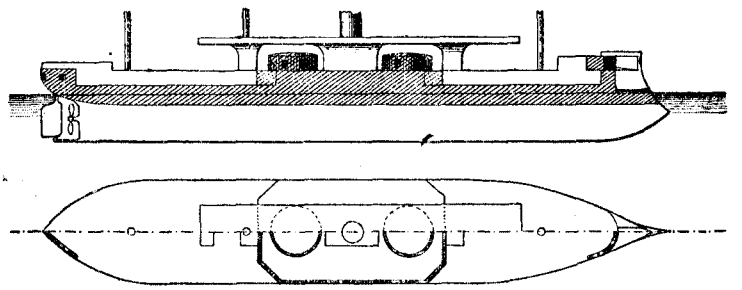


Fig. 8.

milímetros, que encierra y protege las máquinas, y encima dos torres para dos cañones de 12 pulgadas y 25 toneladas cada una y coraza de 25 centímetros, las cuales tienen 8 metros de diámetro exterior y descansan sobre el reducto al nivel del puente superior. Encima de las torres hay una superestructura cuyo piso está á 8 metros sobre el agua. A proa y popa se levantan unos escudos para proteger á unos cañones de caza y retirada, pues aunque en principio la torre era para tener fuego en dirección de la quilla, como se intercaló entre las construcciones de la cubierta del buque, sólo podía hacerlo con alguna oblicuidad sin llegar á la dirección exacta del eje.

No aprobó el capitán Coles la organización que se dió al *Monarch*, pues, en su concepto, no respondía á las ideas por él substentadas, y así, para darles satisfacción, se construyó más adelante, con arreglo á un proyecto que el mismo Coles redactó en colaboración con el ingeniero Mr. Laird, conocido ya como especialista en la construcción de monitores, el *Captain*, que navegando á la altura del cabo de Finisterre, en la costa de Galicia, dió la voltereta el 16 de septiembre de 1870, ahogándose la tripulación, excepto cinco hombres que á nado pudieron ganar la costa; se abrió una información para averiguar las causas del siniestro, y se averiguó que se habían variado durante la construcción algunos detalles y que el buque no tenía la estabilidad que se había calculado, á consecuencia de una sobrecarga no prevista en los planos, de más de 800 toneladas, que había hecho subir en medio metro la línea de flotación, por lo cual había emprendido la navegación en malas condiciones.

A pesar del desastre del *Captain*, como de la información se dedujo

que no había sido causado por defectos inherentes al tipo, sino á deficiencias en la construcción, que le habían hecho perder condiciones de estabilidad, se siguió imitando el *Monarch*, porque de los tres tipos fundamentales que acabamos de examinar, era el que, á las mejores propiedades como buque de combate, reunía otras muy aceptables para la navegación, merced á las buenas proporciones de su casco, á sus tres palos con vergas, es decir, arboladura de fragata, y á su desplazamiento de 9000 toneladas, lo que le prestaba buenas condiciones como acorazado de escuadra, ó buque de combate, y con arreglo al mismo tipo se construyó el *Neptun* en la misma Inglaterra, en Alemania el *Preussen*, el *Friedrich der Grosse* y el *Grosser-Kurfürst*, y en el Brasil el *Independenzia*. Todos estos buques pertenecen al tipo *Monarch*, pero no son exactamente iguales en todas las dimensiones y detalles, pues á no ser en los casos en que una misma nación construye á la vez dos ó más buques con sujeción á un proyecto único, lo que es poco frecuente, nunca deja de haber variación de unos á otros, porque siempre hay modificaciones debidas á perfeccionamientos introducidos en el casco, la coraza, el armamento, etc., que hacen que no sean copias exactas del buque tomado como modelo, y sólo se pueden considerar como tipos semejantes.

Pero al mismo tiempo que estos buques se construían, aumentaba la artillería los calibres de las piezas, y por lo tanto la potencia perforante, y esto sobre todo en los cañones ingleses, porque aunque las velocidades iniciales eran de 400 á 420 metros, al aumentar los calibres aumentaba la potencia en relación cúbica con el calibre, y por lo tanto la perforación, y esto obligó á aumentar el espesor de las corazas, que en el *Hércules* fué ya de 9 pulgadas inglesas (23 centímetros), y sucesivamente se aumentaron á 10, 10'5 y 11 pulgadas, y al poner la quilla del *Devastation*, un nuevo buque de torres de tipo algo distinto que el *Monarch*, al que pertenecen el *Thunderer*, *Dreadnought* y *Pedro el Grande* (ruso), se llevó ya el espesor de la coraza á las 12 pulgadas inglesas, tanto en la flotación como en las torres.

El *Devastation* (1871) (fig. 9), cuyos planos fueron modificados al emprender su construcción como consecuencia del desastre del *Captain*, tiene una faja acorazada completa de 305 milímetros en los costados y 203 milímetros en los extremos, encima de la cual va un puente hori-

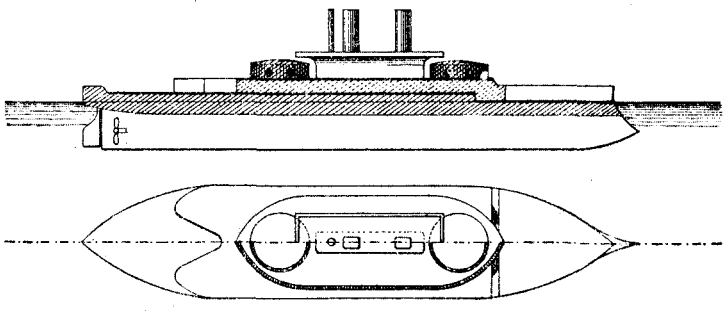


Fig 9.

zontal blindado de 76 milímetros que soporta un reducto acorazado de 254 milímetros en los costados y 305 milímetros en sus caras curvas, que á su vez tiene un puente blindado encima de 51 milímetros, el cual sostiene las dos torres acorazadas giratorias de 305 milímetros de espesor, armadas con cañones de 12 pulgadas y 35 toneladas. Entre las dos torres hay un puente volante á 8 metros sobre el agua y las obras muertas que se levantan por encima de la faja acorazada, envuelven por completo al reducto y llegan al nivel de su cubierta; en la parte posterior se terminan en una forma especial, dejando una popa baja, á sólo 1'20 metros sobre el mar. Las torres pueden hacer fuego á proa y á popa, lo cual es una ventaja sobre el tipo *Monarch*, porque en el nuevo tipo se puede hacer uso de mayor campo de tiro, gracias á que la arboladura se ha suprimido, ó mejor dicho, se ha reducido á un mástil ó palo de señales, distando mucho de la arboladura que tenían antes todos los buques de guerra. Esta supresión de la arboladura se discutió mucho, pero no hay duda de que su existencia tiene inconvenientes, porque es una masa grande que presenta un blanco fácil de destruir por los proyectiles, y además todos los cables que forman aparejo con las velas si caen al agua son fácilmente atraídos por la hélice y constituyen un entorpecimiento para la marcha durante el combate, llegando á veces á impedir todo movimiento.

Como siguió aumentando el poder de la artillería, no tardó en surgir la cuestión de la utilidad de la coraza, que ya había llegado á un pié inglés de espesor en el *Devastation*, *Thunderer* y *Pedro el Grande*, pues las velocidades iniciales que en 1870 apenas llegaban á 400 metros, alcanzaron poco después los 450 y hacia 1875 los 500, y en estas con-

diciones se imponía la necesidad de aumentar el espesor de las corazas, y como al mismo tiempo el tonelaje había aumentado, porque de 9300 toneladas que era en el *Devastation* había llegado á 10.800 en el *Dreadnought*, que de 305 milímetros de coraza había pasado á 355 milímetros, y para aumentar aún más el espesor de las corazas tenía que exceder el desplazamiento de 11 ó 12.000 toneladas, y así cuando se trató de construir en Inglaterra un nuevo buque más poderoso y más potentemente armado que los anteriores, se discutió mucho acerca de si convenía conservar la coraza entera de flotación, ó substituir la protección de ésta por otros medios que ya se habían propuesto, como el establecimiento de un puente blindado horizontal, por debajo de la línea de flotación, y la subdivisión del casco en células, rellenando de corcho las que están en contacto con los costados. No insistiremos aquí en esta organización protectora del casco, que hemos de estudiar más especialmente en capítulo aparte; por ahora nos basta con indicarla y hacer constar su aparición en el *Inflexible*, que fué botado al agua en 1876. Lleva, pues, este buque de combate (fig. 10) un reducto central ó ciudadela de forma

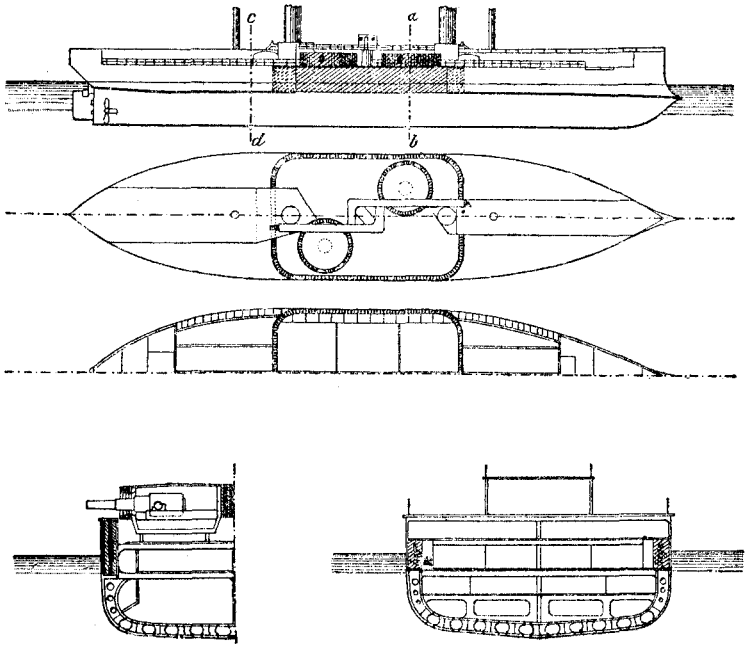


Fig 10.

rectangular, acorazado con 61 centímetros de hierro forjado en dos planchas superpuestas, que encierra las máquinas, pañoles y demás *partes vitales*, y en las extremidades, sin acorazar, la protección está confiada al puente horizontal de 76 milímetros de hierro y al *cofferdam* en compartimientos-estancos. Sobre el reducto van dos torres giratorias acorazadas de 41 centímetros de espesor con dos cañones cada una, de 40 centímetros y 80 toneladas, del sistema Fraser ó sea de la construcción de Woolwich, de avancarga, con tubo de acero y manguitos de hierro forjado. Las dos torres no están como en los tipos *Monarch* y *Devastation* alineadas en el eje del buque ó sea en el plano vertical que pasa por la quilla, sino que se presentan en diagonal sobre el rectángulo que forma el reducto, por cuyo medio puede hacerse fuego á un tiempo con las cuatro piezas en caza, en retirada, por babor ó por estribor.

La figura 10 representa este buque, que forma época en la construcción militar naval. Además de la elevación ó vista lateral del barco, que muestra el reducto central, las torres, las obras muertas por delante y detrás del reducto, las pasarelas superiores de comunicación, las dos chimeneas y los dos palos militares, hay una proyección horizontal superior, un corte horizontal por la línea de flotación, y dos cortes transversales, uno *a b* á la izquierda por el reducto y una torre, otro *c d* á la derecha que muestra la organización del casco con su *salvavidas* de corcho, el puente horizontal á unos 2 metros por debajo de la línea de flotación y el *spardeck* ó puente alto establecido por encima de la cubierta.

La Marina italiana, que al constituirse el reino en 1861 formó rápidamente una marina poderosa, sufrió el desastre de Lissa en 1866, por consecuencia del cual se vió durante diez años en gran decadencia; pero pasado este tiempo los hombres de Estado reconocieron que una nación peninsular, en situación tan privilegiada en el centro del Mediterráneo, colocada entre las otras dos penínsulas, la Ibérica y la de los Balkanes, y dominando el paso entre Sicilia y Túnez, necesitaba contar con un poder naval importante, lo mismo que hicieron los romanos cuando, ya dominada toda la península al disponerse á conquistar la Sicilia, se encontraron con los cartagineses en su camino y tuvieron que crear una marina que lograron organizar merced al cónsul Nepos Duilius, vencedor de la armada cartaginesa en Mylos. Así los italianos vie-

ron la necesidad de poseer una marina poderosa para dominar en el Mediterráneo y por esto querían buques de combate que fueran los más potentes de los que hasta entonces habían existido, y á esta idea debió su origen el *Duilio* que lleva el nombre del cónsul que obtuvo la primera victoria naval, nombre que revela la tendencia y aspiraciones de los italianos.

El *Duilio* pertenece al tipo del *Inflexible*; con reducto central (figura 11), pero éste, en vez de estar acorazado con dos planchas de hierro forjado, lleva una sóla de acero dulce Schneider de 50 centímetros de espesor, que con menos peso dan mayor resistencia. Las dos torres, ar-

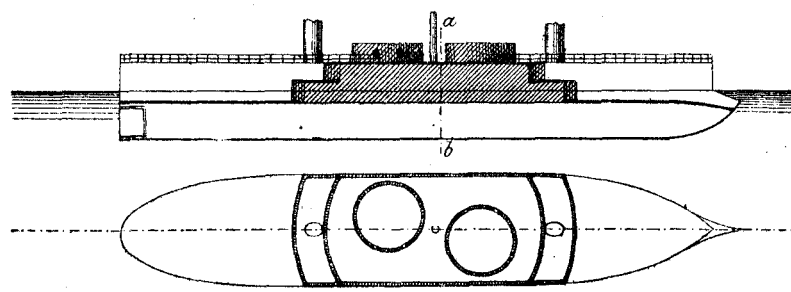


Fig. 11.

madas con cañones Armstrong de 100 toneladas (45 centímetros) de avancarga, están también colocadas oblícuamente, pero no tanto como en el *Inflexible*, porque tiene el buque menos manga que éste y en cambio las torres son de mayor diámetro, así es que no se aprovechan para el tiro en dirección de la quilla más que tres de las cuatro piezas y no las cuatro como en el *Inflexible*, pero por lo demás toda la organización del buque es muy semejante, y pertenece por lo tanto al mismo tipo, así como otro acorazado italiano, el *Dandolo.*

Nuevo tipo, ya bastante distinto del *Inflexible*, es el *Italia* (fig. 12), botado en 1880, que realiza por completo las ideas del almirante Saint-Bon y del ingeniero Brin, creadores de la nueva armada italiana. Sus caracteres fundamentales son: abandono ó supresión de toda coraza vertical de flotación; flotación y protección de las obras vivas aseguradas por un puente blindado submarino (véase el corte *e f*) y un entrepuente organizado como balsa; armamento de cuatro cañones de 100 toneladas, montados dos á dos en plataformas giratorias é instalados en el puente superior en un reducto á barbeta acorazado con planchas inclinadas. La

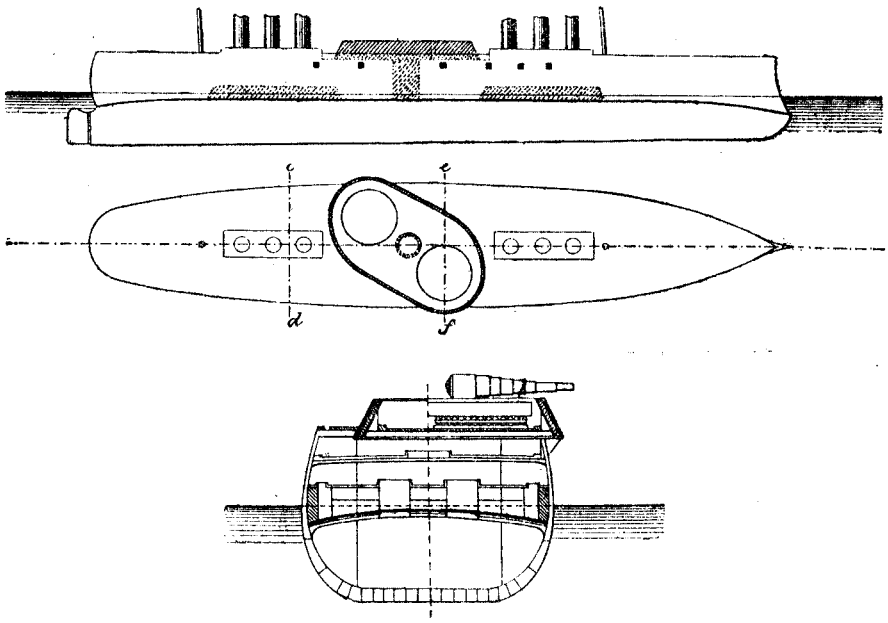


Fig. 12.

velocidad es de 17 á 18 nudos, obtenida por medio de potente máquina (seis chimeneas) y el desplazamiento alcanza á 14.000 toneladas.

En las construcciones navales de la misma época, en Francia se adoptaron disposiciones que en parte son análogas á las del *Italia*, pero que más bien puede decirse que derivan de los tipos anteriores ya mencionados, con torres á barbeta. El *Amiral Duperré* (fig. 13) es un acorazado

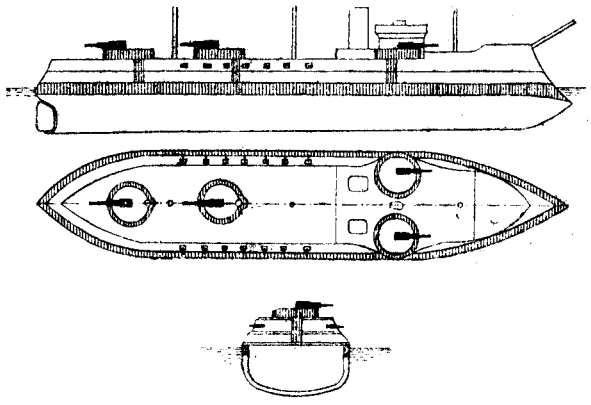


Fig. 13.

de escuadra de 11.000 toneladas, con coraza de flotación completa y muy resistente, 55 centímetros de hierro, encima de la cual hay dos puentes ó pisos sin acorazar, de los cuales el superior lleva una batería corrida, como la de las antiguas fragatas, armada con siete cañones de 14 centímetros á cada banda. Encima de la cubierta superior hay cuatro torres á barbeta, que cada una de ellas va armada con un cañón de 34 centímetros de 48 toneladas. Estas torres van dispuestas, como se vé en la figura 13, dos hacia proa, algo voladas á los costados, y que permiten que ambas piezas tiren en caza directa, y otras dos en el eje del buque, hacia popa, de las cuales una puede hacer fuego en retirada, y la disposición es tal que tanto á babor como á estribor pueden hacer fuego tres piezas al mismo tiempo. En el *Formidable* y en el *Amiral Baudin* sólo hay tres torres barbetas y otros tantos cañones de grueso calibre, los tres en el eje, y en el *Marceau*, *Magenta* y *Neptune* (fig. 14), las cuatro piezas grue-

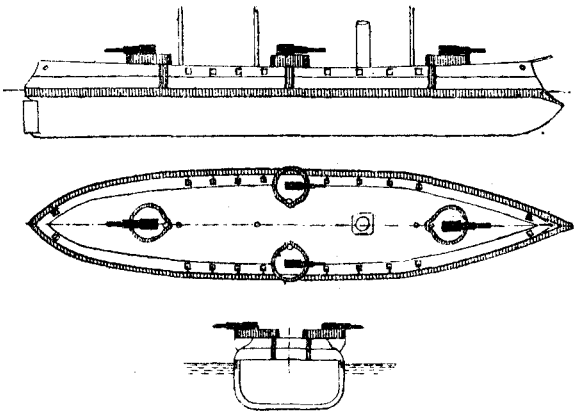


Fig. 14.

sas (cuatro de 34 centímetros ó dos de 34 centímetros y dos de 27 centímetros), ocupan los vértices de un rombo, lo que distribuye mejor los fuegos. En algunos buques más modernos, *Bouvines*, *Brennus*, *Charle-Magne*, las piezas gruesas y las torres á barbeta se reducen á dos, una á proa y otra á popa, pero en cambio la artillería de calibre medio va protegida por corazas de acero de espesor reducido. Nuestro *Pelayo* era, cuando se construyó, casi idéntico al *Marceau*, con dos cañones de 32 centímetros y dos de 28 centímetros.

El *Inflexible*, así como el *Devastation*, *Thunderer* y lo mismo los italianos *Duilio* y *Dandolo* llevan cuatro cañones de muy grueso calibre y algunas ametralladoras en las cofas, así es que hay un salto violento desde la artillería gruesa á la muy pequeña, y esto no sucede en los buques franceses, pues en éstos, como ya hemos dicho, por debajo de la cubierta superior hay una batería semejante á la de las fragatas de vela y hélice, en la cual se colocan de 14 á 16 piezas de calibre medio, como lleva nuestro *Pelayo*, disposición que han aplicado también italianos é ingleses en sus tipos más recientes, comprendiendo que con solo cuatro cañones de grueso calibre no está bien armado un buque sino tiene otra artillería algo menor, y hoy con más razón, que con la carga simultánea y cartucho metálico ha llegado á ser tal vez el elemento más poderoso, porque los cañones grandes difícilmente aprovechan el corto número de disparos que les es dable lanzar y los otros pueden hacer fuego más rápidamente y producirán más efecto contra las partes no protegidas, que hoy son muchas en todo buque.

Después de la construcción del *Inflexible*, que fué, como se ha dicho, en 1876, reprodujo la Marina inglesa el mismo tipo, pero con dimensiones más reducidas, 8 á 9000 toneladas en vez de 12.000, y por lo tanto con armamento algo menos potente y espesores de coraza menores, en el *Agamemnon*, *Ajax*, *Edinburgh* y *Colossus*, construídos desde 1879 á 1882; pero desde este último año empezó la construcción de seis buques de tipo casi uniforme llamado *Admiral*, por llevar nombres de célebres almirantes ingleses. Estos buques difieren entre sí en el armamento; uno lleva cañones de 30'5 centímetros ó 12 pulgadas inglesas, otros de 14 pulgadas, y uno, que es el *Benbow*, de 16 pulgadas, de 110 toneladas, todos de retrocarga según el modelo de 1884. Los seis buques se parecen al francés *Amiral Duperré*, tienen en el centro coraza vertical de flotación (fig. 15) y encima puente blindado horizontal, formando un reducto que protege las máquinas y las calderas; las extremidades de proa y popa están simplemente protegidas por un puente blindado horizontal con *cofferdam*, como en el *Inflexible*, pero mientras que en éste el reducto central sube con su coraza hasta la cubierta superior, en los buques del tipo *Admiral* se detiene en la cubierta del sollado y la batería de seis cañones de 6 pulgadas y 4 $^1/_2$ toneladas (10 piezas en el *Benbow*) que

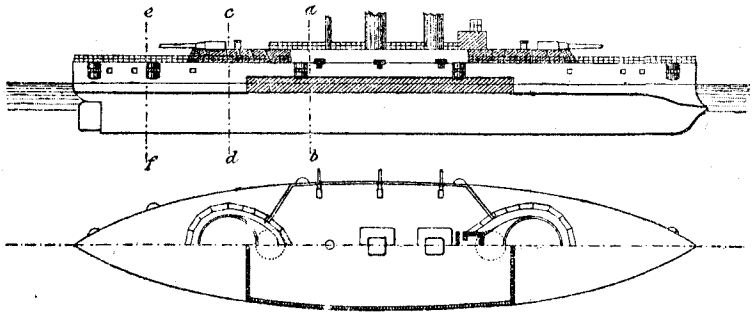


Fig. 15.

va encima, no está acorazada. Sobre la cubierta superior van dos torres á barbeta, con coraza inclinada de metal *compound* de 35 $^1/_2$ centímetros de espesor, una hacia proa y otra hacia popa, armadas cada una con dos cañones de 12 ó de 13 $^1/_2$ pulgadas (43 y 63 toneladas respectivamente) ó con un cañón de 16 $^1/_4$ pulgadas (110 toneladas). En las cofas y cubierta superior van los cañones de tiro rápido y ametralladoras.

En el espacio de los años de 1882 á 1886 se construyeron los seis buques de este tipo *Admiral*, que son: *Collingwool*, *Rodney*, *Howe*, *Benbow*, *Anson* y *Camperdown*; pero en 1887 se volvió á las torres acorazadas giratorias, completamente cerradas en el *Victory*, que se fué á pique en 1891 por una colisión con el *Camperdown*, en el *Sans Pareil*, *Trafalgar* y *Nile*. Con este tipo se volvió á la disposición del *Inflexible*, pero abandonando las torres en la diagonal y volviéndolas á colocar en el eje del buque, una sola con dos cañones de 110 toneladas en el *Victory* y el *Sans Pareil*, dos con cuatro cañones de 68 toneladas en el *Trafalgar* y en el *Nile*. La batería de cañones de 15 centímetros (6 pulgadas y 5 toneladas) va en cubierta como en las antiguas corbetas, detrás de la torre única ó entre las dos torres y protegida de frente por una máscara de acero de algunos milímetros, y de enfilada por traveses acorazados.

En 1889 hubo en las Cámaras inglesas una discusión acerca del poderío naval de la nación, y reconocieron que comparándolo con el que representaban las escuadras francesa y rusa reunidas, contando con que en pocos años esta última nación había aumentado considerablemente su Marina de guerra, no era tal que diese una superioridad indisputable, y esto no lo podía admitir la nación que quiere conservar á toda

costa el predominio en el mar, y necesitaba que su escuadra sola superara á la de los posibles enemigos, por lo tanto el Parlamento decidió la construcción de 10 acorazados muy potentes, y éstos se llamaron buques de la *Defense Act*. Se han terminado todos desde 1892 á 1894 y de ellos, ocho son de 14.150 toneladas y los otros dos de 10.500. De los mayores, uno sólo, el *Hood*, tiene torres giratorias; los otros siete, de los cuales el que primero navegó se llama *Royal-Sovereing*, las llevan fijas á barbeta, y son además los llamados *Empress-of-India*, *Repulse*, *Resolution*, *Revenge*, *Royal-Oak* y *Ramillies:* El *Hood* tiene los cañones de grueso calibre á 5'2 metros sobre el agua, pero en los otros están á 7 metros sobre la flotación, gracias al menor peso de las torres. El acorazamiento es como en el *Inflexible* en reducto central, con la proa y la popa *protegidas*, pero el reducto, que tiene 46 centímetros de coraza en la flotación, reduce el espesor á 12 centímetros en la parte de encima, que defiende el piso que va sobre la cubierta blindada. El acorazamiento de los flancos presenta así una solución intermedia entre el tipo *Admiral*, donde había parecido insuficiente, y el del *Nile*, considerado como excesivo. Las piezas de calibre medio que van distribuídas entre un puente cubierto y la cubierta superior, tiene cada una su máscara especial.

No contenta Inglaterra con estos hermosos buques, ha construído, desde 1895 á 1898, otros diez de tipo uniforme y de 14.900 toneladas de desplazamiento, de los cuales el primero ha sido el *Magnificent*, al cual han seguido el *Majestic*, *Hannibal*, *Cæsar*, *Jupiter*, *Mars*, *Illustrious*, *Victorious*, *Prince George* y *Renow*, este último de 12.350 toneladas, y tiene ahora en construcción muy adelantada seis acorazados, tipo *Canopus*, de 12.950 toneladas; otros seis, tipo *Formidable*, de 15.000 y cuatro, tipo *Duncan*, de 14.000; todos ellos semejantes al *Magnificent*, salvo las consiguientes variantes en dimensiones y detalles. Su diferencia con el tipo *Royal-Sovereing* consiste, no en la disposición general, que es muy semejante, sino en la organización del acorazamiento; pero esta cuestión ha de ser examinada más detenidamente cuando tratemos en especial de la protección de los buques y, por lo tanto, la dejaremos por ahora á un lado.

En Francia, conservando la coraza de flotación completa, se han construído algunos buques, *Charles-Martel*, *Lazare-Carnot* y *Jaurégui-*

berry, cuya quilla se puso en 1890 y 1891, que llevan torres cerradas. Así, pues, los tipos han venido en cierto modo á uniformarse, salvo la vacilación acerca de la mejor instalación de los cañones de grueso calibre; con lo cual resulta naturalmente que las demás naciones construyen buques muy análogos, como el *Re Umberto*, *Sardegna* y *Sicilia*, y los más recientes *Ammiraglio di Saint Bon*, *Benedetto Brin*, *Emmanuele Filiberto* y *Regina Margherita*, en Italia; *Weissenburg*, *Brandenburg*, *Kurfürst-Friedrich-Wilhelm*, *Kaiser Friedrich III* y *Kaiser Wilhelm II*, en Alemania; *Retwisan*, *Tsarevitch*, *Jorge el Victorioso* y *Sebastopol*, en Rusia; *Indiana*, *Massachussetts*, *Oregon*, *Alabama*, *Illinois*, *Kentucky* y *Ohio*, en los Estados Unidos; sin olvidar los nuevos buques de combate japoneses, hasta de 15.000 toneladas, que se construyen en los arsenales particulares ingleses. Ya hemos dicho que en España el *Pelayo* es muy semejante al francés *Marceau*, con la misma disposición de las torres á barbeta, y ahora añadiremos que se reforma acorazando la batería de calibre medio, que antes estaba completamente desabrigada.

III.

Elementos que constituyen los buques de guerra modernos.

1.º—Organización del casco.

Las nociones que hemos dado en el capítulo anterior sobre el desarrollo histórico de la marina acorazada, se han reducido á una enumeración de los tipos sucesivos que han presentado los buques, siguiendo un orden cronológico, pero no hemos podido entrar en detalles de las disposiciones, y, como por otra parte, muchas de ellas son comunes á todos los tipos ó á varios de ellos, resultarán mejor conocidas por un procedimiento analítico, estudiando sucesivamente los diversos elementos. Principiaremos por la organización del casco.

Cuando empezó la construcción de los acorazados, ya llevaba la marina mercante algunos años de haber empezado á emplear el hierro para sus buques. En Inglaterra se empezó hacia el año 1840 á construirlos así, como se deduce de la biografía del célebre ingeniero naval francés Dupuy de Lôme, en que aparece que en 1842 fué comisionado á Inglaterra para estudiar la construcción de los buques de hierro. Al principio fué solamente un ensayo, porque había mucha prevención por parte de los marinos contra el abandono de la madera, pues se oponían á admitir que fuese conveniente poner á flote cascos de hierro en el agua del mar; pero aun después de admitido por la marina mercante se tardó en aplicar á los buques acorazados, y desde luego la *Gloire* era de madera, y en Inglaterra, aunque el *Warrior* era de hierro, otros buques como el *Lord Warden* y la *Repulse* eran de madera, porque se les había puesto la quilla para fragatas de hélice, y durante la construcción se pensó acorazarlos y se aprovechó el casco, pero la inmensa mayoría de los nuevos buques acorazados ingleses, desde el *Black Prince*, *Defense* y *Resistance*, botados al agua en 1861, fueron de hierro.

La construcción metálica presenta considerables ventajas, aunque al principio también ofrecía algunos inconvenientes, que hoy se han solventado; el casco presenta mayor resistencia, y sobre todo mucha más rigidez, y con el mismo tonelaje hay menos peso muerto, que se puede aprovechar si el buque es mercante para conducir más carga y pasajeros, y si es de guerra para llevar más artillería, proyectiles, carbón, etc., hasta el extremo de que en los buques de madera el peso muerto era la mitad del tonelaje, de modo que una fragata de 6000 toneladas pesaba 3000, y en los otros 3000 había que incluir los pertrechos para la navegación, incluso el carbón; en los buques de hierro se llegó á conseguir que sólo pesara el casco el 40 por 100, y cuando se ha substituído el hierro por el acero se ha llegado á obtener cascos que sólo pesan el 36 por 100 del tonelaje, consiguiendo así aumentar la provisión de carbón hasta obtener un radio de acción, ó sea una distancia total de navegación sin repostarse de combustible, mucho mayor. Así un crucero de hierro de 3700 toneladas que lleve 700 de carbón, si con el mismo tonelaje se construye de acero, podrá llevar 260 toneladas más y el radio de acción, que era de 8150 millas, llegará á 11.200.

La construcción de los nuevos buques se hizo al principio copiando simplemente la estructura de los barcos de madera; la quilla se hizo de una pieza longitudinal de hierro maciza ó hueca ó una viga tubular ó bien con un alma de plancha de hierro; las cuadernas eran también de piezas de hierro, cuya sección era una escuadra, para aumentar la resistencia, y una vez colocadas las cuadernas se ponía el forro, que unas veces era de madera y otras de hierro, lo que era ciertamente preferible porque no necesitaba calafateado, que se substituye por la operación que llaman los marinos *repicado*, que se hace por medio del martillo, aplicando más fuertemente las superficies de las tracas de hierro, haciendo así impermeable el casco. La colocación de las planchas puede ser *á tingladillo* (fig. 16) solapándose los extre-

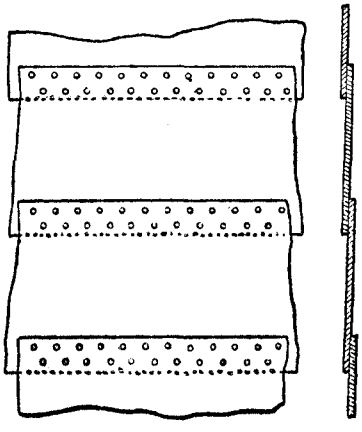


Fig. 16.

mos, *al tope* tapando las juntas con otras planchas de menor anchura (figura 17) ó *á superposición alterna* (fig. 18); de todos modos se roblona y se remacha cómo todas las construcciones de plancha de hierro.

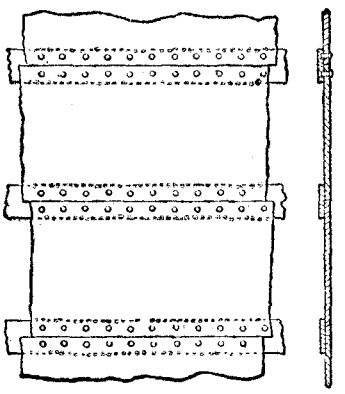


Fig. 17.

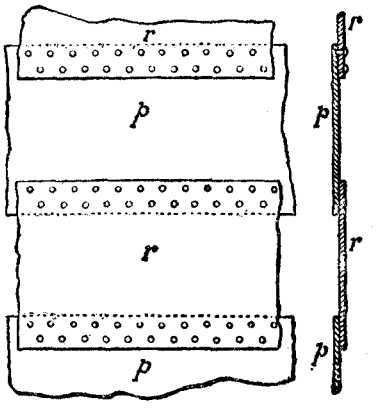


Fig. 18.

Esta era la construcción llamada transversal, con la cual, como se comprende fácilmente, el buque tenía la resistencia principalmente contra los esfuerzos transversales, pero pronto se comprendió que había desproporción entre la resistencia transversal y la longitudinal por ser mayor en la quilla que la que presentan las tracas de cuaderna á cuaderna, y entonces algunos constructores, principalmente Mr. Scott-Rusell, propusieron el sistema longitudinal, que sólo el hierro lo permite, y era el inverso del anterior; en vez de cuadernas transversales, los refuerzos del esqueleto son unas piezas de hierro longitudinales y los forros se colocan transversalmente á ellas; estas piezas longitudinales se llaman *vagras* las del costado y *esloras* si pertenecen á la armadura de los puentes y dan una construcción que presenta mayor resistencia longitudinal que transversal, aunque ésta es casi siempre suficiente, gracias á las tracas de hierro.

Con la construcción de hierro se vino á parar á los compartimientos-estancos, porque mientras se empleó la madera, como ésta flotaba por sí misma, no se notó la necesidad de precauciones extraordinarias para impedir que el buque se fuera á pique, pero con el hierro se hizo preciso adoptar disposiciones para que, aunque penetrara el agua en el casco, siguiera éste flotando, por lo menos algún tiempo, y se idearon los com-

partimientos-estancos, de tal modo que aunque se inunden cierto número de ellos el buque siga flotando y dé tiempo á una reparación provisional de la avería, al menos hasta que se pueda hacer la definitiva en el dique. Estos compartimientos los tienen también los buques mercantes para aminorar los efectos de choques y otros accidentes.

El sistema más generalizado modernamente para la construcción de buques de guerra es el llamado en Inglaterra *Bracket-system*, que es á la vez longitudinal y transversal, y consiste en formar una fuerte armazón ó esqueleto uniendo las cuadernas por unas vagras ó piezas longitudinales. Para su organización hay varios sistemas, ó bien es de una sola pieza la cuaderna y las vagras intermedias de cuaderna á cuaderna están subdivididas, ó bien las vagras son contínuas y los trozos de cuaderna empotrados de vagra á vagra son los subdivididos. En el primer caso predomina el sistema transversal, en el segundo el longitudinal, y también hay un sistema mixto, que es en la parte de obra viva la cuaderna contínua y al revés en la obra muerta, la cuaderna interrumpida y las vagras contínuas; esto puede dar lugar á una porción de combinaciones, según se necesite hacer predominar la resistencia en uno ú otro sentido. La figura 19, que representa el corte transversal de un buque moderno de acero, construído por el *Bracket-*

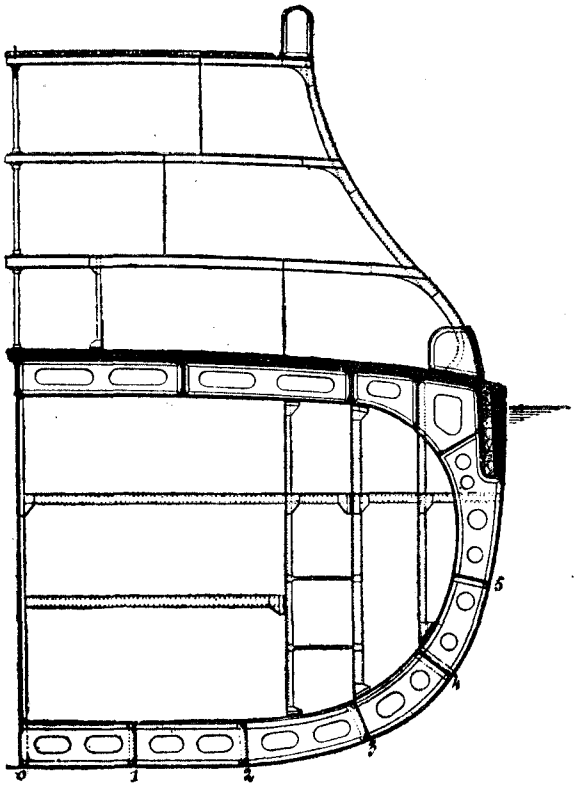


Fig. 19.

system, dará una idea de esta clase de construcción. Las vagras longitudinales van numeradas y se ven las vigas armadas de forma curva que vienen á formar una cuaderna, la *cuaderna maestra*, por ejemplo. Se vé también la diferencia muy marcada que hay entre la organización de las obras vivas, sometidas á la presión hidráulica y á todos los accidentes de la navegación, y las de las obras muertas, que puede ser más sencilla.

Subsisten, como es natural, para la constitución de los puentes y cubiertas, los *baos*, enlazados generalmente con *esloras* y sostenidos por puntales. Las cubiertas ó puentes están entarimadas de madera ó de plancha de hierro; en este caso se acostumbran á cubrir con *linoleum*. Los tabiques ó *mamparos* dividen, como siempre, los entrepuentes en cámaras, camarotes, baterías, pañoles y callejones de combate y muchos de ellos son *estancos*, lo que requiere construcción especial de las aberturas de paso, que deben cerrar herméticamente.

Por incompleta que esta reseña sea, da una idea de la construcción del casco de un buque moderno; en los buques de guerra se prefiere el *Bracket-system* porque se presta mejor á dividir el casco en compartimientos-estancos, y por la facilidad de organizar así un doble casco poniendo un forro de plancha de hierro por fuera de las vagras y cuadernas y otro por dentro, separados ambos entre sí un metro poco más ó menos, lo que facilita la organización del *cofferdam*, que veremos al tratar especialmente de la protección del buque.

El casco en los buques de madera, si había de hacer largas navegaciones y no tenía probabilidad de entrar en dique en mucho tiempo, se forraba de plancha de cobre para prevenir la suciedad y evitar que se adhirieran moluscos, que siempre tiene el agua del mar, y que agarrándose al casco acaban por llegar á ser una cantidad tan grande que terminan por disminuir la velocidad de su marcha; así ocurre que buques que en las condiciones de recien botados andan 15 ó 16 millas por hora, pierden al cabo de algún tiempo dos, tres ó cuatro millas, y hasta llegan á perder la facilidad de movimientos á causa de estos moluscos, y como si bien es cierto que los buques que no se alejan mucho de las costas nacionales, pueden limpiarse con frecuencia, no les es tan fácil á los que van á estaciones lejanas, se adoptó el forrar el casco de plancha de cobre.

Pero cuando se trató de aplicar la plancha de cobre á los cascos de hierro se observó que las dos planchas de diferentes metales metidas en el agua del mar, que los ataca, formaban una pila eléctrica y había así una acción galvánica que destruía rápidamente el casco, y como hacía falta preservar de la suciedad á estos buques destinados á navegar lejos de la Metrópoli, como los acorazados y cruceros de estación, se adoptó colocar encima del casco de hierro un forro de madera y encima el revestimiento de planchas de cobre, único modo de evitar las corrientes galvánicas. Otras veces en los buques de menos importancia se adopta el sistema llamado *composite*, es decir, *mixto* ó *compuesto*; el procedimiento consiste en cuadernas de hierro ó acero y forro exterior de madera. El sistema *mixto ó composite* para buques de 40 á 100 toneladas y destinados al servicio de vigilancia de las costas y ríos, se puede admitir porque no están expuestos á sufrir los efectos de los torpedos ni proyectiles de artillería, pero no para buques de otra importancia.

2.º—Propulsión y gobierno.

La *propulsión* de los buques de guerra es hoy exclusivamente por el empleo del vapor, y únicamente recordaremos aquí que las máquinas de vapor se llaman de baja presión cuando la tensión del vapor no excede de 1 $^1/_2$ atmósfera, de media presión cuando no pasa de 3 atmósferas, y de alta, si excede de esta cantidad; pueden ser con y sin condensador, con y sin expansión, y si el vapor, después de salir de un cilindro hace trabajar el émbolo de otro ú otros dos; se llama máquina *compound* ó del sistema Wolf. Las antiguas máquinas de balancín hoy no se emplean y las actuales son de cilindros verticales ú horizontales, obrando directamente la barra del émbolo sobre una biela, y ésta sobre una manivela que hace mover el arbol de la hélice, como antes ejercían su acción sobre el de las ruedas de paletas; otras veces son máquinas de cilindros oscilantes, ó bien el cilindro está encima y la biela mueve un arbol que está por debajo; pero de todas maneras decide la disposición que se adopta para las máquinas, que es variadísima, el espacio disponible que se tenga para colocarlas.

La hélice esencialmente es un tornillo que gira dentro del agua; la

primitiva está formada de dos medios tornillos. El fundamento consiste en la teoría conocida del tornillo y su tuerca, es decir, que si se mueve un tornillo en una tuerca fija, el tornillo avanza longitudinalmente. En el buque flotando se puede considerar el agua, á consecuencia de su tendencia al reposo, como la tuerca fija, y por lo tanto, el barco avanza en cantidades proporcionales al paso del tornillo ó hélice, y haciéndola dar gran número de vueltas por segundo se puede llegar á adquirir velocidad de consideración, esto, suponiendo la hélice completa, y así se hacía al principio, teniendo por lo menos la mitad del paso, pero luego se ha comprobado que no era necesario y se hace únicamente de cuatro ó seis alas con la inclinación correspondiente como pertenecientes al mismo tornillo; generalmente se prefieren las hélices de cuatro alas. Se llama *radio de la hélice* el de la circunferencia descripta por un punto de las extremidades de las alas; son ventajosas las hélices de gran radio, pero existe el límite de la inmersión de la hélice. *Paso* de una hélice es la longitud del eje que corresponde á una espira completa del helizoide; conviene el paso de tres radios, pero en algunos buques de gran velocidad se ha hecho de dos radios. *Fraccción de paso parcial* es la relación entre el paso y la longitud comprendida entre dos planos perpendiculares al eje por los extremos de un ala. *Fracción de paso total* es la suma de las fracciones de paso parciales de todas las alas; viene á ser de 0'25, sea cual fuere el número de alas.

Si el agua en la cual se mueve la hélice estuviese inmóvil, el barco avanzaría por cada vuelta una cantidad igual al paso, pero como el agua es móvil, la marcha por cada vuelta es menor que el paso y se llama *avance*. La diferencia entre el paso y el avance se llama *retroceso*. *Coeficiente de retroceso* es la relación entre el retroceso y el avance, su valor es de 0'10 á 0'15 en agua tranquila; varía en sentido inverso al radio de la hélice.

La instalación de la hélice es á popa (fig. 20); el arbol horizontal de la hélice viene del interior del buque y por medio de cojinetes ó chumaceras permite el movimiento rápido de rotación que le imprime la máquina de vapor. La hélice queda como suspendida del casco y puede girar dentro del agua en un espacio libre que se le deja delante del timón.

Los buques modernos acostumbran á tener dos hélices, á ambos lados de la quilla, y algunos llevan tres.

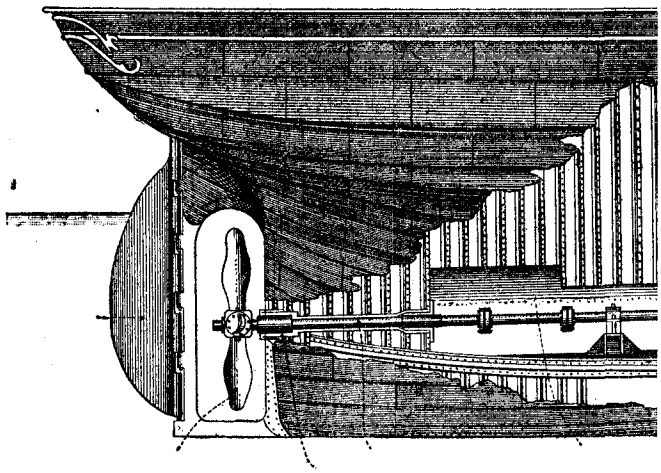


Fig. 20.

En las calderas hay que considerar la *superficie de calefacción*, que es la que se encuentra en contacto con el agua, y transmite á ésta el calor deprendido por el combustible. Las calderas son también de alta, media y baja presión, en los mismos casos anteriormente indicados para las máquinas. En la Marina se usan las calderas *tubulares*, ya las que tienen *tubos de humo*, ya las de *tubos de agua*, que presentan notables ventajas, como seguridad y pronta obtención de la presión. Hay muchos sistemas perfeccionados, que se aplican especialmente en los buques que deben tener una marcha muy rápida, como los de Belleville, Niclausse, Thornycroft, Normand, Babcock & Wilcox, Du Temple, Yarrow, Blechynden, White, Reed, todos ellos susceptibles de producir el vapor en buenas condiciones de presión. Son siempre de hierro ó acero, y no deben tener soldaduras.

Las chimeneas son de palastro y pueden ser fijas, móviles de telescopio ó móviles por abatimiento. El combustible empleado es generalmente la hulla. En la navegación ordinaria se emplea el *tiro natural*, pero cuando conviene forzar la máquina para perseguir ó escapar al enemigo se emplea el *tiro forzado*, haciendo salir con los humos gran cantidad de vapor, que aumenta el tiro considerablemente, ó recurriendo á máquinas soplantes.

Modernamente se aprecia la velocidad de los buques en millas por

hora ó lo que es lo mismo en *nudos*. La milla marina es la 60.ª parte del grado de latitud geográfica, y se dice: «un andar de tantos nudos» ó de «tantas millas por hora», teniendo en cuenta que no se debe decir «por hora» si se trata de nudos, porque el nudo es ya una relación entre el espacio y el tiempo, pero si se indica el andar en millas, hay que expresar el tiempo.

El timón ya hemos visto cómo funciona: aquí sólo diremos que hoy se construye de plancha de hierro con refuerzos; las dimensiones son en proporción con el plano ó *rectángulo de deriva*, que es el que tiene por base la eslora del buque y por altura el calado medio. La relación de la superficie del rectángulo de deriva con la sumergida del timón, viene á ser, por término medio, de 40 á 1, ó sea que la pala del timón tiene 2,5 por 100 del plano de deriva; en los buques de guerra es mayor la parte sumergida, para hacer más rápidos los cambios de dirección, y en los vapores trasatlánticos es menor.

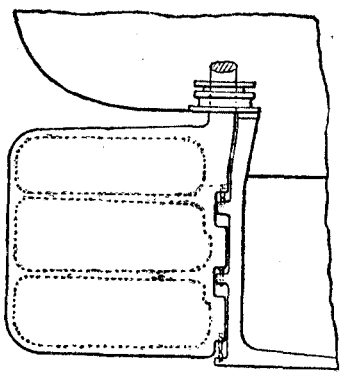


Fig. 21.

El *timón ordinario* (fig. 21) está suspendido por medio de herrajes, en forma de goznes, á la parte posterior del codaste que le sirve de eje; la pala está toda detrás del eje vertical de rotación. Con esta disposición se necesita un esfuerzo muy considerable en el extremo de la caña para mantener el timón en los ángulos muy pronunciados. No sucede así con el *timón compensado* (fig. 22), en el cual los $^3/_8$ próximamente de la superficie de la pala están por delante del eje vertical, y el punto de aplicación de la resultante de las presiones ejercidas por los líquidos está muy próximo al eje de rotación; basta, por lo tanto, un esfuerzo moderado para mantener el timón en los ángulos extremos, y así se puede aumen-

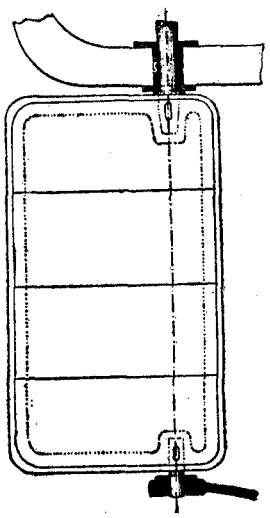


Fig. 22.

tar la superficie de la pala y mejorar las cualidades giratorias del barco. El empleo de motores de vapor y de agua bajo presión, para maniobrar el timón, ha hecho menos sensible la superioridad del timón compensado, pero aún así es ventajoso ponerlo en los buques de gran marcha.

Las palas de timón son de acero forjado ó fundido. Las muy grandes tienen esqueleto de hierros en U y en escuadra y forro de palastro. En los buques de forro de cobre, el timón se hace de bronce fosforoso ó de bronce de cañón.

La maniobra hoy ha variado mucho de lo que era en los antiguos buques de madera, y en vez de un aparejo de cuerdas con poleas, que permitía mover la caña desde una rueda vertical con unos puños ó mangos para su manejo, se hace por medio de motores de vapor ó hidráulicos, que ya veremos se emplean en los buques para muchos servicios, y que en este caso permiten manejar con muy poco esfuerzo el timón de los buques modernos.

3.º—Aire, agua y electricidad á bordo.

La VENTILACIÓN de un buque consiste en la expulsión del aire viciado y su substitución por aire puro. Es indispensable para conservar la salud de la tripulación, para evitar que se deterioren los víveres, para extraer los gases combustibles que se desprenden del carbón de piedra, para evacuar el aire calentado por las máquinas y tubos de vapor; por fin, es también necesaria para proporcionar á los hornos de las calderas el aire suficiente para la combustión. La presencia del puente blindado con muy pocas aberturas, la multiplicidad de los mamparos-estancos que subdividen el buque en infinidad de compartimientos separados, son obstáculos que se oponen á la circulación del aire, y obligan á estudiar con cuidado la ventilación.

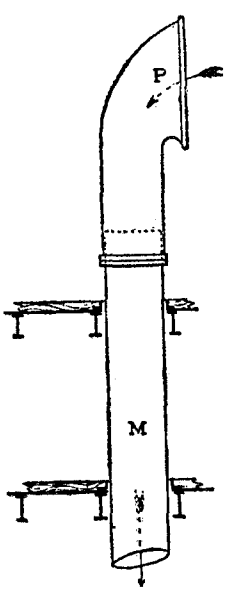


Fig. 23.

Por encima del puente blindado basta generalmente con la ventilación natural; el aire fresco entra por claraboyas ó por mangas de viento (fig. 23), que toman el aire por encima de la cubierta; el aire

viciado sale por tubos de palastro, que van á parar alrededor de la chimenea, cuyo calor es causa de un tiro que produce llamada de aire. Debajo del puente blindado se necesitan medios de ventilación artificiales, se aspira el aire viciado por medio de chimeneas ó de ventiladores, y el aire puro entra por los conductos dispuestos al efecto, que comunican con el exterior; también se puede inyectar el aire fresco en los compartimientos, y el aire impuro sale por las chimeneas que para ello se disponen. De ordinario se prefiere la ventilación por aspiración; sólo en el departamento de las calderas, donde á veces conviene una ligera compresión para activar la combustión, se emplean los ventiladores de inyección ó máquinas soplantes. Uno de los aparatos de ventilación más sencillos é ingeniosos consistente en las mangas provistas de aspiradores muy semejantes al *giffard*, que sirve para alimentar de agua las calderas de vapor, utilizando el viento atmosférico, para lo cual el aspirador se orienta por sí mismo automáticamente.

El SERVICIO DE AGUA á bordo es muy complejo. Tiene por objeto: primero, proporcionarse la facultad de introducir agua como lastre en las células del doble fondo, en los compartimientos laterales para enderezar el buque cuando se incline ó aumentar su estabilidad, comprometida por la disminución de la carga, consecuencia del consumo del carbón que se llevaba de repuesto; segundo, inundar los pañoles de pólvora y proyectiles en caso de incendio; tercero, tener medios de agotamiento para expulsar el agua que se haya introducido voluntariamente ó que se acumule por filtración á través de las ranuras del costado no perfectamente estanco, por una vía de agua accidental, ó por una brecha abierta en el combate; cuarto, distribuir agua de mar á los diversos puntos del barco para el lavado de los puentes, letrinas, etc., y para la extinción de incendios; quinto, distribuir agua dulce de los depósitos y de los destiladores á las cocinas, fuentes donde se provee la tripulación, etc.; sexto, disponer del agua necesaria para la maniobra hidráulica de la artillería de grueso calibre, del timón, grúas de carga, etc.

Todos estos servicios exigen la colocación de una tubería complicada, que en lo relativo al agua del mar viene á constituir un completo sistema de *drenaje*, y en lo que se refiere al agua dulce forma otro sistema análogo al de conducción de agua potable en las poblaciones.

Las bombas no bastan para extraer el agua que puede entrar por una brecha, como la que puede abrir el choque de un espolón ó la explosión de un torpedo. Los buques mejor dotados de medios de agotamiento tienen bombas que extraen 4.500 metros cúbicos de agua por hora, ó 1,25 metros cúbicos por segundo, lo que supone la cantidad de agua que entraría por un orificio de 14 decímetros cuadrados, situado á 4 metros por debajo de la línea de flotación, mientras que la brecha de espolón ó de torpedo tendria de 2 á 3 metros cuadrados.

Se emplean en los buques bombas de vapor ordinarias, bombas centrífugas, pulsómetros, eyectores, especialmente usados para la desecación ordinaria de la bodega, y bombas de mano.

Acerca de la maniobra hidráulica ya dijimos lo necesario en las *Lecciones de artillería descriptiva* (*) al hablar de los montajes de marina para cañones de grueso calibre. Lo general es que haya un acumulador hidráulico, que es un gran cilindro ó cuerpo de bomba en el que se inyecta agua bajo el émbolo, y encima de éste se colocan grandes pesos, ó bien se acciona por el vapor, haciendo que, al abrir los tubos de salida, el agua en presión vaya por ellos á ejercer su esfuerzo al punto conveniente, que unas veces se emplea en levantar la culata de los cañones para la puntería en elevación, otras para hacerlos girar, ó bien verificar la elevación de la carga en los montacargas, ó realizar esta carga introduciendo el cartucho y saquete en la recámara por medio del atacador hidráulico. También se emplea la fuerza hidráulica para otros objetos, como ocurre con frecuencia para la maniobra del timón, porque como á veces ha de estar mucho tiempo sin variar su dirección en línea recta, en prolongación de la quilla, no se necesita siempre la fuerza, y por este medio se tiene siempre una cantidad de trabajo almacenada en el acumulador, que se puede emplear en el momento preciso para que actúe sobre el timón, evitando y supliendo el trabajo de varios hombres.

Todas estas instalaciones son complicadas y dan lugar á una tubería que parte de los acumuladores y se distribuye por todo el interior del buque, y verdaderamente tiene un grave defecto este sistema, porque

(*) LECCIONES DE ARTILLERIA, *explicadas en la Escuela Superior de Guerra.*—Madrid (Imprenta del *Memorial de Ingenieros*), 1898 y 1899.—Tres tomos.—Tomo II, capítulo VIII.

la contingencia probable en un combate de la inutilización de un tubo, aunque remota, puede dar lugar á que el buque se encuentre en un momento crítico sin poder maniobrar ó hacer uso de su artillería, y es excusado decir los inconvenientes que esto puede traer consigo, y así parece que hay cierta reacción y tendencia á volver á confiar al brazo del hombre muchos de estos servicios.

Generalmente hay que alumbrar el interior del buque por medios artificiales, porque los compartimientos debajo del sollado están sin luz natural y la dificultad se solventa hoy generalmente por la iluminación eléctrica, por medio de lámparas de incandescencia, que necesitan una dinamo accionada por una máquina de vapor; pero esto no exige disposiciones especiales sino en algunos sitios, como los pañoles, y de todos modos no es una instalación especial de los buques y está dentro de los límites de las instalaciones eléctricas ordinarias, y no nos detendremos por lo tanto en su explicación.

También se puede emplear la electricidad en la distribución de fuerza, en lugar de la mencionada maniobra hidráulica, especialmente para el servicio de los cañones de grueso calibre. El primer buque que ha llevado una instalación de esta clase es el chileno *Capitan Prat*, construído en La Seyne por la compañía *Forges et Chantiers de la Méditerranée.*

La electricidad, bien aplicada, promete ventajas notorias sobre la maniobra hidráulica: menor peso de los aparatos, más reducido volúmen, mayor facilidad de resguardar, recomponer y reemplazar los conductores que los tubos, válvulas y resortes de los aparatos hidráulicos, posibilidad de la maniobra á brazo en cualquier momento en que la electricidad no funcione.

4.º—Espolón y torpedo.

Un elemento de combate con que se acostumbra dotar á los buques de guerra modernos, ó por lo menos á los de gran porte, es el *espolón*, que vimos aparecer con el *Merrimac* en los combates de Hampton-Roads. Viene á constituir el espolón una forma especial de la roda, que avanza en punta por debajo de la flotación, como se vé en cualquiera de las figu-

ras que representan buques acorazados (capítulo II). No basta que el espolón constituya una herramienta de gran resistencia que rompa el casco de un buque y abra una vía de agua, para lo que, como se ha visto tantas veces, y más en paz que en guerra, en colisiones ó accidentes fortuitos, es un arma eficacísima, sino que la dificultad está en su manejo, porque de no saberlo manejar bien, es fácil dejar escapar la ocasión. De todos modos, en Lissa, el *Re d'Italia* fué echado á pique de un espolonazo, y el *Re di Portogallo* se salvó, gracias á que el *Kaiser* no tenía espolón y sólo pudo herir con la roda, y sin embargo poco le faltó para seguir la misma suerte; pero en la guerra de Secesión de los Estados Unidos, en un combate entre cañoneras acorazadas federales y confederadas en el río Mississipí, el de Memphis (el 6 de junio de 1862), una cañonera federal y cuatro confederadas fueron echadas á pique con el espolón, y hay que tener en cuenta que de estas últimas una pereció por choque con un buque amigo, dado por equivocación, lo que es muy fácil en la confusión, que es ordinaria en los combates navales. Así, pues, hay que reconocer que el espolón es un arma de dos filos, de manejo expuesto y que hay que emplear con precaución. También hay que tomar precauciones para que su empleo no sea tan perjudicial para el buque ariete como para el que recibe el espolonazo, porque sino fácilmente el primero se causa averías que comprometen su resistencia y estabilidad; por esto se hace el espolón de acero y se refuerza además fuertemente la roda para que pueda resistir el choque. Además hay que tener en cuenta, que si el buque que recibe el choque está en marcha, ó si el choque es oblícuo, se produce una torsión, á la que debe resistir la roda. Para esto se dispone en la proa una robusta plancha horizontal, recortada de modo que sobresalga del casco por ambos lados, y sujeta fuertemente á la roda y á las vagras por medio de hierros en escuadra; sobre esta plancha se aplica y liga el espolón.

El espolón es un arma auxiliar, pero temible; su construcción es poco costosa y sólo exige los gastos de primera instalación. Las cualidades giratorias de los buques actuales son provechosas al que es atacado con el espolón; pues más fácil es evitar el choque que darlo. Así han perdido la importancia, que alguna vez se les concedió, los *buques arietes*, destinados exclusivamente á combatir por el choque, como los *Ram*,

de los Estados Unidos, y el *Polyphemus*, inglés, aunque este último también lleva torpedos y algunos cañones de tiro rápido.

El torpedo, como veremos al tratar de la defensa de las costas, fué al principio un arma esencialmente defensiva, consistente en una mina submarina con un hornillo ó recipiente, en que iba encerrada la carga de pólvora ú otra substancia explosiva, que se mantenía debajo del agua á cierta profundidad, y á la que se daba fuego por medios eléctricos cuando el buque enemigo estaba encima ó producía la explosión el choque del mismo buque por medios químicos ó píricos. La voladura del hornillo lanzaba, por la acción de los gases de la pólvora, una columna de agua, que si el barco estaba en contacto con el torpedo ó muy próximo, producía en él una abertura, que era casi siempre lo bastante grande para ser causa de la pérdida del buque.

La primera vez que en Europa se aplicaron los torpedos defensivos fué en la guerra de Crimea, empleados por los rusos en la defensa de Cronstadt, puerto del Mar Báltico en la desembocadura del Neva, que conduce directamente á San Petersburgo, y que se defendió de este modo por medio de torpedos automáticos de inflamación pírica, que dispuso el químico Jacobi. Poco después, en los Estados Unidos hicieron uso, principalmente los confederados, de los torpedos, colocándolos en el Mississipí á través del río, para impedir el paso á los buques federales, y en Charleston para defender la entrada de la bahía, porque ha sido siempre el arma del más débil. También se inició en la guerra de Secesión la idea del buque portatorpedos por medio de embarcaciones semi-submarinas, pues sólo asomaban una torrecilla fuera del agua y que casi siempre produjeron la voladura del buque federal, contra el que aplicaban el torpedo, aunque con el no pequeño inconveniente de que la voladura del buque grande causaba seguramente la pérdida del portatorpedo.

En Europa, en la guerra de 1877-1878, los rusos hicieron uso frecuentemente de los torpedos ofensivos, unas veces de los llamados *divergentes* ó remolcados, que no han hecho nunca efecto por la dificultad de ponerlos en contacto ó cerca del buque enemigo, otras veces de los llamados de *botalón*, que se llevaban á la extremidad de una percha larga, y se daba fuego en el momento de tocar al buque enemigo, empleando

más tarde también los *automóviles*, lanzados desde los buques. En la guerra mencionada, la escuadra rusa del Mar Negro, que era inferior á la turca, verificó frecuentes ataques contra ésta por medio de las lanchas torpederas, llegando á emplearlas ocho veces, de las que en dos dió el resultado de echar á pique el buque enemigo por la voladura, el acorazado *Seiki* y un crucero, y en los otros seis ataques, que no tuvieron éxito, aun así fué con pocas bajas en el personal y sin perder en todas estas acciones más que dos torpederos. Demostróse, pues, la eficacia del arma; cierto es que no había buena vigilancia en los buques turcos, sin duda por tratarse de un elemento de ataque nuevo entonces, contra el cual no había costumbre de prevenirse, y hoy no sería lo mismo; pero aun así, si se tiene en cuenta que de los seis ataques sin resultado dos fueron en pleno día, quedan cuatro de noche sin éxito contra dos que lo tuvieron, es decir, que la probabilidad de volar el buque enemigo *fondeado* resulta de uno por tres.

Después de la guerra de Oriente se empezó á generalizar la afición á crear instalaciones especiales para lanzar torpedos, prefiriendo, por lo tanto, el torpedo automóvil al que se lleva á la extremidad de un botalón, aunque sin abandonar éste por completo, por la facilidad que hay de improvisar un torpedero con una lancha de vapor, que se puede disponer para este servicio con poco trabajo. De los torpedos automóviles existen una porción de modelos, aunque el más empleado es el *Whitehead* y su variedad el *Schwartzkopf*, movidos por una hélice colocada en la parte posterior del cuerpo fusiforme que constituye el torpedo; la hélice es accionada por el aire comprimido, que sale de un depósito que forma cuerpo con el torpedo, en el que se ha inyectado el aire á alta presión; lleva una carga de algodón-pólvora que estalla al chocar con el casco del buque atacado, por medio de un artificio colocado en la punta. El torpedo sigue su marcha en dirección sensiblemente rectilínea flotando entre dos aguas, aunque modificada á veces la dirección por una porción de causas de desviación que pueden hacer fallar el torpedo. El torpedo *Berdan* se mueve por una turbina sobre la que accionan los gases producidos por la combustión de una espoleta y cuyos gases hacen el mismo efecto que el aire comprimido en el *Whitehead*. El torpedo *Howell* se mueve por un volante giroscópico, al cual, antes de lanzarlo, se comu-

nica una velocidad de rotación, que puede llegar á 20.000 vueltas por minuto. Todos los torpedos tienen disposiciones para que, si no se produce la explosión, pasados algunos minutos se vaya al fondo, pues de otro modo constituiría un peligro para el mismo buque que lo ha lanzado si en las maniobras viniera á tropezar con un cuerpo flotante tan peligroso.

Un buen torpedo susceptible de ser llevado á bordo para emplearlo en el combate con otros buques, debe tener un motor sencillo y ligero, un mecanismo poco complicado, fácil de revisar y de entretener en buen estado, mucho espacio disponible para la carga explosiva y seguridad de dirección. Debe desconfiarse de los instrumentos de precisión, que necesitan un ajuste como los aparatos de relojería, exigen contínuos y minuciosos cuidados y un personal escogido. El torpedo más generalizado es el *Whitehead* y su variante el *Schwartzkopf*.

Los torpedos se lanzan por medio de tubos, especie de cañones dispuestos á proa, popa ó en los costados del buque; antes eran de bronce, ahora se prefiere hacerlos de acero. Pueden colocarse por encima ó por debajo del agua; los torpederos y avisos-torpederos, que tienen poco calado, los llevan naturalmente por encima; los acorazados y cruceros pueden usar los dos sistemas; pero como en estos buques el torpedo es arma secundaria, se prefieren los tubos submarinos para evitar que los tubos, en la parte que sobresalen, sean acribillados por los cañones de tiro rápido antes de llegar á la distancia desde la cual se puede lanzar un torpedo con probabilidades de acertar.

Los tubos se pueden apuntar por medio de una rodilla ó rótula que permite el movimiento en sentido horizontal y hasta 8 grados en el vertical, cuatro por encima y otros tantos por debajo del horizonte. El torpedo puede ser disparado, según el tubo esté al costado, ó á proa y popa, en dirección transversal á la marcha del buque ó en su misma dirección; cuando es así, la marcha del buque no perjudica á la del torpedo y no necesita disposiciones especiales; pero si es en dirección transversal, como cuando la punta está en el agua aún participa la parte posterior del movimiento del buque, se perturba la marcha del torpedo; para evitarlo hay una barra de cremallera que al ir á disparar el torpedo se hace salir por la parte superior del tubo por medio de un piñón, y en

ella existe una ranura, en la que entra un apéndice superior del torpedo en forma de T, que lo mantiene horizontal hasta que sale de la ranura y entonces cae al agua todo al mismo tiempo.

El lanzamiento puede hacerse por medio del aire comprimido, ó de una carga de pólvora; el primero requiere una instalación costosa y complicada, y tiende á ser substituido por el segundo, por lo menos cuando los tubos no son submarinos.

En los buques grandes, acorazados y cruceros, se ponen generalmente de cuatro á siete tubos, según su importancia; á proa se pone á veces un tubo fijo, los demás se reparten de modo que, con arreglo al campo de tiro horizontal de cada uno, se pueda lanzar torpedos en todas direciones.

En los tubos submarinos hay que tomar precauciones para evitar que éntre agua en el buque al lanzar el torpedo, y en los que tiran por el costado, para que la marcha del buque no desvíe el torpedo: para ello llevan una cuchara ó semicilindro que preserva al torpedo de la acción resistente del agua hasta que ha salido totalmente del tubo.

En los torpederos, el tubo de caza va sobre cubierta, fijo, ligeramente inclinado de 3 á 7 grados bajo el horizonte. Los demás tubos, también en cubierta, son giratorios y van colocados al lado de una garita blindada, que sirve de puesto de lanzamiento; muchas veces desde una garita se pueden manejar dos tubos.

En los Estados Unidos se usan con buen éxito *proyectiles-torpedos*, que se lanzan contra el buque enemigo por el aire, disparados por un cañón neumático, de los que hay varios sistemas; el más conocido es el de *Zalinski* (*).

5.º—Instalación de la artillería á bordo.

La *instalación de la artillería* en los buques de guerra modernos requiere que recordemos primero la cuestión relativa á los calibres. Hubo una época, á la que corresponden el *Inflexible*, *Duilio*, *Dandolo* é

(*) Véase LECCIONES DE ARTILLERÍA, *explicadas en la Escuela Superior de Guerra*.—Madrid (Imprenta del *Memorial de Ingenieros*), 1899.—Tercer tomo.—Capítulo IV de la Segunda parte.

Italia, en que se tendía á llevar la artillería del calibre más grueso que era posible, y fuera de esta artillería gruesa no llevaban más que ametralladoras y cañones-revólver (los de tiro rápido aún no se habían adoptado), pero más adelante se comprendió que no tenía ventaja este armamento, muy potente, pero escaso en número de piezas, y actualmente se han quitado al *Dandolo* sus cañones de 100 toneladas, y en su lugar se han puesto otros de 25 centímetros ó 10 pulgadas, pero que son de mayor potencia que los del mismo calibre, que eran contemporáneos de los más gruesos, por el mayor peso del proyectil y el aumento considerable de velocidad inicial. La disminución de peso que esto trae consigo se aprovecha para multiplicar la artillería de calibre medio. Esto sucede hoy en todos los buques recientes: no se llevan ya en los buques de combate más que dos ó tres, lo más cuatro cañones de grueso calibre, francamente perforantes, para atravesar las corazas de los buques similares; pero en cambio se procura tener un núcleo importante de cañones de calibre medio de 16, 14, 12 y hasta de 10'5 centímetros, como en los buques alemanes; no debiendo olvidar que, gracias al alargamiento del ánima y á la pólvora lenta, se pueden actualmente lanzar proyectiles de gran peso relativo, con una densidad esférica alrededor de cuatro, con velocidades iniciales que pasan de 700 metros por segundo y hasta pueden llegar á 800, y así se tiene una potencia muy suficiente para batir la mayor parte de los buques que hoy navegan, desde luego todos los cruceros y las partes no acorazadas de los buques de combate, y puede suceder con el tiempo que los cañones de calibre medio preponderen sobre los de grueso. Lo ocurrido en el combate del Yalú justifica esta opinión, pues la victoria la obtuvieron los japoneses por la superioridad de su artillería de calibre medio, ya que tenían la mitad de piezas de grueso calibre que la escuadra china y en cambio el número de sus piezas de calibre medio era tres veces mayor y en gran parte cañones de carga simultánea. Los cañones gruesos tienen en efecto que economizar sus disparos y los de calibre medio pueden llevar mayor dotación de municiones y hacer mucho más fuego en el mismo tiempo.

Y por último, hay otras piezas que al principio eran sólo auxiliares para rechazar los ataques de los torpederos, y hoy han tomado importancia para esto mismo y para el combate de buque á buque, haciendo

fuego desde las cofas y sobre cubierta en posiciones dominantes, y son las ametralladoras y cañones-revolver, aumentados en la actualidad y en gran parte substituídos por los cañones de tiro rápido de 4 á 6 centímetros.

De manera que hay tres calibres para la artillería de los buques de combate: el grueso, limitado hoy á 27, 28 ó lo más 32 centímetros, no ya aquellos cañones de 40 y 45 centímetros que llegó á haber, y algunas veces reducido á 24 ó 25 centímetros; otro el calibre medio de 16, 12 y hasta 10 centímetros solamente, y, por último, la artillería de pequeño calibre francamente de tiro rápido, que se aprovecha en los cortos instantes en que la situación relativa de los buques permita aprovechar su tiro en buenas condiciones.

Respecto al número de estas piezas y su instalación, llevan generalmente de grueso calibre sólo dos ó tres y lo más cuatro cañones; disposiciones de instalación hay tres, que es frecuente encontrar, una la del tipo *Marceau*, que es la misma disposición del *Pelayo* (fig. 14, pág. 42), dos cañones de grueso calibre, uno á popa y otro á proa, generalmente los de calibre más grueso, y los otros dos á los costados, á babor y estribor; esta disposición del tipo francés, instalados los cañones más especialmente en torres á barbeta, se presta á tener en dirección de caza y retirada, y hacia cada costado, tres cañones haciendo fuego al mismo tiempo, porque los de proa y popa pueden tirar hacia á los costados sin que lo impida la obra muerta, y los de los costados pueden girar 180° y, por lo tanto, hacer fuego en dirección de la quilla. En el *Pelayo* los cañones de popa y proa son de 32 centímetros, y de 28 centímetros los de babor y estribor; en Francia acostumbran á ser todos de 34 centímetros, como en el *Marceau*, ó de este calibre los de proa y popa, y de 27 centímetros, que es allí el calibre correspondiente al nuestro de 28 centímetros, los de babor y estribor. Otra disposición es con dos torres á barbeta ó cerradas, una á proa y otra á popa, con dos cañones de grueso calibre cada una y á los costados sólo artillería de calibre medio; de este modo se pueden aprovechar sólo dos piezas á proa y popa, pero en cambio se pueden emplear las cuatro á babor y estribor; por consiguiente, llevan el mismo número de piezas que el tipo anterior y tiene superioridad en el fuego de los costados, pero en dirección de la quilla tiene

una pieza menos. Esta disposición existe en muchos buques modernos, como en los más recientes ingleses y en el *Sardegna* italiano. La tercera instalación es de dos cañones á proa y uno á popa; lleva, pues, esta disposición sólo tres cañones, pero los tres se aprovechan; la artillería de la popa es un poco inferior á la de proa, pero es suficientemente poderosa; así lleva su artillería gruesa el acorazado francés *Brennus*.

Debe también procurarse que la artillería esté bastante alta sobre el nivel del mar: lo ordinario son 6 ó 7 metros, y muchas veces se pasa de esta altura, porque si no se expone á ser dominada, y además por la necesidad de tener despejado el campo de tiro á proa y popa; si no fuera así tendrían que ser bajas las extremidades y esto presenta graves inconvenientes para la estabilidad del buque.

Con objeto de aprovechar todo lo posible la artillería de calibre medio, ha desaparecido por completo la forma contínua de las bandas de los buques de madera, porque, á consecuencia de la resistencia del acero, esta materia permite dar más variedad á las formas y se establece una porción de altos y bajos, resaltos y escalones que facilitan la instalación de la artillería donde se crea de más seguros resultados y con mayor sector de tiro; también se puede poner esta artillería en una batería corrida como la de las antiguas fragatas de hélice y de vela, cubierta, y á babor y estribor; pero lo frecuente es colocarlas á diferentes alturas para que no se estorben en su fuego, y porque además se procura que la mayor parte puedan hacer los disparos en dirección de los costados y de la quilla.

La artillería de tiro rápido va en cubierta, combinada con la de calibre medio, y en las cofas.

La artillería de grueso calibre sólo tiene dos sistemas de instalación: en torres giratorias cerradas, ó en torres fijas á barbeta. Las primeras, si están protegidas por coraza y blindaje de espesor suficiente, proporcionan la invulnerabilidad casi completa; en cambio son complicadas y costosas, se necesita que se apoyen sobre un reducto acorazado para que esté resguardado el mecanismo de rotación, el cual está siempre expuesto á averías, que tienen por resultado inmovilizar la torre. La puntería desde el interior es siempre algo difícil y cuando las piezas eran de avancarga, se añadía la dificultad de tener que realizar la carga desde la parte exterior por medio de atacadores hidráulicos. Las torres fijas

permiten en cambio realizar una gran economía de peso, no solamente por la torre misma, que es más baja y no tiene techo, sino también porque no se necesita el reducto acorazado; el aparato de rotación de las piezas está bien resguardado y se prestan á la organización de tipos de buques en parte sin acorazar, basta con que los ascensores de municiones estén protegidos por tubos acorazados que comuniquen con los pañoles situados bajo el puente blindado; además, con el tiro á barbeta la puntería directa es siempre fácil. El defecto de las torres fijas es no proteger contra los tiros dominantes y dejar al descubierto, tanto la pieza como sus sirvientes; se remedia por medio de un caparazón de acero que se mueve con el montaje giratorio, pero así se reduce mucho su principal ventaja. Además, un proyectil, aunque sea de cañón de pequeño calibre, que penetre en el interior de una torre, ocupada por una porción de aparatos, es casi seguro que inutilizará alguno y en espacios tan reducidos los heridos serán retirados y reemplazados con dificultad (*).

Por todas estas razones se vacila mucho entre una y otra solución, y hay partidarios de las torres acorazadas y de las torres á barbeta, y los mismos ingleses, que del año 1882 al 1886 construyeron los seis acorazados del tipo *Admiral* con torres á barbeta, las hicieron cerradas en el *Victory*, *Sans Pareil*, *Nile* y *Trafalgar* en 1887 y 1888, y de los ocho buques grandes de la *Defense Act*, uno con torres cerradas y siete á barbeta, y todo esto indica que no está la idea fija y no se atreven á adoptar en definitiva uno ú otro sistema. En Francia predominan las torres á barbeta, pero desde el *Solferino*, construído en 1872, en el cual eran las torres voladas sobre ambos costados, han cambiado también varias veces de opinión, y tampoco está fijo el tipo, porque el reciente *Brennus* tiene torres cerradas. En Italia, donde se construyeron el *Duilio* y *Dandolo* con torres cerradas, se hizo después el *Italia* con reducto á barbeta y el *Sardegna* de torres también á barbeta, y en todas las Marinas ocurre lo mismo, hay partidarios de una y otra disposición, pero no se llega á un predominio definitivo de unos sobre otros.

(*) La organización de las torres á barbeta con maniobra hidráulica, puede verse en las LECCIONES DE ARTILLERÍA, *explicadas en la Escuela Superior de Guerra.*— Madrid, (Imprenta del *Memorial de Ingenieros*), 1898-1899.—Tomo II, capítulo VIII de la Primera parte.

Los cañones de mediano calibre que están sobre cubierta tienen montajes semejantes al tipo Vavasseur ó á sus variantes de Canet, es decir, una corredera corta y con fuerte inclinación, y dos robustos frenos hidráulicos en las muñoneras para limitar el retroceso; pero también se les coloca en la batería del entrepuente, ó sea en un piso cubierto, haciendo fuego por una porta, en cuyo caso el giro del montaje está en la parte anterior. En uno y en otro caso, tienen una especie de paracascos ó manteletes, que limitan los efectos de las granadas que caígan en la batería, porque con los explosivos modernos es de temer el efecto de los cascos, y para evitarlo se prefiere esta instalación para limitar el efecto de la explosión.

Los cañones de tiro rápido se pueden colocar en sitios análogos á los que hemos visto para los de mediano calibre, pero la mejor instalación es en las cofas de los palos militares (fig. 24). Estos palos militares no tienen apenas parecido con los antiguos mástiles de la arboladura, porque las cofas antes se colocaban alrededor de los masteleros en su encuentro con las vergas, y eran plataformas que se prestaban para colocar en ellas unos cuantos marineros que hicieran fuego de fusilería; después se las puso una barandilla. Los palos militares actuales tienen generalmente varias cofas superpuestas, por ejemplo, una inferior para fusilería, otra donde se instalan los proyectores eléctricos y dos más armadas con cañones de tiro rápido de pequeño calibre, cañones-revolver ó ametralladoras. Para resguardar á los sirvientes, se rodea la cofa por un parapeto de plancha de acero, de pequeño espesor. Los palos son tubulares, de acero y con una escalerilla interior ó exterior en vez de la antigua escala de cuerda; en todo caso por el interior del tubo suben las cajas de municiones. Generalmente el tubo es doble y el interior baja hasta el puente acorazado, al que se sujeta sólidamente.

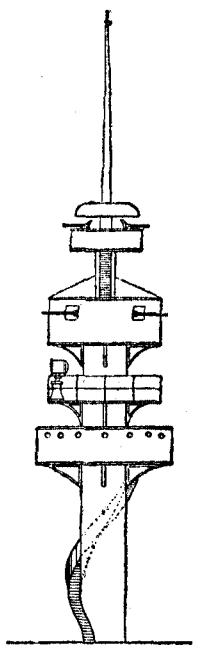


Fig. 24.

Las municiones se llevan siempre en pañoles colocados en la bodega ó sentina, donde están más preservados; para evitar las voladuras hay

que adoptar grandes precauciones, habiendo pañoles destinados especialmente para la pólvora, y los buques modernos necesitan también instalaciones especiales para llevar los torpedos.

6.º—Protección del buque.

La *protección de un buque* de guerra moderno se compone de dos partes: una, la protección del casco para mantener la flotación, y otra, la de la artillería, á la que se puede agregar la protección del comandante del buque para dirigir la maniobra durante el combate, en situación favorable y á cubierto. La protección del casco, no sólo tiene que resguardarlo contra la artillería, sino también contra el torpedo y el espolón, por más que contra tales armas la protección es sólo muy relativa.

Antes de hablar de los procedimienos que se siguen para obtener una y otra protección, digamos breves palabras acerca del material de que se construyen las corazas protectoras.

Durante largo tiempo no se pensó más que en el hierro forjado, dispuesto en planchas gruesas, cuyo espesor fué aumentando. A los 11 ó 12 centímetros del *Warrior* y de la *Gloire*, sucedieron las planchas de 15, de 18, de 22 centímetros y no se pasaron muchos años sin que se rebasasen las 12 pulgadas inglesas (30'5 centímetros) y hasta se llegase á los 2 pies (61 centímetros) en el *Inflexible*.

Ya no se podía aumentar la resistencia sin acudir á otro metal. La gran fundición del Creusot presentó en 1876 el *acero dulce Schneider*, que la marina italiana adoptó para el *Duilio* y que sucesivamente perfeccionado se fué generalizando y se hizo de uso constante en la marina francesa.

La siderurgia inglesa no se hallaba entonces en aptitud de fabricar el acero dulce y pretendió substituírlo por el *metal compound* ó corazas mixtas, planchas de hierro forjado con una cara de acero, fuertemente adherida. Las corazas de esta clase, fabricadas por los procedimientos Brown y Cammell, han sido durante muchos años empleadas exclusivamente por la marina inglesa, á pesar de que en las pruebas de la Spezia en 1882 y 1884 se demostró su inferioridad con respecto al acero dulce. Sin embargo, más que el hierro forjado sí resistían.

No contenta la fábrica del Creusot con los resultados obtenidos con

su acero dulce, trató hacia 1890 de mejorar el metal, y con el *acero-niquel* obtuvo resultados excelentes en las experiencias de Annapolis, consiguiendo sobre todo evitar la formación de grietas en la plancha, al ser penetrada por el proyectil. En cambio la penetración es algo mayor á igualdad de fuerza viva.

Hoy se tiende á procurar que el proyectil se rompa al choque, como el medio mejor de prevenir las averías de la plancha: de aquí el endurecimiento de la superficie exterior de ésta; tal es el fundamento de las *planchas Harvey*. El procedimiento para construirlas consiste en una cementación progresiva, por la cual la plancha tiene una proporción de carbono decreciente á partir de la cara que debe presentarse al exterior. La operación es complicada y poco subsceptible de descripción breve; baste indicar que además de la cementación con una gruesa capa de carbón, se templa después la plancha por aspersión de agua fría.

Este procedimiento, cuyos resultados para aumentar la resistencia de las corazas de acero niquel parecieron desde luego maravillosos, ha mostrado en la práctica algunos inconvenientes de ejecución, que han dado orígen á los procedimientos modificados de Carnegie y de Krupp.

La fábrica Carnegie (Estados Unidos) prepara las planchas antes de la cementación con un espesor mayor que el que han de tener en definiva y las somete después á una nueva forja ó laminado. Así se obtiene, además de la dureza superficial, mayor elasticidad y mejor resistencia en la parte interna ó no cementada.

La fábrica de Krupp (Alemania) obtiene la cementación de las planchas, no ya por el carbón como en el procedimiento Harvey, sino por medio del gas del alumbrado, que es, como se sabe, un hidrógeno carbonado. La plancha, calentada á muy alta temperatura, es tratada por una corriente de gas, el cual es absorbido parcialmente y dá un depósito de carbono. De este modo hay la ventaja de que el carbono penetra en la masa con regularidad y se obtienen resultados de primer orden. El procedimiento se aplica ya en Francia, Inglaterra y los Estados Unidos.

La protección de la flotación se puede obtener por uno de los dos procedimientos siguientes: uno consiste en la coraza vertical ó faja de flotación de gran espesor, con un puente blindado mucho menos grueso, por encima (fig. 25) tocando con el borde superior de la coraza,

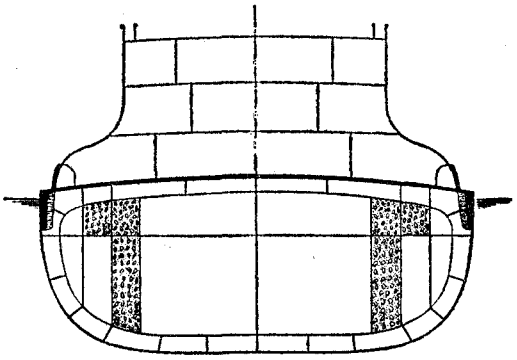


Fig. 25.

y otro (fig. 26) el puente horizontal más bajo que la línea de flotación, debajo del cual se abrigan los pañoles, calderas, máquinas y todas aquellas partes esenciales para la vida del buque, por lo que se llaman par-

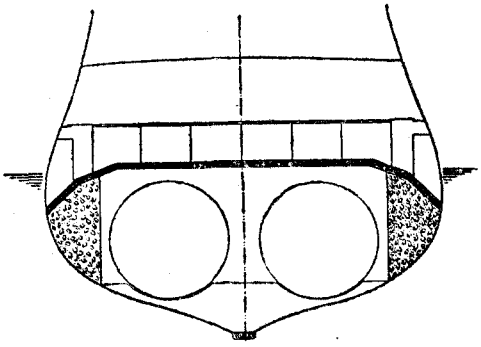


Fig. 26.

tes vitales, y encima una subdivisión en compartimientos-estancos para evitar que la invasión del agua por el boquete que abra el proyectil enemigo pueda producir la pérdida del buque. A los buques que llevan el primer sistema de defensa, se les llama *acorazados*, á los que cuentan con el segundo *protegidos*. Existen también buques en que se combinan los dos sistemas, como ya se vió en el *Inflexible* (fig. 10, pág. 38) y en los buques ingleses posteriores; es decir, la parte central con coraza gruesa de flotación, y las extremidades de popa y proa, sin faja de flotación, pero con el sistema de puente horizontal y compartimientos-estancos.

La importancia que ha adquirido recientemente la artillería de calibre medio y tiro rápido, ha inducido á proteger contra sus efectos toda

ó gran parte de la obra muerta y de aquí ha resultado un tipo, representado por el crucero francés *Dupuy de Lôme*, por el *Chanzy* y el más reciente *Du-Petit-Thouars*, que tiene puente horizontal blindado, bajo la flotación, del cual arrancan las corazas verticales de pequeño espesor, que sólo resisten á los cañones de 10 ó 12 centímetros (fig. 27).

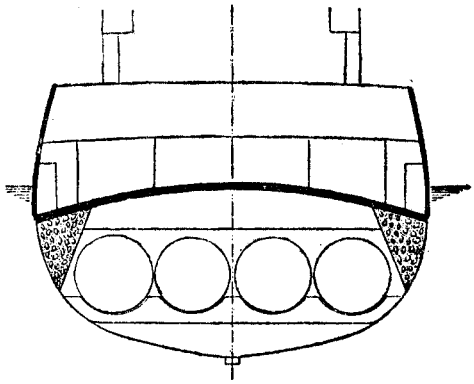


Fig. 27.

En los grandes acorazados ó buques de combate hubo que renunciar desde muy pronto á la coraza completa que presentaba la primitiva *Gloire* y contentarse con asegurar la flotación y resguardar los órganos vitales. Se establece, pues (fig. 25), una faja acorazada de tal altura, que en los balances mayores que el buque pueda sufrir, el borde superior de la coraza no llegue á sumergirse, ni á descubrirse el inferior. Encima va el puente horizontal que enlaza las corazas verticales de ambos costados, y forma como la tapa de la caja que se protege. La coraza de los costados tiene de ordinario un espesor máximo de 45 centímetros, de metal compound ó de acero dulce, que se reduce algo si es de planchas cementadas Harvey. No basta este espesor para resistir á los proyectiles de grueso calibre, tirados á pequeña distancia, pero se admite que la probabilidad de los tiros que lleguen normalmente á la flotación, aún de cerca, es muy pequeña, como se ha comprobado en varios combates, especialmente en los que hubo en 1879 y 1880 entre las Marinas chilena y peruana.

El puente horizontal no puede ser alcanzado por disparos hechos desde buques enemigos, mas que bajo incidencias muy pequeñas, de algunos grados, y por lo tanto puede ser de pequeño espesor, 7 ú 8 centímetros, lo más 10. Es, sin embargo, la parte débil del sistema, pues un

proyectil con fuerte carga de explosivo violento, es decir, una granada torpedo, que penetre por encima de la faja acorazada, estallará á unos 2 metros, después de atravesar el costado, y romperá con la explosión el puente blindado, abriendo en él un boquete bastante grande para que por él penetren los cascos, con violencia suficiente para destruir las calderas y las máquinas que van debajo, ó con los gases inflamados prender fuego á la pólvora almacenada en los pañoles inferiores. Para evitar esto se dispone (fig. 25) una coraza de menor espesor, que se eleva hasta algo más de 1 metro por encima de la coraza gruesa, la cual provoca la explosión inmediata del proyectil y aminora sus efectos hasta conseguir que puedan éstos ser anulados por el puente blindado.

La importancia que hoy se atribuye á los efectos de los proyectiles de gran capacidad con fuerte carga de explosivo violento es tal, que ha bastado para que se adopte disposición completamente nueva del acorazamiento de los buques de combate. Así en Inglaterra, del tipo representado por el *Royal Sovereing*, dispuesto contra los proyectiles perforantes, se ha pasado al *Magnificent*, cuya organización es sobre todo contra las granadas de gran capacidad y considerable efecto explosivo.

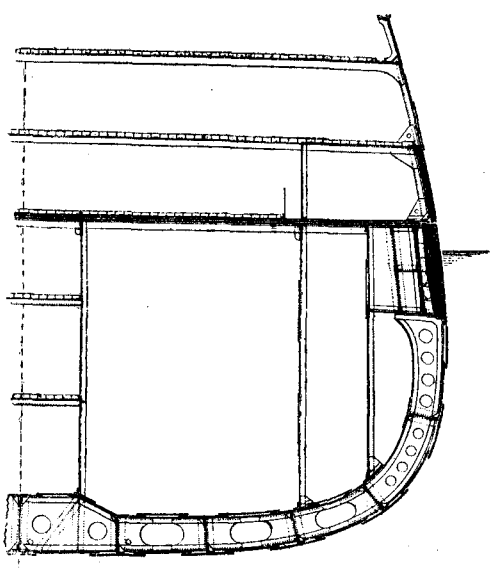


Fig. 28.

En el *Royal Sovereing* (fig. 28) la faja acorazada tiene 2,59 metros de altura y 457 milímetros de espesor máximo, y es de metal compound; el puente horizontal que va encima alcanza un grueso total de 76 milímetros en planchas de acero; las extremidades anterior y posterior son protegidas con puente blindado, igualmente de 76 milímetros, colocado bajo la flotación y encima compartimientos es-

tancos y *cofferdam*. La obra muerta va defendida, en su parte central, por una coraza de 127 milímetros de espesor y 2'90 metros de altura, aplicada á los costados, y hay unos tabiques acorazados oblícuos que van desde los extremos de esta coraza de obra muerta hasta las torres á barbeta, que tienen envuelta de 432 milímetros de espesor.

En el *Magnificent* (fig. 29) la disposición es totalmente distinta. En realidad no hay coraza de flotación propiamente dicha. En vez de la faja destinada á resistir á las granadas perforantes, existe una coraza Harvey (Krupp en el *Canopus* y demás buques más recientes) de 229 milímetros, que es capaz en muchos casos de resistir á los proyectiles de ruptura, pero que sobre todo detendrá las granadas de gran capacidad, cargadas de explosivo fuerte. Esta coraza tiene 4'88 metros de altura, 3'05 por encima de la flotación y 1'83 por debajo y se termina por las partes de proa y popa por paredes inclinadas, que van á enlazarse con las torres acorazadas á barbeta de 356 milímetros de espesor. En vez del puente horizontal de los tipos anteriores hay otro en forma de tortuga, que en la parte central está á 0'91 metros más alto que la línea de flotación, para dar capacidad suficiente para las máquinas y calderas, que ocupan mucho espacio, y que baja hacia los costados en planos inclinados, hasta unirse al borde inferior de la coraza; sus espesores son 64 milímetros en la parte horizontal y 102 milímetros en la inclinada. El espacio de sección triangular que queda entre el puente blindado, la coraza vertical y la plataforma que prolonga la parte horizontal de aquél, forma un *cofferdam*, que se llena con materias obturadoras.

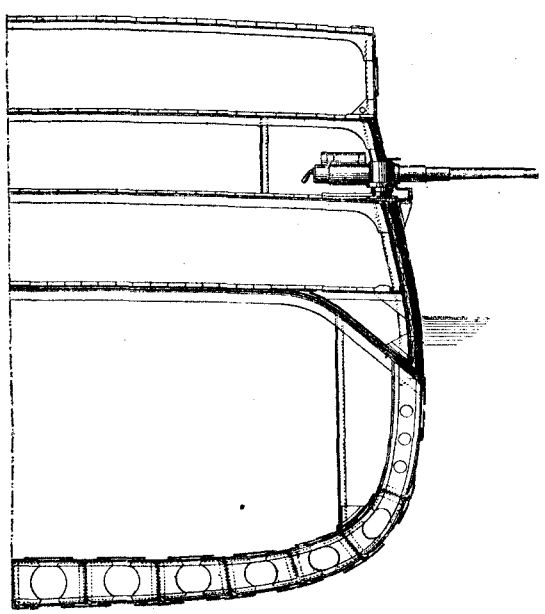


Fig. 29.

Con esta disposición, el constructor del *Magnificent*, Sir William White, ha venido á parar, salvo los espesores, á la organización fundamental ya adoptada para los cruceros acorazados franceses (fig. 27), á la verdad muy semejante también á la de los acorazados italianos *Sardegna*, *Sicilia*, *Re Umberto*, *Benedetto Brin*, *Varese* y *Giuseppe Garibaldi*.

Los acorazados franceses tienen completa la faja de flotación: en los ingleses se suprime la coraza vertical en ambas extremidades, las cuales tienen puente horizontal blindado y *cofferdam* encima, es decir, que la proa y la popa no están acorazadas, sino protegidas. Por este medio se aligera una parte del buque para poder resguardar más eficazmente la que se considera como más importante.

Los buques protegidos tienen un puente blindado y encima un piso de compartimientos-estancos (fig. 26). La parte central del puente es horizontal, unas veces está por debajo de la flotación, otras por encima, pero á muy poca altura, unos centímetros nada más. Cuanto más bajo esté, mejor es la protección, puesto que hay menor probabilidad de que los proyectiles alcancen al puente bajo una incidencia apropiada para perforarlo. El puente desciende en talud hacia los costados, hasta que llegue próximamente á 1'30 metros por bajo de la flotación, á causa de que los balances podrían descubrir esta parte. El talud tiene más espesor que la parte horizontal, pero menos que la faja acorazada que daría una protección equivalente.

La colocación de la coraza vertical requiere precauciones y disposiciones especiales. Para obtener el máximo de resistencia de las planchas es necesario que el casco les ofrezca un apoyo rígido; en las cuadernas del buque (figuras 30 y 31) se forma un escalón, propio para recibir la coraza, y así ésta no tiene que sobresalir por fuera del costado como antes sucedía. Sobre el forro, que se refuerza con dos planchas en vez de una sola, se pone encima un almohadillado de madera de teka, que tiene una gran elasticidad, y encima la plancha de coraza. Esta tiene espesor distinto, según la parte del buque que proteja, porque donde el agua cubre la coraza se hace de menor espesor, así es que las planchas no acostumbran á ser de grueso uniforme. Antes se sujetaba la plancha al casco por medio de pernos que la atravesaban de parte á parte, pero esto tenía el inconveniente de debilitar la resistencia de la plancha, y

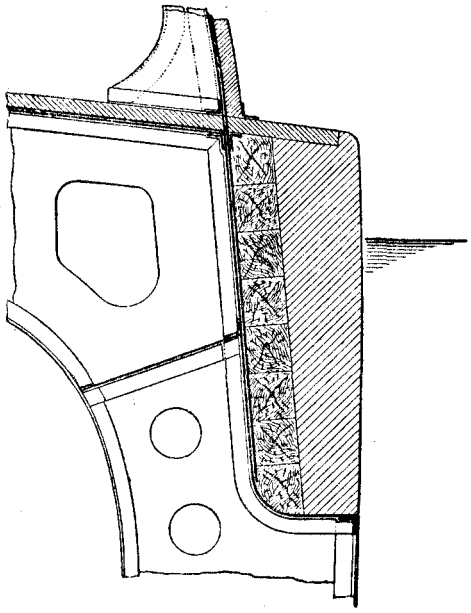


Fig. 30.

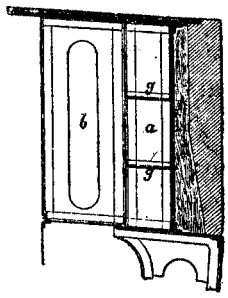


Fig. 31.

eran puntos débiles en que se exponía la coraza, de manera que podían obligarla á caer prematuramente á los pocos disparos, lo que acaso justificó la tendencia que hubo en cierta época, después de la guerra de los Estados Unidos, de preferir el tiro contundente al perforante, porque podía hacerse caer la coraza, sin necesidad de perforarla, á consecuencia del aflojamiento de los pernos por las vibraciones que en ella producía el golpe de los proyectiles, resultando así á veces inútil la coraza; pero modernamente los franceses han ideado un sistema de pernos (fig. 32) que se atornillan en un orificio que no llega á atravesar la coraza, y cuya cabeza se arrosca por detrás del forro del casco; entre la tuerca y el palastro hay una rodaja de cauchú *d* comprimida entre una arandela de hierro y una copela de acero embutido.

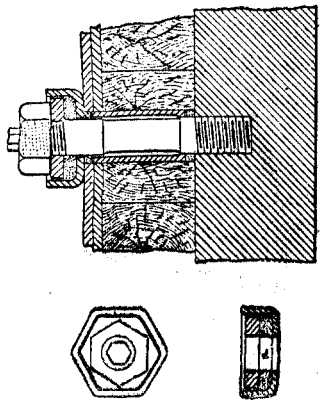


Fig. 32.

Hay que advertir que las planchas de coraza deben tener dimensiones

considerables. El peso de cada una alcanza de ordinario á 20 ó 24 toneladas.

Para los puentes horizontales y caparazones se emplea el acero cromado, que se empezó á emplear primero en los proyectiles perforantes, y que luego se ha aplicado á las corazas. El puente se hizo primero con planchas de hierro superpuestas, de una pulgada inglesa cada una, poniendo al principio dos planchas (51 milímetros), y después tres (76 milímetros). Modernamente se prefiere una sola plancha más gruesa de acero, cuyo espesor oscila entre 76 milímetros y 8, 9 ó 10 centímetros, pero no se suele pasar de este espesor, y más bien ha habido retroceso. Las planchas horizontales del puente se ponen de espesor uniforme, pero cuando hay una parte de puente horizontal y otra con inclinación, formando una especie de glásis, esta parte recibirá los disparos con mayor ángulo de incidencia y habrá que reforzar su espesor, de manera que si las planchas horizontales tienen 76 milímetros, por ejemplo, las inclinadas suelen ser de 90 ó 100 milímetros. Esta variedad necesaria de espesores no se puede obtener de una manera progresiva, sino que se ha de hacer por planchas completas escalonadas.

Los puentes horizontales no llevan almohadillado, pues en este tiro oblícuo no ofrece ventaja, porque como el esfuerzo no es normal, no necesita absorber parte de la fuerza viva con el almohadillado, y se aplican las planchas, ó bien directamente sobre los baos de hierro, ó lo que es más común, sobre una plancha de hierro de poco espesor que forma el forro.

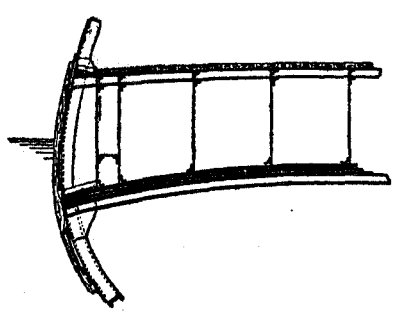


Fig. 33.

La protección celular encima del puente horizontal consiste en compartimientos-estancos, que se disponen por medio de mamparos longitudinales y transversales (fig. 33), que generalmente van rellenos de materias que se opongan á la invasión del agua cuando se abra un boquete. Esto puede ser de varias maneras: en el *Inflexible*, los compartimientos exteriores de las partes no acorazadas están lenos de corcho, lo que constituye una especie de salvavidas del buque,

para que pueda obtener la flotación aunque haya una vía de agua; en Francia se ha empleado la celulosa, que tiene la ventaja de que los orificios se cierran por sí mismos, pero algunas experiencias han demostrado que se incendiaba con facilidad, sobre todo con proyectiles de melinita, y lo que han empleado los ingleses en sus *cofferdam* ha sido el carbón, que han demostrado las experiencias que con grandes espesores resiste bastante bien y de ordinario no se incendia. Comunmente detrás de las células exteriores, ó sean de las que están en contacto con el costado del buque, hay un *callejón de combate*, de 80 centímetros de anchura, que permite vigilar el *cofferdam* exterior y llegar á él para oponerse con materiales adecuados á la invasión del agua por una brecha.

***

En los primeros buques acorazados la *protección de la artillería* se obtenía por medio de la coraza completa que resguardaba toda la obra muerta, pero cuando hubo que renunciar á este sistema, se recurrió, para las piezas de grueso calibre, á un reducto ó á las torres á barbeta ó cerradas; el primer sistema es el que se empleó en el *Hércules*, *Sultán* y otros varios, y se ha abandonado por completo, porque colocada la artillería en un reducto se necesitan muchas piezas para obtener un gran campo de tiro entre todas, así es que entre las ocho del *Hércules* sumaban el mismo campo de tiro que una sola pieza giratoria, y desde hace ya bastante tiempo, la cuestión de preferencia se ha reducido á la elección entre las torres á barbeta y las cerradas. Ya hemos dicho las ventajas é inconvenientes de cada una al tratar de la instalación, y allí se vió que, aparte del mayor peso muerto de la torre cerrada, la barbeta estaba en peores condiciones por su falta de protección, sobre todo para combatir con las baterías altas de las costas. Se procura actualmente que las torres á barbeta tengan protegidas las piezas y personal por un caparazón metálico, pero ya hemos dicho que éste no protege más que de los cañones de mediano calibre y de tiro rápido, y aun en los primeros sólo se limita la protección á los cascos de granadas que han estallado, porque para proteger de los proyectiles enteros de los cañones de 12 á 14 centímetros se necesitaría una coraza de más espesor

y ésta no la llevan porque convertiría la barbeta en verdadera torre cerrada.

Para la artillería de mediano calibre, en muchos buques modernos se prescinde de la protección, tal como la estamos estudiando, por medios pasivos, y colocada en la batería del entrepuente se la deja confiada á sus propios medios para que tenga una protección activa, esperando por la superioridad de su fuego, sobre todo hoy con el empleo de la carga rápida, desmontar la artillería del buque enemigo antes que él pueda hacer gran daño á la del buque propio. Sin embargo, en algunos buques modernos como en el *Brennus*, en el *Lazare Carnot* y en el *Indiana*, no sólo no se deja esta artillería sin protección, sino que se instala de una manera especial en torres parecidas á las de los cañones de grueso calibre, aunque más ligeras naturalmente y más pequeñas, y en otros buques, en que se coloca en el puente superior, se la protege con escudos de acero, pero que tampoco protegen más que de la artillería de tiro rápido, metralla y cascos de granada, como en la *Sardegna*, *Royal Sovereing*, *Kurfürst Friedrich Wilhem*, *Magnificent*, *Canopus* y *Formidable*.

El comandante del buque tiene que estar en sitio despejado que le permita distinguir bastante mar alrededor durante la maniobra y el combate. El sitio más conveniente sería el punto giratorio, que se puede suponer en los buques que es por el que pasa un eje vertical que se puede suponer sensiblemente como el eje alrededor del cual gira el buque sobre sí mismo; desde ese punto es desde donde mejor podía observar el combate y dar las órdenes, pero tiene el inconveniente de que por delante de él están las chimeneas y el palo militar de proa, y este obstáculo, que es bastante grande, impide la vista y no permite la observación del mar, y lo que se hace de ordinario es colocar delante de las chimeneas un palo militar y delante de éste se coloca el *blockhaus* del comandante, que es un espacio pequeño, lo necesario nada más para poderse mover, protegido por una coraza de regular espesor, aunque menos que la coroza de las torres: si ésta es de 35 centímetros, será de 25 centímetros. Es generalmente el *blockhaus* de planta circular ó elíptica, con una entrada protegida por un través de plancha de acero, y en las paredes laterales tiene aberturas ó aspilleras para que desde su interior se pueda ver la mayor parte del buque y el mar que le rodea. Del

blockhaus parten una porción de aparatos de transmisión de órdenes, teléfonos, tubo acústico, etc., que van á parar á las torres, baterías, calderas, pañoles y demás departamentos, así como para poder mandar la maniobra del timón, que algunas veces tiene disposición para que el mismo comandante pueda, desde el *blockhaus*, mover, por medio de aparatos que transmiten el movimiento á la caña, sin abandonar su puesto. No hay que decir los inconvenientes de estas disposiciones, que son complicadas y pueden dar lugar por la inutilización de alguno de sus órganos durante el combate á contingencias desgraciadas.

***

La protección contra el espolón y los torpedos es sólo relativa y rara vez suele ser eficaz; únicamente hay un medio: la subdivisión en compartimientos-estancos llevada al extremo, porque lo más que se puede lograr es que, después de una explosión ó un espolonazo, el buque se mantenga á flote, pues es imposible que deje de perder condiciones de estabilidad, porque estos dos, el espolón y el torpedo, son los enemigos más temibles del buque moderno, y la protección contra ellos se tiene que limitar á impedir que el buque se vaya á pique en el acto y dé tiempo á que se retire del lugar del combate para llegar á un puerto amigo y pueda, después de reparada la avería, tomar parte en otros combates posteriores, y para lograr esto no hay otra solución que la subdivisión llevada al límite en los compartimientos-estancos.

Para proteger de los torpedos se ha propuesto y adoptado una disposición especial, que consiste en las llamadas redes Bullivan, que son sencillamente unas redes metálicas, de acero para mayor resistencia, que se colocan rodeando al buque á una distancia que deje al casco fuera de la esfera de eficacia de la explosión del torpedo, para lo cual se sostienen por medio de *tangones*, que son unas piezas largas y tubulares de acero, de cuyo extremo se cuelga la red. Esta red no impide que el torpedo estalle, sino que, al contrario, al detenerle, provoca su explosión pero evita la avería que produciría al estallar en contacto con el buque. Sin embargo, si el buque se rodease de sus redes durante el combate, perdería gran parte de sus condiciones de velocidad, según admiten todos los marinos, y esto

sería, en tal ocasión, un grave inconveniente; de aquí el que sólo se rodee de ellas cuando el buque se encuentra fondeado en una bahía para limpiar sus calderas ú otra porción de reparaciones que tienen los buques que hacer con frecuencia, ó bien durante la noche para evitar una sorpresa, pero en el combate, propiamente dicho, rara vez se emplearán.

IV.

Diversas clases de buques de guerra.

Expuestos los elementos que componen el buque de guerra moderno, vamos á establecer su clasificación, según los diferentes servicios que han de prestar.

Desde luego la Marina de guerra puede tener tres objetos: primero, el dominio del mar, es decir, la supremacía sobre toda escuadra enemiga que se presente; este objeto se puede asignar á las Armadas de las grandes naciones marítimas; segundo, la defensa de las costas; y tercero, la persecución del comercio del enemigo y consiguiente defensa del comercio propio. Claro es que una nación, según su política, puede dar predominio á uno ú otro de estos objetos; así Inglaterra persigue el primero y el tercero, predominio del mar y protección de su comercio; algunas naciones en cambio prefieren la preservación de sus costas, aunque otros no las consideran defendidas sino mientras esté lejos el enemigo. Así lo reconocieron en Italia hacia el año 1875 en una discusión que se suscitó al tratarse de la reconstitución de su marina, decidiendo que en vez de construir muchos guardacostas, que aunque fuesen económicos, dada la extensión considerable del litoral de su península, hubiera resultado un presupuesto de Marina enorme, se prefiriese un corto número de grandes y potentes acorazados para sostener el combate en alta mar, pocos buques, pero buenos, porque manteniendo el predominio en el mar, de hecho quedarían bien guardadas sus costas. Otras naciones como Alemania, por ser sus costas poco extensas, reducidas á una corta extensión de los mares del Norte y Báltico, y éstas fáciles de defender por las condiciones hidrográficas del litoral, dió en otro tiempo

importancia á las cañoneras acorazadas y otros buques análogos para la defensa local, y estableció algunos con cierto carácter ofensivo que se llamaron corbetas de salida, pero para salidas momentáneas y operaciones de defensa ofensiva, no para llevar la agresión á costas lejanas. Hoy han variado las ideas, que no son ya de pura defensa, y son otras las aspiraciones de la marina alemana.

Pero aunque una nación puede dar predominio á un objeto ó á otro, no puede prescindir de tener buques de las tres clases que hoy se admiten y son: primero, los acorazados de escuadra ó mejor dicho buques de combate, porque ya sabemos que el buque moderno de combate puede tener ó no coraza, y no se puede hacer hoy la distinción que se hacía antes entre el buque acorazado y el que no lo era, y aun la diferencia entre acorazado y crucero es difícil; segundo, los cruceros en sus diferentes clases, y por último, los torpederos.

1.º—Buques de combate.

Los *acorazados de escuadra*, según hemos visto en un capítulo anterior, por lo cual no repetiremos aquí, han pasado por sucesivos progresos y á veces retrocesos momentáneos, y por último, según hemos visto, han venido á ser de un tipo casi uniforme, de manera que ya no hay las diferencias que siguieron á la batalla naval de Lissa y á la guerra de Secesión de los Estados Unidos, en que se disputaban la preferencia buques de reducto central, buques de torres y monitores sin casi obra muerta, que han sido completamente abandonados. Los buques de combate modernos tienden á ser semejantes entre sí; los nuevos acorazados franceses, los ingleses de los tipos *Magnificent*, *Canopus*, *Formidable* y *Duncan*, los nuevos alemanes, los norteamericanos, japoneses, rusos, y aunque difieren en algo, los nuevos acorazados italianos también, todos son tipos semejantes: protección de la flotación de varios sistemas, bien con coraza vertical y puente blindado encima ó debajo, ó puente y compartimientos-estancos, ó combinaciones de ambos, protección de la artillería gruesa en torres á barbeta ó cerradas, y en todo lo demás también muy parecidos. Los buques acorazados modernos, por consiguiente, se pueden clasificar en muy pocos tipos y casi todas las naciones tienen de

varios, porque no se puede asegurar cuál es el superior, y sobre todo unos, como los de torre-barbeta, son excelentes para el combate naval propiamente dicho, ó sea con otros buques, y otros, como los de torres cerradas, son mejores para combatir con las baterías altas de costa, combate á que en último resultado hay que tener presente que se tendrá que ir á parar para el resultado definitivo, después de vencer en el mar á la escuadra defensora.

Los primeros buques acorazados, como la *Gloire* y el *Warrior*, tenían una velocidad de unos 12 nudos, y durante quince ó dieciseis años permanecieron estacionarios, los barcos de esta clase, en esta parte de sus cualidades náuticas; pero después se ha ido dando más importancia á la velocidad, y de 12 á 14 millas por hora se subió progresivamente á 15 ó 16, y actualmente se ha aumentado esta velocidad hasta el extremo de que á un acorazado, que siempre tiene menos marcha que un crucero, no es cosa extraordinaria que se le exija un andar de 18 ó 20 nudos.

Otra de las cualidades náuticas de los buques de guerra modernos es el *radio de acción*, nombre que se da á la extensión máxima que puede recorrer un barco de vapor sin repostarse de carbón. Esta cualidad es muy importante y le hace autónomo, porque sino la tiene se convierte en un guardacostas, que no se puede alejar de los puertos que está encargado de proteger. El radio de acción es necesario para llevar la guerra á una costa lejana, como, por ejemplo, un buque de una nación de Europa que fuera á América, necesita una autonomía mucho mayor, y aun un buque que no tenga que salir del Mediterráneo necesita un radio de acción de 5 ó 6000 millas para que pueda recorrerlo en toda su extensión y regresar al punto de partida, y si contase con menos quedaría expuesto á contingencias muy desfavorables.

Hay una fórmula empírica que conviene conocer, que da apróximadamente el valor del radio de acción en función del desplazamiento del buque y del carbón que puede llevar; la fórmula es

$$R = K \frac{C}{D^{\frac{2}{3}}}$$

en la cual representan: R el radio de acción en millas; C el carbón que lleva el buque en toneladas, descontando el que se pueda gastar en ser-

vicios auxiliares, como bombas de achicamiento, acumuladores, maquinaria auxiliar, etc., que puede llegar á 200 toneladas mensuales, y hay que descontarlas, quedando sólo la cantidad que se puede emplear para los hornos de las máquinas de propulsión; D es el desplazamiento, también en toneladas, y K es un coeficiente variable con la velocidad y que se ha hallado que es próximamente 2800 para una velocidad media de 12 millas, que será la ordinaria de un acorazado, pues aunque se llega á bastante más, es sólo aprovechable en casos excepcionales de persecución ó retirada. Teniendo en cuenta que de ordinario puede admitirse que la cantidad de carbón aumenta proporcionalmente al desplazamiento, se deduce que el radio de acción aumenta en relación á la raíz cúbica del desplazamiento, de modo que para la misma cantidad relativa de carbón y para buques geométricamente semejantes, aumenta en proporción á las dimensiones lineales. A esto se debe que se haya ido aumentando el tonelaje; desde el tipo *Gloire*, que tenía unas 6000 toneladas, se fué aumentando hasta 9000 en el *Monarch* y en el *Devastation*; se pasa de 10.000 en el *Dreadnought*; en el *Inflexible* se llega á las 11.900; el *Italia* y *Lepanto* pasan de 14.000; el *Royal Sovereing*, 14.150; el *Magnificent*, 14.900, y si el *Canopus* baja á 12.950, en cambio el *Formidable* sube ya á las 15.000. Esto á pesar del aumento grande de precio que representa tal aumento de desplazamiento, pues el coste de estas construcciones puede calcularse aproximadamente á un tanto alzado por tonelada, de manera que llega á bastantes millones de pesetas, y con el mismo presupuesto se pueden tener menos buques si son grandes; sin embargo, á pesar de esto la mayor parte de las naciones construyen buques de mucho tonelaje, por la necesidad de aumentar el radio de acción y hacerlos autónomos.

Tienen también importancia las facultades evolutivas del buque, porque entre dos, uno que pueda girar describiendo una circunferencia de radio pequeño y otro que lo necesite mayor, tiene más facilidades el primero para combatir si evoluciona en menor espacio y, sobre todo, evitará mejor el choque del espolón enemigo.

Para mejor fijar las ideas acerca de los buques acorazados de combate actuales, presentaremos, á título de ejemplo, breve descripción del *Indiana* norteamericano, botado al agua en 1893 (fig. 34).

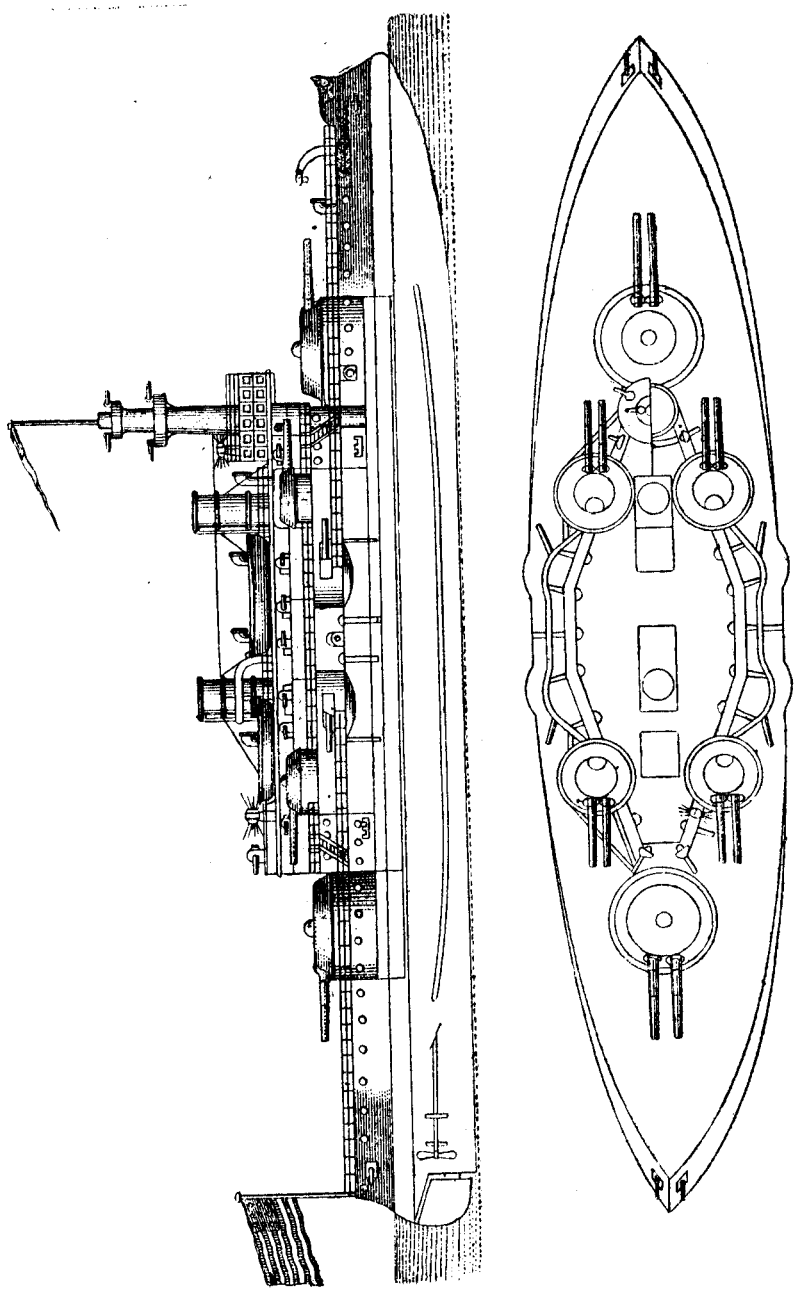


Fig. 34.
Escala de $\frac{1}{670}$.

Las principales dimensiones son: eslora 106'1 metros, manga 21'3 metros, calado medio 8'3 metros, desplazamiento 10.288 toneladas. Es de acero, sistema celular ó *Bracket-system*, con doble fondo en la parte central en una longitud de 60 metros. Faja acorazada en la parte central de una longitud de 45 metros, espesor de 45'7 centímetros y altura de 2'28 metros, de ellos 0'92 sobre la flotación. Desde las extremidades de la faja y constituyendo con ella un reducto, hay dos mamparos acorazados de 35'6 centímetros de espesor, que se dirigen oblícuamente al centro del buque. Del borde inferior de estos mamparos arrancan las cubiertas blindadas de proa y popa con espesor de 76 milímetros. Hay los *cofferdams* á los costados y relleno de carbón. El reducto va cubierto con otro puente blindado del mismo espesor.

En las extremidades del reducto van las dos torres á barbeta acorazadas, con un espesor de 43'2 centímetros de acero-niquel.

Entre las torres se levanta un gran reducto de tres pisos: en el inferior, ó sea en el de la cubierta principal, van piezas de 6 pulgadas protegidas por una casamata que cubre todo el centro del barco, acorazada con 15 centímetros de espesor. Sobre este piso van cuatro torres cerradas para los cañones de 8 pulgadas, con coraza de 25 centímetros y encima la batería secundaria de cañones de tiro rápido de 57 milímetros, protegidos por manteletes de acero cromado de 5 milímetros de espesor y por encima los puentes volantes y en ellos los botes, un gran pescante y el blockhaus ó abrigo de combate del comandante, acorazado con 25 centímetros de espesor de acero, comunicando con el espacio bajo la cubierta blindada por un tubo acorazado de 17 centímetros.

El palo militar único, lleva dos cofas de acero cromado, con dos ametralladoras Gattling en la superior y dos cañones de tiro rápido de 37 milímetros en la inferior.

El armamento comprende:

Cuatro cañones de 13 pulgadas (60 toneladas) en las torres de proa y popa á 5'5 metros de altura sobre la flotación y con un campo de tiro de 270° cada torre; la maniobra es eléctrica.

Ocho cañones de 8 pulgadas (13 toneladas) en las cuatro torres laterales á 7'6 metros sobre el mar, con campo de tiro de 164°.

Cuatro cañones de 6 pulgadas (6 toneladas) de carga rápida que ti-

ran por las esquinas del reducto central, con campo de tiro de 145° cada uno (*).

Veinte cañones de tiro rápido de 6 libras (57 milímetros), dos de ellos en el reducto entre los cañones de 6 pulgadas y los otros 18 en el piso superior.

Siete cañones de tiro rápido de 1 libra (37 milímetros), dos de ellos en la cofa inferior del palo militar y los otros en posiciones variables del puente volante.

Dos ametralladoras Gattling en la cofa superior.

Dos tubos lanza-torpedos.

Tiene además seis proyectores de luz eléctrica, dos en el puente volante y cuatro en portas á los costados, para que los haces luminosos sean rasantes en la superficie del mar.

Las máquinas son de triple expansión, de una potencia de 9738 caballos de vapor y la marcha máxima es de 15 $^1/_2$ nudos.

Hay además varias máquinas auxiliares para mover las dinamos que transmiten eléctricamente la fuerza para la maniobra de los montajes de grueso calibre, de los montacargas para las municiones, los proyectores, el alumbrado eléctrico.

La cantidad normal de carbón es de 400 toneladas, que dan un radio de acción de 3000 millas á la marcha de 10 nudos, pero la capacidad de las carboneras es de 1597 toneladas, lo que haría subir el radio de acción á 12.000 millas, sin embargo no se cuenta más que con un complemento de 473 toneladas de carbón y por lo tanto el verdadero radio de acción máximo es de 6500 millas.

Otro tipo de acorazados es el que algunas naciones, como Francia poseen con el nombre de *acorazados de estación*, que son aquellos que tienen por objeto proteger las colonias, y constituir estaciones como la del Río de la Plata, la del Pacífico ó la del extremo Oriente, para mantener en aquellos lejanos países la influencia nacional, que se sostiene

(*) Acerca de los datos de dimensiones, pesos y propiedades balísticas de estas piezas, puede verse el cuadro de la artillería naval norteamericana que hemos publicado en las LECCIONES DE ARTILLERÍA, *explicadas en la Escuela Superior de Guerra.*—Madrid (Imprenta del *Memorial de Ingenieros*), 1899.—Segunda parte.—(Tomo III de la obra).—Capítulo IV, Cuadro núm. 24.

eficazmente con esta acción de presencia de una escuadra ó de algún buque por lo menos. Estos acorazados son de menor tonelaje que los anteriores; los franceses los tienen de 3600 á 6000 toneladas; como consecuencia no pueden tampoco alcanzar el espesor de coraza que los de escuadra, así es que vienen á ser una reducción de los acorazados de combate propiamente dichos. Inglaterra no posee esta clase de buques y ha optado por un procedimiento distinto y mucho más caro, que consiste en poner á algunos acorazados que destina para navegaciones lejanas un forro de madera sobre el casco de hierro y encima otro de cobre, como ya digimos que se emplea en estos buques cuando han de permanecer mucho tiempo sin poder limpiar sus fondos. En cambio otras naciones como Rusia, durante mucho tiempo ha empleado para los mares de Europa buques de menor tonelaje que el que tenían los acorazados grandes de la misma fecha, pero era sacrificando alguna de las condiciones del buque, como la velocidad ó el radio de acción, y lo mismo han hecho Holanda, Grecia y Dinamarca; pero esto tiende más bien á convertir estos buques en guardacostas, pues para no privarles de resistencia, se les mantiene con coraza gruesa y se les reduce el poder de la máquina y la provisión de carbón. Mientras que las escuadras rusas apenas salían del Báltico y del Mar Negro, no tenía esto para ellas graves inconvenientes.

*
* *

Entre el acorazado de estación y el *crucero acorazado*, la transición es insensible, en cierto modo son tipos que se confunden, y con el aumento de dimensiones ha venido á ser muy difícil á veces clasificar á un buque determinado entre los acorazados de escuadra ó los cruceros acorazados.

En principio puede decirse que la diferencia consiste en la superioridad de cualidades náuticas de los cruceros, especialmente la velocidad, el radio de acción y la habitabilidad, obtenidas á costa de la potencia ofensiva y defensiva, calibre de las piezas y espesor de la coraza.

El primer ensayo que se hizo en Inglaterra de construcción de un crucero acorazado fué en 1875 el *Shannon*, que tiene coraza de flotación

de 9 pulgadas en el centro y en la popa, y en cambio la proa protegida con puente blindado. El mamparo acorazado vertical que une por delante ambos extremos de la faja acorazada, se prolonga hacia arriba hasta rebasar el puente superior, donde forma, con dos retornos, una máscara que resguarda dos cañones de 10 pulgadas que tiran en caza. Los otros siete cañones, que son de 9 pulgadas, no están protegidos. El desplazamiento es de 5390 toneladas, la máquina de 2500 caballos y la velocidad de 11 $^1/_2$ nudos, muy modesta para un buque que se llama crucero.

En el *Imperieuse* ya se marcaron mejor las cualidades de esta clase de buques. Su organización se parece mucho á los del tipo *Admiral*, que son sus contemporáneos. Tiene mayor elevación de obras muertas, pero la coraza vertical de flotación, formando una ciudadela con los mamparos de delante y detrás acorazados, es bastante baja. Las extremidades de proa y popa son protegidas. Las piezas de mayor calibre, 9'2 pulgadas y 19 toneladas, van en cuatro torres barbetas que forman los vértices de un rombo, como en el acorazado francés *Marceau*; otras diez piezas de 6 pulgadas van en batería cubierta sin acorazar. El desplazamiento es de 8400 toneladas, las máquinas de 10.000 caballos y la velocidad de 16'7 nudos. Fué botado en 1886.

En el *Orlando* (1888) se han reducido las dimensiones, pues el desplazamiento es de 5600 toneladas y la máquina de 8500 caballos; la velocidad asciende á 18 nudos, las piezas de 9'2 pulgadas, que no son más que dos, no van en torres sino protegidas por escudos ó manteletes unidos al montaje giratorio, lo mismo que los diez cañones de 6 pulgadas.

En los nuevos cruceros de 12.000 toneladas, tipo *Cressy*, lo mismo que en los de 14.100 toneladas, tipo *Drake*, se acentúa más que en los anteriores todavía la semejanza con los acorazados de escuadra ó buques de combate más recientes y contemporáneos con aquellos. Idéntica organización del acorazamiento, igual disposición de la artillería, casi el mismo tonelaje, pero mientras el *Formidable* lleva cuatro cañones de 12 pulgadas y 12 de 6 pulgadas de tiro rápido y en cambio se contenta con máquina de 15.000 caballos y velocidad de 18 nudos, el *Drake* limita su artillería á dos cañones de 9'2 pulgadas y 16 de 6 pulgadas y la máquina es nada menos que de 30.000 caballos y la velocidad de 23 nudos. Los radios de acción son respectivamente de 4000 y de 6000 millas con

la dotación normal de carbón, que pueden llegar al doble con las carboneras llenas.

En Francia se ha concebido de otra manera el crucero acorazado. Este tipo de buque ha aparecido allí cuando se dejaron de construir los acorazados de estación, á los que en cierto modo viene á substituir, al mismo tiempo que se constituyen verdaderos cruceros por la velocidad y el radio de acción y por reducirse el armamento á lo preciso para que el buque no pierda del todo sus cualidades ofensivas. El *Dupuy de Lôme* viene á ser el tipo más genuino de esta clase de cruceros acorazados. Con un desplazamiento de 6400 toneladas, y máquina de 14.000 caballos, la velocidad es de 20 nudos, muy considerable ya para la época de la construcción (1890) y como la provisión ordinaria de carbón es 900 toneladas, el radio de acción alcanza á 7300 millas, que puede subir á 11.400 con el suplemento eventual de 515 teneladas. El armamento es de dos cañones de 19 centímetros y seis de 16 centímetros y en cuanto á la protección (fig. 27, pág. 73) se obtiene por el puente blindado horizontal bajo la flotación y la coraza vertical *completa* de obras muertas de 12 centímetros de espesor, lo que hace parecerse mucho este crucero, que lleva el nombre del insigne ingeniero naval iniciador de la marina acorazada, á su obra la primitiva fragata *Gloire*, que también llevaba coraza completa de idéntico espesor.

Con dimensiones y tonelaje algo más reducidos, armamento muy semejante, protección idéntica y velocidad y radio de acción menores, pertenecen á este mismo tipo el *Latouche-Tréville*, *Charner*, *Chanzy* y *Pothuau* construídos de 1892 á 1895.

La disposición de estos cruceros ha encontrado muchos partidarios en la Marina francesa y hasta se ha formado una *escuela* que reclama la construcción y organización de la *flota homogénea*, compuesta de cruceros acorazados análogos al *Dupuy de Lôme*. Según el almirante Fournier, actual comandante de la escuadra francesa del Mediterráneo y primer director que tuvo la Escuela Superior de Guerra naval, en su libro *La Flotte nécessaire*, el tipo único y homogéneo de los buques de guerra debía ser un *crucero acorazado* de 8300 toneladas, con coraza completa de obras muertas, velocidad de 20 nudos, radio de acción de 12 á 14.000 millas, con un armamento de dos cañones de 16 ó 19 centímetros en

caza y retirada, una docena de 14 centímetros de tiro rápido, algunos de 10 centímetros y una *nube* de Hotchkiss y ametralladoras. Estos buques deberían combatir *en punta*, es decir, presentando la proa al enemigo, como medio de compensar el escaso espesor de sus corazas, muy propias para resistir á las granadas-torpedos, pero no tan aptas para oponerse á los gruesos proyectiles perforantes.

Sin que pueda asegurarse que las teorías del almirante Fournier hayan adquirido predominio completo, pues en Francia se siguen construyendo acorazados de escuadra, como el *Bouvet*, *Gaulois*, *Henri IV*, *Jena*, *Saint-Louis* y *Suffren*, no puede desconocerse la influencia de aquellas ideas en el *Du Petit-Thouars* y sus gemelos el *Gueydon* y el *Montcalm*, que son *Dupuys de Lôme* agrandados, de 9500 toneladas, máquina de 19.600 caballos, velocidad de 21 nudos y coraza vertical de 15 centímetros Harvey, armamento de dos cañones de 19 centímetros, ocho de 16 centímetros y cuatro de 10 centímetros y radio de acción de 6400 millas con la dotación ordinaria de carbón y 10.200 con la suplementaria, y aún más en los nuevos *Condé*, *Gloire* y *Sully*, de 10.000 toneladas, semejantes á los anteriores.

Los italianos *Giuseppe Garibaldi* y *Varese* pertenecen á este mismo tipo, al que pertenecía también por lo tanto nuestro *Cristóbal Colón*. En cambio el *Cataluña*, *Princesa de Asturias* y *Cardenal Cisneros*, como los perdidos *Infanta María Teresa*, *Vizcaya* y *Almirante Oquendo*, corresponden al tipo inglés *Orlando*, con el armamento perforante de mayor calibre, razón esta sin duda de que se les haya llamado algún tiempo *acorazados de segunda clase*, denominación adoptada por Real Decreto de 18 de agosto de 1895.

* * *

El *guardacostas* es hoy un buque muy difícil de definir, porque, como dice un autor moderno, el ingeniero naval francés Bertin, un buque es más ó menos guardacostas ó más ó menos crucero, pues el antagonismo entre las cualidades esencialmente militares y las náuticas, obliga á sacrificar en mayor ó menor grado unas á otras. Así el crucero acorazado tiene el predominio de la velocidad y del radio de acción y el guar-

dacostas sacrifica estas condiciones á la resistencia de la coraza y á la potencia de la artillería. Casi siempre se dedican al servicio especial de defensa de las costas los buques ya anticuados. Los guardacostas no tienen nunca arboladura; así los ingleses, antes de que se les quitara á los buques de combate, ya se la habían suprimido á los que construían especialmente para dedicarlos á este servicio. Los guardacostas ingleses *Cyclops*, *Glatton*, *Hotspur*, no son más que reducciones del *Monarch* unos, de la *Devastation* otros.

El tipo más acabado del guardacostas fué en otro tiempo el *Monitor*, que á raíz de la guerra de los Estados Unidos se copió en casi todas las naciones de Europa, y así en Francia se construyeron el *Bélier*, *Tigre*, *Bouledogue*, *Tonnerre* y *Fulminant*, muy semejantes á los monitores norte-americanos; el *Roff-Krake* que tomó parte en la guerra de 1864 y el reciente *Herluff-Trolle*, dinamarqueses; los alemanes *Aegir*, *Odin*, *Hildebrand* y otros de 3500 á 3600 toneladas con cañones de 24 centímetros; los rusos *Almirante Lazarev* y *Almirante Spiridov*, ya anticuados, de 3500 toneladas y armamento de 28 centímetros, así como otros modernos *Almirante Butakov*, *Almirante Seniavin*, de 4100 toneladas y cañones de 23 centímetros, y otros varios en Suecia, Noruega, Brasil, Holanda, Argentina y Austria-Hungría. Los Estados Unidos, conservan algunos ya antiguos. Los monitores de menores dimensiones, con una sola torre, se llaman generalmente cañoneras acorazadas y pueden presentarse como tipos de esta clase, las alemanas *Basilisk*, *Camäleon*, *Crocodil*, *Salamander*, *Viper* y otras hasta el número de once, que son de 1100 toneladas, construídas de 1876 á 1880, y cuyo armamento consiste en un cañón Krupp de 30 $^1/_2$ centímetros.

A este género pertenecían también, aunque no eran acorazadas, las cañoneras que hacia 1880 construyó la casa Mitchell & C.°, de Newcastle, para la China. Eran sólo de 440 toneladas y calaban 2'90 metros; la máquina de 70 caballos daba una velocidad de 10 nudos, con radio de acción de 1300 millas. El armamento principal era un cañón Armstrong de avancarga de 11 pulgadas y 35 toneladas, colocado en la proa y manejado por maniobra hidráulica. Detrás del cañón un escudo ó mantelete protector servía para resguardar al comandante que tenía á mano unas palancas, con las que realizaba toda la maniobra del cañón y del

buque. Además, en los costados dos cañones de 12 libras (7'6 centímetros) de retrocarga y dos ametralladoras Gattling completaban el armamento. La tripulación estaba reducida á unos 30 hombres. La protección del casco se limitaba á la división en compartimientos-estancos y las máquinas, calderas y pañoles iban debajo de la flotación.

Otras Marinas tienen *baterías flotantes*, cuyo tipo más completo está representado por las *popovkas* rusas, *Novogorod* y *Vicealmirante Popov*; las dos (fig. 35) son buques de hierro de doble casco, de forma circular y de fondo plano. La obra viva tiene revestimiento de madera y forro exterior de cobre; doce quillas paralelas é igualmente espaciadas ocupan todo el fondo del casco. Los costados son verticales en la inmediación de la línea de flotación y por encima de ella; la altura del borde de la cubierta sobre el agua es 0'533 metros, pero el puente se levanta hacia el medio, donde tiene 1'55 metros de altura.

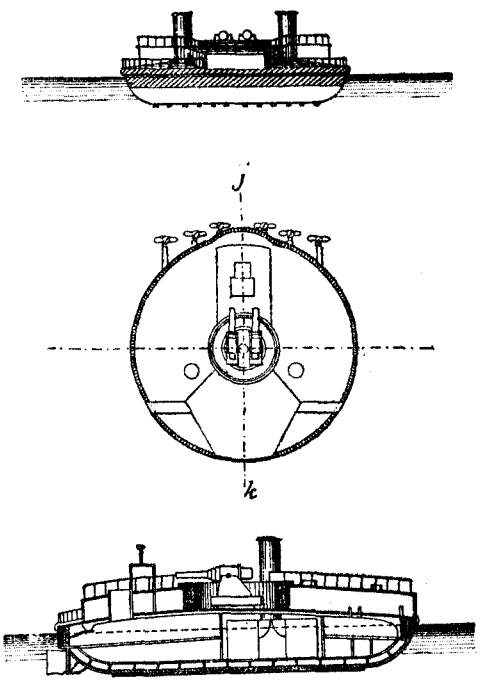


Fig. 35.

Escala de $\frac{1}{1000}$ para el plano y la vista y de $\frac{1}{695}$ para el corte *j k*.

En el centro hay una torre á barbeta circular y concéntrica con el buque; su diámetro exterior es de 9 metros y contiene dos piezas de grueso calibre (11 pulgadas y 29 toneladas en el *Novogorod* y 12 pulgadas y 40 toneladas en el *Vicealmirante Popov*) montadas en una plataforma giratoria y cuyos ejes están á 4'30 metros encima del agua.

En la parte que pudiera llamarse de proa, si ésta existiese, se encuentra una ligera superestructura que contiene los alojamientos del comandante, de los oficiales y de una parte de la tripulación.

La propulsión se obtiene con seis hélices.

La coraza es en el *Novogorod* de 229 milímetros de espesor y en el *Vicealmirante Popov* de 405. Este es de mayores dimensiones, 3590 toneladas, máquina de 3066 caballos y velocidad de 8 nudos, en lugar de 2706, 2000 y 6 respectivamente.

Las ventajas que se han buscado con las *popovkas*, han sido calado mínimo, fijeza de plataforma para la artillería y gran resistencia al tiro enemigo. Se ha sacrificado la marcha, menos necesaria en un buque destinado especialmente á la defensa pasiva.

Cruceros.

El segundo tipo de buque de guerra moderno es conocido generalmente con el nombre de *crucero*; á este es al que se exige mayor número de aptitudes; requiere las condiciones de habitabilidad como buque, en su máximo desarrollo; velocidad y radio de acción extraordinarios para poder extender sus operaciones á todos los mares, perseguir á los buques enemigos similares y de comercio, explorar el mar á largas distancias; además, se le exige, por lo menos á una parte de estos cruceros, que puedan tomar parte en los combates al lado de los grandes acorazados, resultando por esta razón un tipo mixto, el *crucero protegido*, y hasta ya no se contenta la Marina con él, sino que, como ya hemos visto, pretende que sean acorazados, sin disminuir sus condiciones náuticas.

Los cruceros pueden ser con protección ó sin ella, y los primeros pueden ser protegidos ó verdaderamente acorazados, clase esta última que ya hemos examinado, y no volveremos por lo tanto sobre ella. Para llevar protección necesitan tener, por lo menos, 2000 toneladas de desplazamiento, no pudiéndoseles dotar de órganos defensivos con menor tonelaje, y de hacerlo resultaría la protección ilusoria, porque las planchas tendrían que ser excesivamente delgadas. Entre las 4500 y las 5000 toneladas empiezan los cruceros de primera clase, llegando hasta las 14000 toneladas, así que, en realidad, algunos buques de combate modernos, como el *Italia* y el *Lepanto*, sólo lo son de nombre, y en realidad son cruceros protegidos, pues no tienen coraza vertical sino protección horizontal y compartimientos-estancos, y la artillería instalada en torres á barbeta, y sobre todo, son cruceros por su velocidad superior á 18 nudos y su

gran radio de acción, al mismo tiempo que llevan una artillería poderosa para el combate, así es que se les podría muy bien clasificar como cruceros, lo que hace que actualmente sea difícil incluir un buque en el género crucero ó en el de acorazado. Así ocurre con nuestro *Emperador Carlos V*, que en realidad pertenece á los cruceros protegidos por la forma en que se defiende la flotación y los órganos vitales con un puente horizontal fuertemente blindado, pero en nuestra clasificación figura como buque de combate, sin duda porque lleva dos cañones Hontoria de 28 centímetros, *L*/36,8, capaces de perforar en sentido normal 60 centímetros de plancha de hierro á 1500 metros de distancia y algunas veces le llaman acorazado, aunque la coraza que tiene en la obra muerta para resguardar la batería de cañones de 14 centímetros de tiro ó carga rápida es sólo de 5 centímetros de acero cromado, que únicamente resiste á los proyectiles de cañón ligero de tiro rápido y cascos de los de calibre medio, y no entra por estas razones en los acorazados propiamente dichos, como el *Pelayo*, que tiene tipo de acorazado perfectamente definido.

Se acostumbra, como ya se ha dicho, á establecer una clasificación entre los cruceros, dividiéndolos en protegidos y acorazados por la diferente manera de tener la protección. De los acorazados ya hemos hablado, nos queda tratar lo concerniente á los *cruceros protegidos*.

De la organización del casco para que la flotación y los órganos vitales estén bien defendidos, ya se dijo lo bastante en el capítulo anterior, al tratar de la *protección del buque*.

Es condición esencial de estos barcos la gran velocidad, la capacidad de carboneras para que el radio de acción sea el mayor posible, un armamento moderadamente poderoso y alojamiento cómodo para que la tripulación pueda soportar largas navegaciones. Indicaremos los tipos más notables ó característicos.

El primero de estos cruceros fué hacia el año 1882 el chileno *Esmeralda*, de 3000 toneladas con dos cañones de 25 centímetros, que fué perfeccionado en sucesivas construcciones hasta llegar al inglés *Edgar* (1890). Tiene este 7350 toneladas de desplazamiento, 110 metros de eslora, 18'3 de manga y 7'3 de calado, dos hélices, máquina de 12.000 caballos, que da una velocidad de 20 $^1/_2$ nudos, y radio de acción de 6300 millas, con

la dotación de 850 toneladas de carbón y 10.350 con las 544 de suplemento. El artillado consta de dos cañones de 9'2 pulgadas y 22 toneladas, colocados á proa y popa en plataformas giratorias y resguardados por manteletes acorazados; diez cañones de 6 pulgadas, seis de ellos en la cubierta superior y los otros cuatro en la batería cubierta, todos ellos resguardados por escudos que van unidos al montaje; doce de tiro rápido, de 6 libras; cinco de 3 libras, siete ametralladoras y dos cañones ligeros de desembarco. Tiene cuatro tubos lanzatorpedos, dos de ellos submarinos. Los palos militares son dos, lo mismo que las chimeneas, y delante del de proa va la caseta ó blockhaus del comandante.

El *Columbia* norte-americano (1892) así como el *Minneapolis* (1893) tienen 7375 toneladas, 126 metros de eslora, 17'7 de manga y 7'8 de calado. La máquina es de 18.500 caballos de vapor y por medio de sus tres hélices obtuvo en las pruebas una velocidad de 22'8 nudos. El radio de acción es de 5550 millas, con la dotación de 750 toneladas de carbón, que puede llegar á 9100 millas con el carbón suplementario. El armamento es un cañón de 8 pulgadas á popa, dos de 6 pulgadas á proa, ocho de 4 pulgadas de tiro rápido repartidos entre la batería y la cubierta superior, doce de 6 libras y dos de 1 libra de tiro rápido, dos ametralladoras y una pieza ligera de desembarco. Los tubos lanzatorpedos son cuatro y los palos militares dos.

El *Powerful* y el *Terrible* ingleses (1895) son de 14.200 toneladas, con 152 metros de eslora, 21'6 de manga y 8'8 de calado. Las máquinas son de 25.000 caballos, la marcha de 21 nudos y el radio de acción es 3320 millas, que puede subir al doble con las carboneras llenas. El armamento, dispuesto de un modo análogo al del *Edgar*, consta de dos cañones de 9'2 pulgadas, doce de 6 pulgadas, 18 de 12 libras (7'6 centímetros), doce de 3 libras, nueve ametralladoras y dos cañones de bote de 12 libras. Los tubos lanzatorpedos son cuatro, los palos militares dos y las chimeneas cuatro, como en el *Columbia*.

Nuestro *Reina Regente*, perdido en marzo de 1895, era un crucero protegido de 5000 toneladas, gemelo de los actuales *Alfonso XIII* y *Lepanto*, salvo que aquel llevaba cuatro cañones Hontoria de 24 centímetros y en éstos son de 20 centímetros, con seis de 12 centímetros.

El número de estos cruceros protegidos, desde 3000 á 15.000 tonela-

das es en la actualidad muy considerable y figuran en todas las marinas. Su marcha rápida, su radio de acción, su armamento, su relativa protección, les hacen aptos para muchas comisiones que no pueden desempeñar buques no protegidos, como tampoco los de combate.

Después de estos cruceros protegidos, tenemos que mencionar los cruceros sin protección, que antes eran los únicos que había, porque cuando empezaron á existir los acorazados no todos los buques de guerra estaban acorazados ni todos se destinaban á sostener un combate, y por esta razón se siguieron construyendo primero buques de madera y después de hierro ó de acero, pero sin coraza; estos buques tenían mayor velocidad que los acorazados y se destinaban á otros servicios que éstos, aunque también llevaban artillería en buenas condiciones; á las antiguas fragatas, bergantines y goletas de vela se substituyeron las fragatas, bergantines y goletas de hélice y algunas veces vapores de ruedas, aunque pocos; pero cuando tomaron más importancia las máquinas de vapor y disminuyó la de la arboladura, hasta llegar á suprimirla, se prescindió de los antiguos nombres y se llamó *crucero* á los buques no acorazados. Después ya se pensó en proteger á los cruceros más importantes, pero para esto, como ya se ha dicho, es necesario que tengan más de 2000 toneladas de desplazamiento, porque á los de menor tamaño es difícil darles protección, á no ser disminuyendo su radio de acción y su velocidad, es decir, quitándoles tal carácter de cruceros. Por lo tanto, los cruceros de menos de 2000 toneladas forman una clase especial en que, para darles alguna defensa, lo más que se hace es dotarles de compartimientos-estancos, pero sin carácter de protección propiamente dicha, sino únicamente como medio de aminorar los daños que les pueda causar el enemigo.

Cuando son los cruceros de menos de 1000 toneladas de desplazamiento se les llama *avisos*, especialmente si son rápidos; y entre nosotros *cañoneros*, que es lo mismo, siendo sólo la variación cuestión de nombre; son, por lo tanto, de pequeñas dimensiones, unos 50 metros de longitud, y proporcionalmente la manga y el calado, lo que les coloca en condiciones de prestar ciertos servicios especiales, llevan menos armamento y de menor potencia que los cruceros mayores, cañones de 12 á 14 centímetros lo más, es decir, que los cañones de

calibre medio de los acorazados y cruceros de combate son aquí los mayores y además cañones de tiro rápido, cañones-revolver y fusilería, sin excluir el que puedan llevar tubos para lanzar torpedos, en cuyo caso constituyen, si tienen una velocidad de 18 á 20 nudos, el tipo llamado *aviso-torpedero* ó *cañonero-torpedero.*

La circunstancia de ser los cruceros no protegídos buques que no difieren de los vapores trasatlánticos ó vapores-correos de las compañías de navegación, más que en llevar artillería, y aun casi ni en esto, porque los trasatlánticos suelen llevar algunas pocas piezas de 10 ó 12 centímetros, y, por lo tanto, no difieren más que en la cantidad, ha renovado la idea de realizar lo que ya por los siglos XVII y XVIII se hacía, porque como las fragatas mercantes no se diferenciaban más que en el armamento de los buques de guerra, en caso de necesidad se requisaban, secuestraban ó compraban estos buques, que fácilmente quedaban transformados para la guerra, esto aparte del corso, que ya veremos más adelante en qué consistía y el partido que de él se sacaba. Hoy se puede hacer lo mismo con los vapores-correos por tener las mismas condiciones, y á veces superiores, de marcha, velocidad y radio de acción que sus congéneres de guerra; de manera que colocándoles artillería y dándoles una oficialidad militar se convierten en cruceros, que es verdad que no podrán empeñar combate, pero pueden prestar los mismos servicios que los cruceros propiamente dichos sin protección y los avisos, y, sobre todo, pueden ser auxiliares poderosos para perjudicar al comercio enemigo y proteger el propio, empleándolos también para transportes de tropas y material, carbón, municiones y otros servicios análogos que algunas veces pueden desempeñar mejor que los de guerra.

Inglaterra, á pesar del inmenso número de buques de guerra de todas clases que posee, ha hecho un contrato con las grandes compañías de navegación, á las que da una subvención en tiempo de paz para que en el de guerra presten sus buques á la Marina militar para dedicarlos á su servicio. Rusia, que ya los había empleado durante la guerra de Oriente, después de ella, en 1878, cuando temió una guerra con Inglaterra, adquirió buques de la marina mercante en los Estados Unidos, á donde envió tripulaciones militares, y en los mismos puertos de América se armaron y desde allí partieron en guerra, y á estos buques se les

llamó *cruceros de la marina voluntaria.* Lo mismo se ha hecho en otras naciones, y en España se ha convenido con la Compañía Trasatlántica que en sus buques más modernos ya ha adoptado disposiciones para en caso necesario colocar artillería del sistema Hontoria aparte de la que llevan ya, y en estas condiciones pueden estos buques servir de cruceros en tiempo de guerra, así como otros más pequeños se pueden convertir en cañoneros y prestar servicios en las costas.

Las *lanchas cañoneras* son embarcaciones de pequeñas dimensiones, á lo sumo de 300 toneladas, que llevan un cañón de 8 á 10 centímetros y un par de ametralladoras. Tienen muy poco calado y generalmente su construcción es mixta ó *composite.* Sirven para las operaciones en los ríos y para las vigilancia de la costa.

Antiguamente había otra clase de buques que no formaban siempre parte de las escuadras, sino que se habilitaban para determinadas operaciones: éstos eran los llamados *bombardas.* Como todos los cañones disparaban únicamente bala sólida ó palanquetas, balas de cadena y otros proyectiles secundarios, que si podían servir en el combate contra otros buques eran de poco efecto contra las fortificaciones, y como el emplear la bala roja era peligroso para los buques de madera, porque era necesario llevar fuego á bordo, cosa de que siempre se ha huído en la Marina por el temor á incendios y explosiones, y el obús en España, aunque estaba propuesto desde D. Francisco Javier Rovira, se tardó aún en adoptarlo de una manera definitiva; cuando se trataba de atacar las plazas marítimas había que organizar las *bombardas* para lanzar proyectiles explosivios, bombas, por fuego curvo por medio de morteros. La *bombarda* no era más que un buque ordinario de guerra ó mercante que se disponía y preparaba especialmente, quitando la arboladura y reforzando la cubierta superior con una doble capa de viguetas y tablones, poniéndole también más puntales para aumentar la resistencia vertical, y una vez preparado así el casco, se le ponían sobre la cubierta cuatro, seis y á veces hasta diez morteros lisos. Estas *bombardas* era preciso remolcarlas, y de tal modo se llevaban hasta las proximidades de las costas, donde empleaban el tiro curvo de sus morteros desde una posición fija ó muy poco variable.

Estos buques se emplearon durante mucho tiempo, y aún en la guerra

de los Estados Unidos el almirante Farragut llevó seis ú ocho bombardas al ataque de Vicksburg, pero después han caído en desuso porque el efecto de los proyectiles explosivos lanzados por los cañones ha hecho abandonar los morteros, pero muchos marinos reconocen que sería conveniente volver en parte, si no por completo, á las antiguas *bombardas;* así los tenientes de navío franceses Degouy y Farret reconocen las ventajas del fuego curvo empleado por la Marina en el ataque de las fortificaciones de costa, y en la Exposición de Paris de 1889 la sociedad *Forges et Chantiers de la Méditerranée*, la misma que ha construído para España la *Numancia* y el *Pelayo*, presentó un modelo de mortero rayado, en afuste á propósito para su instalación á bordo, idea que no parece de lejana realización, teniendo ya tantos partidarios, que en Francia existe una porción de marinos capitaneados por el almirante Reveillère, que forman lo que se llama *Jeune Ecole*, que preconiza las ventajas que esto tendría aun empleado en alta mar por unos buques contra otros, y proponen que se abandonen los cañones de gran potencia que actualmente llevan los buques de combate, y que pocas ocasiones se les presentarán de emplear, y en su lugar llevar morteros para aprovecharse de la poca resistencia de los puentes de los buques, que lo más tienen 10 ú 11 centímetros de espesor en las partes inclinadas y 80 milímetros en las horizontales, espesor que hay muchos obuses y morteros que lo perforan; y la idea se ha defendido con calor, sobre todo en la revista *La Marine Française*, que es el órgano de la *Jeune Ecole*, la cual reclama la construcción de un tipo nuevo de buque, el que llama *aviso-mortier.*

Estas ideas se hallan en parte justificadas, aunque se exageran, por un hecho único en la historia, pero elocuente. En 1877, durante la guerra turco-rusa, uno de los buques mercantes rusos llamado *Vesta*, de una de las líneas de vapores que hacían la carrera del Mar Negro, entre Odessa, Sebastopol y otros puertos de aquel mar, fué armado en guerra y le pusieron cinco morteros rayados de 15 centímetros y dos cañones de 10,6 centímetros, y este buque así armado con siete piezas, de ellas cinco de fuego curvo, se encontró en el Mar Negro con la corbeta acorazada turca *Athar-Shevket* el 23 de julio de 1877; el combate era imposible entre el buque mercante y el acorazado, que llevaba cañones Armstrong de 23 centímetros ó 9 pulgadas; no tuvo, por tanto, otro

recurso el vapor, que no llevaba armamento perforante, que huir y procurar á fuerza de vapor escapar fuera del alcance de los cañones del acorazado; éste tenía un poco más velocidad que el *Vesta*, y fué estrechando la distancia, con lo que era inevitable el alcance á fuerza de horas; al mismo tiempo dirigió su fuego sobre la popa del vapor que huía, y como esta parte es débil en todos los buques y más aún en uno mercante, le causó averías, disminuyendo su velocidad, en una palabra, parecía el *Vesta* condenado á la destrucción por la artillería ó por el espolón del buque turco. Ya le habían sido desmontadas dos de las siete piezas, cuando una de las granadas lanzadas por elevación entró por el puente del acorazado, perforó la cubierta y fué á estallar en las calderas, produciendo una explosión y entorpeciendo la marcha del buque. Desde este momento cesó la persecución, y el vapor, que no tenía elementos para poder terminar el combate de otra manera, siguió su camino y pudo ganar el puerto de Sebastopol para allí reparar sus averías.

No hay más ejemplo de hecho semejante, pero basta para indicar que el empleo del fuego curvo contra los buques de guerra, ya desde la costa, lo que es más fácil, ó desde otro buque, puede dar buenos resultados, y justifica, en parte por lo menos, las tendencias de la *Jeune Ecole* francesa.

Torpederos.

El torpedero nació en la guerra de Secesión, primero en forma de buque semi-submarino de figura de cigarro, consiguiendo con él los confederados echar á pique al *Housatonic*, frente á la bahía de Charleston, y en cambio los federales echaron á pique al *Albemarle* frente á Plymouth. Otras tentativas no dieron resultado, pero bastaron los dos hechos referidos para que prosperase la idea de construir buques especiales que arrojaran torpedos, empezándose por los torpedos divergentes que se echaban al agua y se remolcaban esperando poder así arrimarlos al buque enemigo y hacerlos estallar, bien por choque, bien por la electricidad; pero esto tenía grandes inconvenientes y era muy difícil obtener el contacto del torpedo con el buque adversario; así, pues, se desechó pronto el sistema, apareciendo el torpedo de botalón, que se

llevaba al extremo de una lanza ó percha larga que sobresalía todo lo posible por la proa del barco torpedero y al que se daba fuego por inflamación eléctrica. En la guerra de Oriente los rusos consiguieron por este medio echar á pique en el Danubio al monitor turco *Seiffi*, y en el puerto de Batum á un crucero, y aunque no dió resultado más que en estos dos casos, llamó la atención de todas las Marinas y de entonces data el furor que se desarrolló por los torpederos, aunque ya había algunos en Francia, Inglaterra y Rusia, y hasta llegó á haber en Francia una escuela, predecesora en cierto modo de la *Jeune Ecole*, que era dirigida por el almirante Aube y el periodista Gabriel Charmes, autor del libro de sensación *Les torpilleurs autonomes et l'avenir de la marine* (1885), que pretendían substituir todas las escuadras por torpederos, diciendo que, poseyendo muchos de estos barcos, no habría acorazado capaz de resistir al ser atacado por un enjambre de ellos, porque aunque rechazara á varios y los echara á pique, no podría impedir que alguno de los torpedos lanzados, que ya entonces eran automóviles, alcanzara con su explosión al buque atacado, produciendo su pérdida; pero después se ha reconocido que el ataque del torpedero requiere sorpresa y que con un poco de vigilancia no es tan temible, y que por más que sea un elemento no despreciable, no es sin embargo de éxito infalible, y sobre todo que no es posible formar una escuadra de ellos solos.

Los torpederos se clasifican generalmente en tres clases: primero, los exploradores, que son de pequeño tonelaje, 10, 15 ó 20 toneladas lo más, y que se llevan suspendidos de pescantes en los grandes acorazados y cruceros, como las demás embarcaciones auxiliares; estos tienen por objeto bajarlos al agua en el momento de ir á prestar servicio. La maniobra para botarlos al agua es igual á la empleada para las demás embarcaciones menores, y tienen la ventaja de necesitar poco carbón, pues se alejarán nada más unas pocas millas del buque de quien dependen. Hay después los torpederos de costa, que llegan á 40 ó 50 toneladas y que se tienen en los puertos y pueden salir algunas millas fuera de ellos para atacar á la escuadra agresora ó simplemente bloqueadora, y por último, los torpederos de alta mar, que necesitan de 100 á 150 toneladas de desplazamiento, y son auxiliares de las escuadras compuestas de acorazados y cruceros.

El constructor inglés Thornycroft fué el primero que alargando el casco, afilando sus formas, aligerando la máquina y empleando el tiro forzado obtuvo hacia 1874 una velocidad de 16 nudos en un torpedero de 20 toneladas. Al principio sólo estaba en favor el torpedero minúsculo, por la baratura de su construcción y las ventajas de la invisibilidad y una invulnerabilidad relativa; pero hubo grandes dificultades de construcción, y como se reconoció desde el principio que el ataque de los acorazados y grandes cruceros por medio del torpedo requería una gran velocidad en el buque agresor, hubo que ir aumentando el desplazamiento de una manera progresiva, casi de tonelada en tonelada, como crecía la marcha de décima en décima de nudo. La clasificación actual ya mencionada puede decirse que ha sido hecha *a posteriori*, al encontrarse con una variedad tan grande de longitudes, desplazamientos y velocidades, y, por supuesto, no es uniforme en las diversas Marinas.

Estas, que empezaron por los 16 nudos en 1874, han llegado á los 25 ó 26. La longitud varía de 25 á 50 metros en los de primera clase; 20 á 25, los de segunda, y 15 á 20, los de tercera. El armamento se reduce generalmente á un par de ametralladoras, cañones de tiro rápido de 37 ó 42 milímetros, ó cañones-revolver.

En 1893 fué creado en Inglaterra un nuevo tipo, el *destructor* ó *contratorpedero (torpedo-boat destroyer)*. Al crearlo el Almirantazgo inglés se inspiró en la idea de que el torpedero ordinario conviene á las Marinas débiles, pues constituye un medio de atacar á los grandes buques de combate, á los modernos acorazados y cruceros; en cambio á Inglaterra, se decía, no le convienen los torpederos, como á Francia ó á Alemania, necesita sí unas embarcaciones muy rápidas para alcanzar, y bastante fuertes para destruir, á los torpederos enemigos.

En el programa naval de 1893 figuraron ya 20 buques de este género, que debían tener 220 toneladas de desplazamiento, máquinas de 3400 caballos y velocidad de 26 á 27 nudos, y el armamente consistiría en un cañón de tiro rápido de 12 libras (76'2 milímetros), tres de 6 libras (57 milímetros) y tres tubos lanza-torpedos; la tripulación 40 hombres, y debían llevar 60 toneladas de carbón. El presupuesto era de 30.000 libras esterlinas.

Sólo hubo al principio dos arsenales particulares ingleses que se sin-

tiesen con medios y fuerzas para aceptar las condiciones de este programa, los de Yarrow y de Thornycroft; algún tiempo después se les agregó Laird.

Los dos primeros *destroyers* fueron el *Havock* y el *Hornet*, construídos ambos en Poplar, por los Sres. Yarrow. Con un calado de 1'55 metros, una eslora de 55 metros y una manga de 5'70 metros, realizan las condiciones del programa. Tienen la proa muy peraltada, la roda recta. El blockhaus del comandante está á 14 metros de la proa y lleva encima el cañón de 12 libras; á ambos costados hay unos manteletes que llegan hasta las bordas, donde se extienden ocupando unos cuantos metros y protegen á los sirvientes de dos de los cañones de 6 libras, que están sobre el puente á ambos lados del blockhaus. El casco es de acero y está dividido en 11 compartimientos-estancos, dos de ellos contienen las calderas, que tienen á ambos costados las carboneras, y otro las dos máquinas de triple expansión y de condensación, en las cuales se ha conseguido anular las vibraciones, asunto importantísimo para hacer posible la vida á bordo. En el mismo compartimiento están la máquina auxiliar, la de compresión para cargar los torpedos, las dinamos, las máquinas eléctricas para señales y el aparato de destilación de agua. El tercer cañón de 6 libras, va en una plataforma á popa y delante de él un proyector de luz eléctrica. Los tres tubos de lanzar torpedos van uno á proa y los otros dos apareados y giratorios alrededor de un eje vertical á popa, entre el cañón y el proyector.

Las pruebas de marcha que se hicieron con estos buques fueron brillantes y no menos satisfactorias las de tiro en cuatro series de un minuto cada una, evolucionando alrededor de un blanco que representaba un torpedero de primera clase; verdad es que la mar estaba tranquila, el enemigo no contestaba al fuego y la distancia, que varió entre 750 y 1400 metros, era perfectamente conocida.

Como consecuencia del sistema que se ha seguido para la construcción de los *destroyers*, encargándolos á la industria privada y no dando á los astilleros proyectos ni planos detallados, sino un programa de las condiciones que debían satisfacerse, hay bastante variedad en las disposiciones de detalle. Además, en las construcciones que han sucedido á las primeras, se ha aumentado el desplazamiento, subiendo ya á 250 y

260 toneladas en 1894, á 280 en 1895 y á 300 en 1896, en algunos se ha llegado á 333 y la velocidad ha rebasado los 30 nudos.

Además de Inglaterra, que ha reunido más de 80 buques de esta clase, otras varias naciones han querido también tenerlos. Francia posee 8, Italia 9, el Japón 20, Rusia 11 y los Estados Unidos 20. En España llegamos á tener 6 á fines de 1897, de los cuales conservamos el *Audaz*, *Osado* y *Proserpina*, de 400 toneladas, máquina de 7500 caballos y velocidad de 30 nudos, construídos en Clydebank, en los talleres de Thomson.

Hay que advertir que el primitivo objeto de estos buques, que les dió propiamente el nombre de *destructores de torpederos*, parece que se pierde de vista en la actualidad, para convertirlos en unos torpederos de alta mar, más autónomos tal vez que los existentes de primera clase. También conviene hacer notar que no todos los marinos sienten grandes entusiasmos por este tipo de buques muy costosos, acerca de cuyo empleo más útil no están conformes todas las opiniones.

***

Convendría aquí incluir cuadros numéricos de los datos esenciales de los buques de la Marina nacional y de las principales extranjeras, pero estos datos son constantemente variables por la construcción de nuevos buques, desaparición de los que son ya inútiles y reforma de los que, ya antiguos, pueden por este medio adaptarse á las nuevas necesidades. Es mejor para conocer todos estos detalles acudir á algunas publicaciones especiales, entre las cuales debe colocarse en primera línea el *The Naval Annual* de T. A. Brassey, que se publica todos los años, desde 1886, hacia el mes de mayo, y contiene cuantos datos pueden desearse de dimensiones, máquina, corazas, armamento, velocidad, de todos los buques existentes y en construcción de todas las Marinas y además dibujos que represesentan los tipos especiales ó característicos. Existen además otras publicaciones análogas, como la austriaca *Almanach für k. und k. Kriegsmarine* y la francesa *Annuaire de l'officier de marine.*

Guerra Marítima.

V.

Operaciones en el mar.

Hecho el estudio del material de la Marina de guerra, conviene dar algunas ideas de la guerra marítima. Esta puede ser la guerra en alta mar, de escuadra á escuadra ó de buque á buque, y la guerra en las costas. Para nuestro objeto nos interesa más la segunda que la primera; pero no podemos prescindir de ninguna de las dos, porque, en realidad, la guerra marítima no pertenece en absoluto á uno de los dos tipos solamente, sino que las operaciones de alta mar se mezclan y combinan con las de costa, porque los buques no combaten en alta mar por capricho de destruirse, sino que el objeto definitivo de estas operaciones está en la costa, bien para proteger un desembarco ó para defenderla de un ataque, levantar ó establecer un bloqueo, en una palabra, que tienen por objeto impedir ó verificar una operación cuyo objetivo está en la costa.

Desde luego, los buques que constituyen las fuerzas navales de una nación se agrupan en *escuadras*, en analogía á lo que es el *ejército* ó el *cuerpo de ejército* para las fuerzas terrestres. Antiguamente al conjunto de todos los buques de una nación ó á una escuadra muy numerosa se le llamaba *Armada*, y por algunos *Flota*, palabra que, en rigor, es un galicismo, pues en francés *Flotte* es lo que en español *Armada*. Armada era la que combatió en Lepanto, armada la *Invencible* que se envió contra las costas de Inglaterra y también la que sucumbió en Trafalgar á principios del siglo actual. Una Armada se dividía en escuadras, como lo prueba el escalonamiento de categorías en su mando, pues sabido es que se llamaban capitán general, teniente general y jefe de escuadra, los

mismos empleos que, tomándolos de lo que existe en todas las naciones marítimas, se llaman hoy almirante, vicealmirante y contralmirante. Modernamente, á causa de que las armadas son mucho menores que antiguamente, en que se reunían de 60, 80 á 100 buques, y hoy una agrupación de 20 buques es ya considerable, se llaman escuadras, y éstas se fraccionan en divisiones de cuatro ó seis buques y éstas á su vez en grupos de dos ó tres. La organización de una escuadra puede variar, y hay quien prefiere que en cada división, ó al menos en cada grupo, se reunan los buques de condiciones análogas; otros consideran como mejores los grupos mixtos, para que tengan diversidad de aptitudes y puedan, por lo tanto, acudir por sí á todas las necesidades de su servicio, y esto es lo que en la mayor parte de los casos ocurre, pues á no ser naciones como Inglaterra, que algunas veces ha llevado adelante de una vez la construcción de varios buques del mismo modelo, la mayoría de las naciones tienen diversidad de tipos y en caso de necesidad tendrán que recurrir á lo que tengan; así hizo el almirante Tegethof cuando se le preguntó por su Gobierno qué buques quería para combatir con la escuedra italiana, contestando que «todos los que hubiera, que él sacaría de cada uno el partido que creyera más conveniente», y, como ya hemos visto, el combate de Lissa justificó su dicho.

De todos modos, como la mayoría de las naciones han construído sus buques introduciendo perfeccionamientos sucesivos, excepto en algún caso excepcional, cada buque es distinto de sus congéneres, y aunque se quisiera sería difícil formar una escuadra del todo homogénea.

Se acostumbra á llamar *fuerzas ligeras* á los cruceros y avisos, *sutiles* á los cañoneros, lanchas-cañoneras y torperderos, é *irregulares* á los buques mercantes armados en guerra ó en corso, y también hay que contar con que una escuadra lleva buques de transporte, que generalmente no son de guerra, dedicados á la conducción de material, que constituyen el *convoy*.

La movilización de las fuerzas navales requiere un estudio largo y tenerlo todo preparado durante la paz, para tener la seguridad de contar con los elementos navales en tiempo de guerra, porque aunque todas las naciones navales tienen organizadas permanentemente algunas escuadras, éstas no bastan para una guerra considerable. Así Inglaterra tiene

la escuadra del Canal destinada á la vigilancia de sus costas, otra del Mediterráneo para apoyo de sus posesiones en este mar, Gibraltar, Malta, Chipre y hoy Egipto, y el camino de la India y de sus posesiones de Oceanía por el Canal de Suez; además de estas dos escuadras sostiene otras en sus posesiones lejanas de la India, de América y de la costa de Africa. Francia también tiene permanentemente una escuadra en el Mediterráneo, principalmente para proteger sus comunicaciones con Argelia, y otra en el Atlántico, que recorre sus puertos militares de Cherburgo, Brest, Lorient y Rochefort y la parte de costas inmediata á España, Bélgica y Holanda, y en realidad se opone á la escuadra inglesa del Canal. Sin embargo, decimos, ni Francia, ni Inglaterra (á pesar de que la escuadra de esta última nación en el Mediterráneo verificó el bombardeo de Alejandría á la primera orden y sin recibir ningún refuerzo), dejan de necesitar la movilización al declararse la guerra, pues tienen una gran cantidad de buques en reserva, porque de no ser así no habría presupuesto que pudiera sostener las escuadras, además de que se deterioran mucho los buques manteniéndolos constantemente en servicio; por lo tanto, aunque se tenga ya la tripulación designada, como también estará en la misma situación de reserva, se requiere cierto tiempo para movilizarla, y á que este tiempo sea el menor posible es á lo que se debe tender, y aunque se tengan bien repletos de pertrechos los almacenes, dispuesta la artillería y con toda clase de elementos los arsenales, se podrá aspirar y conseguir que se reduzca al mínimum este tiempo, pero siempre la movilización será necesaria para poner las fuerzas navales en pié de guerra.

Expuestas las anteriores nociones sobre la composición y organización de las escuadras, antes de entrar en el estudio del combate marítimo, necesitamos, aunque sólo sea de pasada, dar algunas definiciones sobre la táctica naval, porque existen modos distintos de conducir y colocar los buques, unos más apropiados y ventajosos que los otros, para marchar ó combatir. Estos modos distintos de colocarse los buques unos respecto á otros, ó sea su posición relativa, es lo que constituye las formaciones de una escuadra, y estas formaciones se dividen en órdenes que pueden ser simples, compuestos y especiales. A la primera clase pertenecen las formaciones en que los buques se colocan todos en una sola

línea directríz; los órdenes compuestos son aquellos que se forman combinando estos elementos de orden simple, adosándolos ó colocándolos unos al lado de otros, y órdenes especiales son los que no se pueden incluir ni entre los primeros ni entre los segundos, como, por ejemplo, el orden de grupos que modernamente ha tomado mucha importancia.

Los elementos de las formaciones son generalmente los buques, como unidad, y á veces la división ó el grupo, y por esto hay órdenes de formación por divisiones y por grupos ó pelotones, lo mismo que por buques.

Para mantener la colocación relativa y dar dirección al conjunto, se establece un buque regulador, que suele ser el que lleva la insignia del almirante de la escuadra, el cual marca los movimientos. La orden de ejecución se da por medio de señales hechas con banderas de diferentes colores y colocación, desde los topes de los palos militares ó la arboladura de los buques que la tienen, dando la indicación sobre el movimiento, formación ó evolución que ha de hacerse, procedimiento universalmente adoptado, porque en la gran extensión de mar que ocupa una escuadra, se hace imposible entenderse por la voz ni otros medios acústicos, como no fuera á cañonazos, que tienen el inconveniente de ser difíciles de combinar y necesitarse un gran número para cualquier indicación, de modo que resultaría más lento que las señales con banderas.

Es principio general en toda evolución, que ésta sea sucesiva, partiendo del buque regulador, y todo buque se dirige y estaciona con relación á los inmediatos en la formación, que se llaman sus *matalotes*. Así pueden ser matalotes de babor y de estribor en la línea de frente, de proa y popa en la columna, de *amuras* ó *aletas* de babor ó estribor en los órdenes oblícuos.

La colocación de un buque con relación á su matalote se hace por *marcación*, ó sea por el ángulo que forma el eje ó quilla del buque con la línea que determinan los palos mayores ó los palos militares del buque y del matalote que se marca. Los ángulos ó marcaciones se miden ó designan por las divisiones de la rosa de los vientos, que tiene, como es sabido, 32 direcciones ó vientos, y el intervalo entre cada dos consecutivos, ó sea el ángulo $\frac{1}{32}$ de la circunferencia, es lo que se llama un

cuarto (un cuarto $= \frac{360°}{32} = 11° 15'$); cuatro cuartos es, por lo tanto, 45°, y ocho cuartos el ángulo recto. Para determinar una formación hay que especificar el ángulo que debe marcar cada buque con su matalote y la distancia que deben conservar entre sí, que generalmente acostumbra á ser un cable ó dos, que antiguamente eran de 183 metros (décimo de la milla marina ó inglesa) y hoy se toma generalmente de 200 metros, porque como de todos modos es el cable una unidad que no se puede aproximar al metro, ni siquiera al decámetro, no importa que sea el cable de 183 ó de 200 metros; sin embargo, la Marina inglesa conserva el antiguo, que viene á ser de 200 yardas, pero los franceses y españoles han adoptado el cable de 200 metros. La formación puede ser abierta ó concentrada, según sea la distancia mayor ó menor que la normal, pero esta última no es conveniente porque puede en las evoluciones exponer á colisiones que siempre han sido peligrosas, y hoy lo son más por los espolones que llevan los buques, y no hay que recordar más que lo ocurrido en unas maniobras de la escuadra inglesa del Mediterráneo, en que el *Camperdown* echó á pique al *Victory*, ejemplo que basta para demostrar las consecuencias que un accidente de esta clase puede traer.

Entre los órdenes simples debemos considerar en primer lugar la *línea de fila*, que verdaderamente debía llamarse *línea de hilera*, porque la denominación está tomada del francés *ligne de file*, que si fuera de fila sería *ligne de rang*, de manera que al darle la primera traducción se ha cometido un galicismo; pero como es la denominación aceptada y oficial, hay que seguirla llamando así, aunque con la protesta de que no es castellana la frase y sería mejor haberla llamado columna; la formación consiste en los buques colocados uno detrás de otro con las quillas en la misma dirección y sobre una recta, ya sea en el orden natural de la numeración de los buques de cabeza á cola (fig. 36), ya en el inverso (figura 37); este orden se emplea para marcha y combate, en cuyo caso se presenta el costado al enemigo, como los buques italianos en Lissa, la escuadra del almirante Lobo frente á Cartagena

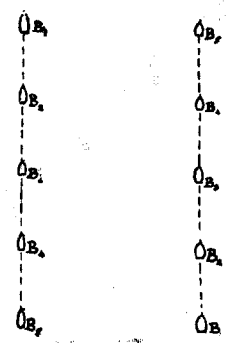


Fig. 36. Fig. 37.

el 11 de Octubre de 1873, y la japonesa en el Yalú; tiene para el combate la ventaja de que deja el costado despejado y de la facilidad que dá para las maniobras, pues basta que todos los buques sigan los movimientos del que lleva la insignia, que vá en cabeza, pero es sobre todo una formación de marcha, especialmente si hay que pasar por canales ó pasos estrechos, porque para el combate no deja de tener inconvenientes.

La *línea de frente* la forman los buques colocados sobre una recta, marcando cada uno con respecto á sus matalotes de babor y estribor ocho cuartos, es decir 90°, y con las quillas paralelas á la del buque regulador (figs. 38 y 39) y los palos mayores en la misma recta; esta formación ú orden es lo que se llama línea en el ejército, y en él debe de-

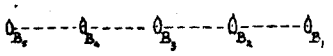


Fig. 38.

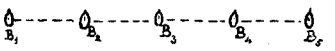


Fig. 39.

jarse entre los buques un espacio mayor de un cable, generalmente dos, es decir, 400 metros.

Cuando los buques están sobre la misma alineación, pero cada uno marca con sus matalotes de amuras ó aletas una dirección que no llega á los ocho cuartos por un lado y excede por el otro, se forma lo que se llama línea de marcación (*de rélèvement*, en francés); en esta formación la línea de los palos mayores forma una recta inclinada con relación á la marcha, formando con ella (figs. 40 y 41) un ángulo de 45° generalmente, aunque puede variar.

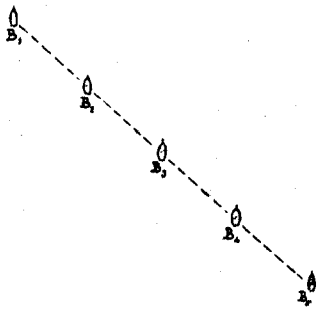


Fig. 40.

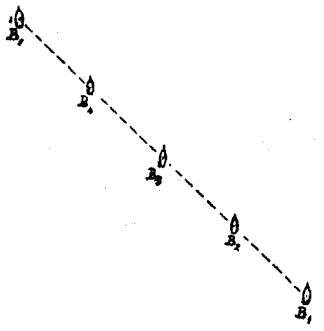


Fig. 41.

Cuando no están todos los buques sobre una sola recta sino que son dos líneas de esta clase formando un ángulo saliente (de caza) (fig. 42) ó entrante (de retirada) (fig. 43), se tiene la formación *en cuña*, que adoptó el almirante Tegethof en Lissa, y que allí era ángulo de caza, é invirtiendo la formación es el ángulo de retirada.

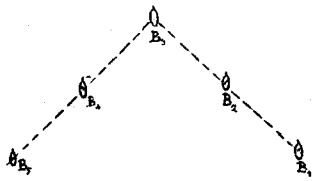


Fig. 42.

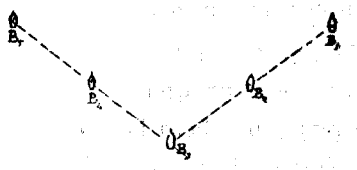


Fig. 43.

Entre los órdenes especiales, que conviene conocer antes de los compuestos, figura en primer término el de grupo ó pelotón; este orden, que se considera como el más apropiado para el combate de una escuadra moderna de acorazados, se ensayó por el almirante Hornby en 1872, y despues ha sido preconizado por varios autores, como los comodoros Laughton y Noël y teniente Campbell, todos ingleses, hacia el año 1874, aunque la Marina de este país no lo ha adoptado como oficial hasta mucho después; se considera como un orden eminentemente propio para el combate por las propiedades especiales que posee. Lo constituyen tres buques formando un triángulo escaleno, uno de ellos va en cabeza y con relación á éste los otros dos, uno á cada costado, marcando con relación á él ángulos de dos cuartos y tres y medio respectivamente; este último á doble distancia que el otro (figs. 44 y 45), y de este modo se pueden

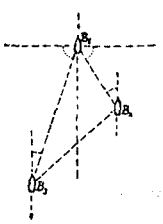


Fig. 44.

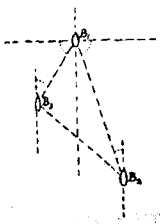


Fig. 45.

hacer con los tres buques fuegos de caza y retirada, y fuegos de través á babor y á estribor, al mismo tiempo que están en disposición de em-

plear el torpedo y el espolón; este orden simplifica la maniobra, porque se puede poner en cabeza el buque cuyo comandante es más antiguo para tomar el mando, y los demás pueden cumplir sus órdenes casi sin hacer uso de señales sólo con seguir sus movimientos; forma el grupo una unidad táctica mejor que la unidad buque, porque combinando las condiciones de velocidad, artillería, marcha y resistencia de los tres buques de un grupo, se puede sacar más partido de ellos. La primera vez que se empleó este orden, aunque sin duda de un modo inconsciente, fué en Cartagena en octubre de 1873 por la escuadra insurrecta, colocando en cabeza la *Numancia*, y á los costados la *Tetuán* y la *Méndez Nuñez*; ya decimos que lo más probable sería que tomaran este orden por casualidad; pues formaron un pelotón irregular; pero sea como quiera, lo cierto es que en los planos que acompañan á las relaciones de aquel combate, se encuentra esta formación, que después se ha preconizado. También se puede constituir el grupo con cuatro buques, y entonces forman un paralelógramo, colocando tres como hemos dicho, y en el cuarto vértice del paralelógramo se coloca el cuarto buque, formación que habría que adoptar si el pelotón tuviera cuatro buques á consecuencia del fraccionamiento de la escuadra.

Otra formación especial que algunos han aconsejado es el cuadrado naval que se forma con nueve buques (fig. 46) colocados en los vértices, puntos medios de los lados y centro de un cuadrado, que marcha generalmente en dirección de una diagonal: ofrece el inconveniente de ser una formación poco maniobrera, y la única ventaja que presenta es que con facilidad y sin variar la disposición relativa de los buques, puede hacer movimientos en una dirección oblícua ó volver sobre sus pasos sin alterar la formación; es demasiado regular y no deja la libertad para el fuego que deja el grupo.

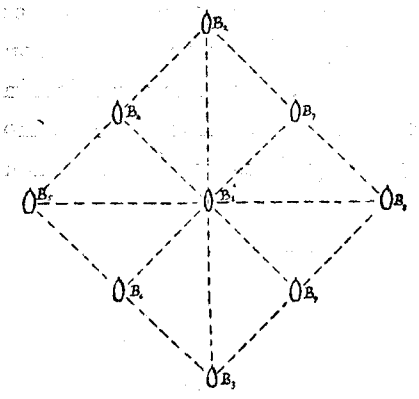


Fig. 46.

Los órdenes compuestos son como los simples, pero entrando en ellos

los grupos ó formaciones simples, haciendo el papel que los buques aislados en éstas, y así puede haber orden de fila por divisiones en línea de frente, que son varias líneas una detrás de otra, y también línea de frente por divisiones en orden de fila, que son varias líneas de fila paralelas unas á otras, y marchando en el mismo sentido. También doble línea de frente que se emplea como preparación para el combate y que acostumbra á presentar la disposición que se llama en orden *endentado*, es decir, que los buques de la segunda línea de frente no se presentan cubriendo á los de primera, sino frente á los intervalos (fig. 47) de ésta.

Sobre las evoluciones poco hemos de decir, porque no nos corresponde, ni necesitamos entrar en muchos detalles para el fin que nos proponemos. Desde luego unas tienen por objeto cambiar de dirección conservando la misma formación, y otras son para pasar de unas formaciones á otras; como principio fundamental estas últimas se llevan á cabo del modo más sencillo y evitando los peligros del choque de unos buques con otros; muchas veces la evolución es de *pronta formación*, y cada uno marcha á su puesto por el camino más corto, y otras veces es siguiendo el camino que de antemano está señalado; camino que en las antiguas escuadras era complicado y hoy se tiende á simplificar por la dificultad que presenta emplear las maniobras artificiosas en el combate.

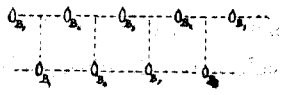


Fig. 47.

De estas formaciones unas son más propias para la marcha y otras para el combate. El orden de fila simple ó doble es una buena formación de marcha, sobre todo el sencillo, porque el buque regulador que va en cabeza es el que tiene todo el cuidado de la marcha, y los demás no se tienen que preocupar más que de seguir su camino y conservar la distancia, así el regulador, en la seguridad de que los demás le han de seguir en sus movimientos, puede maniobrar con más desembarazo; pero tiene en cambio el inconveniente de que si es muy grande el número de buques, hay mucha distancia de la cabeza á la cola, y si la distancia de buque á buque es de dos cables, llega á ocupar algunas millas, lo que no deja de tener inconvenientes, y por esto se recurre á la formación doble. La línea de frente es defectuosa para la marcha por la pérdida de velocidad que traen consigo las detenciones, para que no se pierda la

alineación, que sobre todo con malas mares es difícil de conservar; en cambio, es formación que muchos prefieren para el combate, pero la que hoy se tiende á preferir por los autores es la formación en grupos, partiendo del grupo elemental, dividiendo la escuadra en varios y disponiendo éstos en línea de frente ó en línea de fila por grupos, en las condiciones que sean más ventajosas para el combate.

El combate puede ser individual entre dos buques, ó combate entre dos escuadras.

Primer caso del combate individual entre dos buques es el de un acorazado con otro acorazado. Muchos consideran que el arma esencial para este combate es el espolón, y que el cañón, y sobre todo el torpedo, son armas secundarias, así el almirante Jurien de la Gravière dice: «c'est par le choc qu'il faut vaincre, c'est contre le choc qu'il faut se prémunir.» Del torpedo no se puede negar que depende su eficacia de que el buque enemigo se encuentre en condiciones á propósito, el lanzar un torpedo un buque á otro que conserva sus facultades de velocidad y marcha es muy expuesto á que no dé resultado y se pierda el torpedo, lo que tiene importancia si se tiene en cuenta que se llevan pocos, porque aunque hay buque que lleva seis ó siete tubos para lanzar torpedos, con dificultad lleva más de dos ó tres torpedos por tubo.

La artillería ya no es tan exacto que sea secundaria, como algunos han pretendido, porque se puede emplear desde el principio al fin del combate, y su eficacia depende de las condiciones de protección de los acorazados. Si uno de ellos tiene superioridad de protección muy marcada, éste tiene interés en empeñar un combate de artillería para imponerse, porque si trata de emplear el espolón, se expone á recibir también un espolonazo, y ya pierde la ventaja que le da la superioridad de su coraza, y por eso es el interés que tiene en perforar la coraza del buque enemigo é inutilizarle en sus partes vitales, y sino batir las chimeneas para disminuir su marcha, las cofas para impedir los fuegos de dominación y privarle de hacer señales, la hélice, el timón, ó cualquiera de sus órganos de gobierno, tiros todos estos que le pueden dar superioridad, porque en el momento en que quede sin poder marchar ó algo aminorada la velocidad ó sin gobierno, es la ocasión de lanzarle un torpedo, ó mejor de intentar el empleo del espolón, que será el arma última de

que se ha de hacer uso para terminar un combate que se haya preparado con la artillería, y que si se emplease desde el principio sería raro que diese resultado, á no ser que tenga un buque mucho mejores condiciones de giro ó evolución que el otro, y en cambio poca artillería que no le permita imponerse, en cuyo caso puede intentar hincar su espolón al buque enemigo para abreviar el combate.

Si uno de los acorazados es muy inferior para intentar el combate y en cambio tiene más velocidad, puede rehusarlo retirándose, pero para esto se necesita que la superioridad de marcha sea muy marcada, porque sino con la mayor facilidad la pierde por un accidente cualquiera, y la situación entonces es casi siempre muy desfavorable. Hay una teoría debida al teniente Bethell, de la Marina inglesa, quien indica que cuando un buque va en persecución de otro, si este último no tiene una velocidad muy superior á la de su perseguidor, puede hacer una maniobra que consista en salir de la línea, y virando de bordo atacar por el costado á su enemigo hincándole el espolón; pero esta maniobra, que parece conveniente, es muy expuesta, porque coloca á los dos buques en tal situación, con relación á su velocidad y distancia, que hay un momento que, el teniente Bethell llama posición de máximo peligro (fig. 48), en que el buque perseguidor *B* puede salir de la dirección que sigue y alcanzar al otro *A* cuando todavía está describiendo el arco á que le obliga la maniobra que intenta ejecutar, de tal modo, que encontrándole de costado, le puede á su vez clavar el espolón.

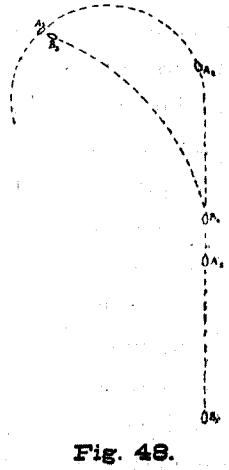


Fig. 48.

Ejemplos de combates entre dos acorazados no faltan en las guerras modernas; uno es el que el 9 de marzo de 1862 tuvo por teatro la bahía de Hampton-Road, entre el *Merrimac* y el *Monitor*, combate que ya conocemos; después, en la guerra del Pacífico entre Chile y Perú, el combate entre el *Huascar* y el *Manco-Capac*, en Arica, el 27 de febrero de 1880; pero las condiciones eran distintas, porque el *Huascar* era un monitor de buenas condiciones y el otro acorazado era un buque comprado por los peruanos en los Estados Unidos, donde ya había combatido, siendo uno de los que formaban la es-

cuadra del almirante Farragut, en el forzamiento de la entrada de la bahía de Mobila, y llevaba cañones Rodmann de 28 centímetros, de poca potencia perforante, además de no considerarse el combate decisivo, porque los peruanos tenían ya pocos buques, é indudablemente el comandante del *Manco-Capac* tenía órdenes reservadas de no empeñarse á fondo, comprometiendo las pocas fuerzas navales que le quedaban al Perú contra las superiores de Chile.

En el combate de un crucero con un acorazado, se admitía antes que si el primero tenía suficiente velocidad, debía escapar para ponerse fuera del alcance del acorazado, porque, en efecto, un buque sin protección alguna, aunque llevara artillería de regular potencia, no era un verdadero buque de combate como es hoy, que llevan cañones de gran calibre y elementos de protección, bien sea con coraza y puente ó sólo el segundo y *cofferdam*, y no se puede admitir que rehuse el combate porque ya se encuentra en condiciones semejantes que el acorazado, y casi siempre le supera en velocidad y facilidad para las evoluciones, y aunque pueda ser inferior en coraza y artillería, no lo será en las demás condiciones, por lo que se puede admitir que empeñe combate con el acorazado. Si hay una diferencia muy grande entre los dos buques, al crucero le conviene hacer uso de la artillería y mantenerse á distancia, intentando perforar la coraza, si le es posible, para en el momento en que crea que le ha causado averías en las partes vitales, ó le haya roto las chimeneas, hélice ó el timón, hacer uso del espolón lanzándose sobre él á toda máquina, y en este caso, si el crucero es protegido, ya no hay una gran diferencia entre su modo de terminar el combate y el caso de un acorazado con otro acorazado.

En el caso de que el crucero sea sin protección, ya es diferente; entonces, si puede el crucero emprender una retirada, sería el mejor partido que puede tomar, pero no es indiferente el camino que puede seguir, porque debe emprender la retirada en la dirección más favorable para que el fuego del acorazado se haga en las peores condiciones, es decir, si el oleaje toma de través al acorazado, seguirá una dirección perpendicular á la del oleaje para obligar al acorazado á hacer balances pronunciados y que la artillería se emplee en malas condiciones, fallando la mayor parte de los disparos; en cambio, si ha conseguido introducir

un proyectil por la proa del acorazado, le conviene que éste dé cabezadas para que embarque agua, y entonces le será mejor emprender la retirada en la misma dirección del oleaje, todo lo cual indica también que la retirada que emprenda ha de variar según el estado del mar y las condiciones de los buques. Algunas veces conviene sacar partido de otras circunstancias, como en el combate entre la *Covadonga* y el acorazado *Independencia* en Punta Gruesa, el 21 de mayo de 1879. La *Covadonga* era una goleta chilena que había sido española y nos la habían apresado en la guerra del Pacífico en 1865; era de poco calado, y se vió atacada por el acorazado peruano, que era de más de 1000 toneladas; la *Covadonga* escapó, pero en dirección de la costa hacia Punta Gruesa, á un mar de poco fondo, por donde pudo pasar la *Covadonga* y no le fué posible al *Independencia*, que encalló y se perdió en el bajo, y como ésta, hay una porción de circunstancias que pueden hacer posible el combate de un acorazado con un crucero sin protección, como se recordará que ya se dijo algo de esto, aunque con otro motivo, al describir el combate del buque mercante ruso *Vesta* con el acorazado turco *Athar-Shefket* en el Mar Negro, pero aquí había circunstancias especiales por el armamento de la *Vesta*, que eran morteros rayados de 15 centímetros.

En cuanto al combate de buques no acorazados, generalmente al que es superior en artillería le conviene el combate á distancia y tratar de echar á pique al enemigo por medio del fuego de cañón, como ocurrió en el combate entre el *Alabama*, corsario confederado, y la corbeta federal *Kearsage*, fuera de las aguas jurisdiccionales del puerto de Cherburgo, donde se encontraron los buques el 19 de junio de 1864; en este combate, el *Kearsage*, que era superior en artillería, echó á pique al buque confederado, atravesándole los costados con sus proyectiles. En otros casos no ha ocurrido así, como en el combate entre el buque alemán *Meteor* y el francés *Bouvet*, los dos de madera, que se encontraron en el puerto de la Habana el 9 de diciembre de 1870 durante la guerra franco-prusiana y salieron á aguas libres, donde el combate terminó por averías en la máquina del *Bouvet*, después de haber intentado aprovecharse de su superioridad en la maniobra para emplear el espolón, pero éste será un caso excepcional, sin negar por esto que pueda llegar un momento en que se pueda aprovechar del espolón el que lo lleve.

Otro caso de la guerra naval moderna es el combate del torpedero contra el acorazado ó crucero. El torpedo es un arma de sorpresa y que requiere, por lo tanto, en el atacado falta de vigilancia; desde luego, el caso de emplear con éxito el torpedo lanzado desde un acorazado ó un crucero durante un combate naval, hasta ahora no se ha presentado, aunque sí se ha intentado, por ejemplo, en un conflicto entre Inglaterra y el Perú en 1877, el *Shah*, crucero inglés, lanzó al monitor peruano *Huascar* un torpedo sin obtener resultado. El ataque del torpedero contra el acorazado y crucero supone al buque en estación, ó, por lo menos, moviéndose muy poco, como se verificó en el ataque de un torpedero semisubmarino de botalón contra el monitor federal *Housatonic* que se encontraba bloqueando el puerto de Charleston el 18 de febrero de 1864, ó bien en los casos que hemos expuesto anteriormente entre torpederos rusos y acorazados turcos durante la guerra de Oriente en 1877, donde cuatro lanchas torpederas con torpedos de botalón se acercaron al monitor turco *Seiffi*, consiguiendo dos de ellas aplicar el torpedo y volar el monitor sin sufrir ninguna baja, á pesar del fuego que les hicieron desde el acorazado; aquí se comprende que tuviera éxito el ataque, porque era el primer caso que ocurría de este género y no estaban preparados los turcos, pero ya, en otro caso que ocurrió en el puerto de Batum, en enero de 1878, no ocurría lo mismo, y, sin embargo, dos lanchas torpederas, pero ya con torpedos automóviles Whitehead, echaron á pique un crucero turco no acorazado de 1500 toneladas, á pesar de la vigilancia y de haber una barrera flotante de consideración colocada alrededor del crucero, pero consiguieron romperla y lanzar el torpedo. También en la guerra del Pacífico entre Chile y Perú, ya al final, y durante el bloqueo del Callao, los chilenos, desde el *Gualcolda*, lanzaron un torpedo contra la *Unión*, corbeta peruana, pero el torpedo estalló contra la estacada que habían colocado y no dió resultado; el 25 de mayo de 1880 también hubo un combate pero ya entre torpederos solamente, dos chilenos contra tres peruanos, combate que dió por resultado irse á pique un torpedero peruano y otro chileno.

Hay otra manera de emplear el torpedo, pero entra ya en las estratagemas, que rayan por lo menos en los límites de lo ilícito. Nos referimos á la que produjo la voladura de la *Covadonga* en la misma guerra

de Chile y Perú, dejando abandonada una lancha llena de víveres frescos de que sin duda estaba privada hacía tiempo la tripulación del buque chileno; el cargamento debía tener oculto un torpedo con un aparato de relojería ó con un muelle forzado por el peso de los objetos, y al desembarcar éstos se produjo la voladura que fué causa de que el buque se fuera á pique, y á los pocos días se perdía víctima de un accidente semejante la *Loa*, también goleta chilena.

El combate entre dos escuadras obedece á los mismos principios fundamentales, pero encierra mayor complicación; si en el combate de buques aislados se puede admitir que será difícil el uso del espolón, aquí, aunque parece más probable poder emplearlo por la mezcla de unos buques con otros, es en cambio más expuesto, como se comprueba por lo ocurrido en el combate de Memphis, en la entrada del Mississipí, el 6 de junio de 1862 entre doce cañoneras federales y ocho confederadas, de las que fueron seis echadas á pique, cuatro por choques del espolón, una de ellas por chocar con el espolón de otra del mismo bando.

Recordando lo que hemos dicho sobre las formaciones, resulta que las más convenientes para el combate son la línea de frente y el orden de grupos, que es la que más preconizan los autores de táctica naval por la libertad de los movimientos, pues todos los grupos admiten cierta autonomía, y en el desorden del combate naval, donde no se pueden siempre dirigir por medio de las señales del buque almirante, por ser fácil que no se vean, y sobre todo, porque cuando se puedan entender, casi siempre habrá pasado la oportunidad y las circunstancias que aconsejaban el movimiento. Algunos autores admiten que el combate se conducirá conforme á instrucciones generales que se habrán dado á los comandantes de buque, previendo en lo posible las contingencias de la acción, porque empeñarse el almirante en dirigir por sí mismo todo el combate es imposible. La línea de grupos será la formación á que recurra una escuadra para maniobrar con facilidad y evolucionar con cierta soltura; á pesar de esto, la misma línea de fila con los buques, uno tras otro, se ha empleado, como hemos visto, por los italianos, aunque con mal resultado, en Lissa, por el almirante Lobo frente á Cartagena y recientemente por los japoneses en el Yalú.

Para completar estas ideas sobre los combates navales conviene acla-

rarlas presentando algún ejemplo de combate entre dos escuadras. Para ello podríamos remontarnos á los sostenidos entre federales y confederados en los Estados Unidos desde 1862 á 1865, ó al mismo de Lissa, porque ni el combate de Heligoland en la guerra de Dinamarca en 1864, que fué entre buques de madera, lo mismo que el de Riachuelo en la guerra entre el Brasil y el Paraguay, donde algunos buques hasta eran de ruedas, ni los combates navales de la guerra del Pacífico por verificarse entre dos buques ó tres por una parte y otros tantos por la otra, pueden considerarse como ejemplos de combates de dos escuadras modernas, así que, á pesar de todos sus defectos, el combate más moderno que nos puede servir de ejemplo es el que se empeñó el 17 de septiembre de 1894 en alta mar, frente á la desembocadura del río Yalú entre las escuadras china y japonesa.

Decimos anteriormente que tuvo este combate bastantes defectos, porque efectivamente, ni la formación de la escuadra japonesa parece que fué todo lo apropiada que debía haber sido para el caso, ni desde luego lo fué la disposición en que combatió la escuadra china, pero es fácil que los japoneses no hubieran adoptado la misma formación si hubieran tenido enfrente otro enemigo; tampoco se hizo uso del espolón, ni el torpedo dió tampoco resultado.

La escuadra japonesa había sido llevada á las aguas de Corea por las necesidades de la guerra mantenida en esta península, donde los japoneses habían desembarcado un cuerpo de ejército. Se encontraba protegiendo el flanco de la marcha por tierra de las tropas que, transportadas en 31 buques, habían desembarcado en Chemulpo, y al mando del mariscal Yamagata se dirigían por tierra á la frontera de la Mandchuria. La escuadra china era de consideración y se componía de más de 20 buques modernos, por haber sido construídos casi todos de una vez, aunque unos en Inglaterra y otros en Alemania, ocurriendo una cosa parecida á los japoneses, que además tenían algunos construídos en Francia.

La escuadra japonesa protegía la marcha por tierra de su ejército, creyendo que sería atacado por el flanco por la escuadra china, pero ésta era poco maniobrera y no se atrevió á ello, y en vez de esto el Gobierno chino reforzó su ejército de la Mandchuria, mandando por mar un

transporte de 8000 hombres, escoltados por la escuadra, al mando del almirante Ting, que protegió su marcha desde Talien Wan á la desembocadura del Yalú, donde se verificó el desembarco.

Libres ya los japoneses de la atención de proteger á sus tropas de tierra, pudieron marchar al encuentro de la escuadra china, y dicen que estaban impacientes por llegar el encuentro para dar prueba de lo que eran y lo que valían, pero á pesar de esto no pudieron todos lograr sus deseos porque algunos cruceros y todos los torpederos tuvieron que quedarse atrás para proteger el ataque de Ping-Yang.

La escuadra china tenía bastantes buques y varios torpederos, pero no todos tomaron parte en el combate, quedando para él dos acorazados, el *Chen-Yuen* y el *Ting-Yuen*, buques de reducto central con coraza de flotación y puente horizontal y compartimientos; encima del reducto cuatro piezas Krupp de 30 $^1/_2$ centímetros L/35 colocadas como las del *Italia* á barbeta; además de estos dos, tenían dos cruceros acorazados el *Lai-Yuen* y el *King-Yuen*, y cinco protegidos, *Yang-Wei*, *Chao-Yang*, *Ching-Yuen*, *Chih-Yuen* y *Tsi-Yuen* y un aviso torpedero, el *Kwang-Kai*.

La escuadra china era bastante poderosa en cañones de grueso calibre, llevando en total hasta 25 de estos cañones; en cambio sólo llevaba 29 de calibre medio, y de ellos sólo 14 de carga rápida; además llevaba 50 de pequeño calibre de tiro rápido y 81 ametralladoras. Los japoneses tenían inferioridad en piezas de grueso calibre, pues sólo sumaban 13 entre todos sus buques, pero, sin embargo, eran bastante poderosas, y entre ellas había cuatro cañones Canet de 32 centímetros, de 40 calibres de longitud y 60 toneladas de peso, y los demás de 10 pulgadas inglesas y de 24 centímetros de los tres sistemas, Canet, Krupp y Armstrong, según la nación donde estaban construídos los buques, pero la artillería de calibre medio era muy superior, llevando 91 cañones y de ellos hasta 67 de carga rápida, es decir, más de dos terceras partes, 92 cañones de pequeño calibre de tiro rápido y 54 ametralladoras, de manera que en conjunto la artillería era muy superior á la china. No ocurría lo mismo con las condiciones de los buques: tres eran guardacostas protegidos, el *Matsushima*, *Itsukushima* y *Hashidate*, parecidos al tipo *Italia* sin coraza de flotación y únicamente con puente horizontal, compartimientos-

estancos y *cofferdam* y encima torre á barbeta para un cañón de 32 centímetros; un sólo acorazado, el *Fuso*, de tipo ya un poco anticuado (1877), parecido al *Hércules*, de reducto central y piezas en los chaflanes para hacer fuego próximamente en dirección de la quilla, y los demás buques casi todos cruceros protegidos excepto dos, *Chiyoda* é *Hiyei*, que eran cruceros acorazados, formando el total hasta 12 buques, contando la cañonera *Akagi* y un vapor mercante el *Saikio*, transformado en buque de guerra, y era una especie de *yacht* que no formaba parte de la escuadra, pero que había llevado al almirante Kabayama para pasar una revista de inspección y éste quiso quedarse á tomar parte en el combate.

La escuadra china acababa de proteger el desembarco de las tropas, pero por el calado de los buques no se habían podido acercar á la costa y la mayor parte se quedaron á 15 ó 20 kilómetros de la desembocadura del Yalú. La escuadra japonesa se dirigió hacia la costa de la China y se encontraba el día 17 de septiembre, al amanecer, cerca de la isla de Hai-Yang, y se disponía á apoderarse de la isla de Talú, cuando á las once y media de la mañana descubrió á la escuadra china. Esta había visto antes á los japoneses, á las diez y media, indudablemente porque como éstos estaban en marcha, las columnas de humo de sus chimeneas denunciaron su presencia, lo cierto es que fueron vistos con antipación y tuvieron tiempo de tomar sus disposiciones para el combate.

No están de acuerdo los diferentes artículos de revistas, sobre la formación inicial de los chinos; unos dicen que primeramente fueron dos líneas de fila, otros que en línea de frente y otros que fué un ángulo de caza; lo más probable es que fuese una línea de frente, pero que á consecuencia de las diferentes condiciones de navegación y menor velocidad de los buques que marchaban en las alas, éstos se retrasaron durante la marcha, quedando la escuadra en una formación convexa que pudo parecer un ángulo con el vértice saliente ó ángulo de caza, peor ó mejor formado, demostrándose con esto lo defectuoso de este orden para la maniobra, pues solamente la marcha hizo perder la formación; sin embargo, en todo el combate no tomaron disposición ninguna para variarla, combatiendo en este orden, ó por mejor decir, en lo que de él restaba, demostrándose la falta de iniciativa de los comandantes de los buques chinos, tan perjudicial en todo combate.

La escuadra japonesa avanzó en línea de fila, formando dos divisiones, la primera en cabeza constiuída por los cuatro cruceros protegidos, detrás venía el *Matsushima*, guardacostas protegido que enarbolaba la insignia del almirante Ito, encabezando la segunda división, compuesta de los guardacostas protegidos y los tres acorazados, y por último, á la cola, los dos buques secundarios.

El combate empezó á las doce y cincuenta minutos del día por un cañoneo prematuro de los chinos; tampoco las relaciones están de acuerdo en esto, porque unos dicen que rompieron el fuego á los 4000 metros, y otros hacen subir la distancia á 5 ó 6000; hay que advertir que indudablemente los japoneses adoptaron la formación en línea de fila por ser más potente el fuego de sus costados que el fuego en dirección de la quilla de sus buques; la escuadra japonesa pasó por delante de la china contestando al fuego de cañón é inmediatamente tendieron á dos cosas distintas: los cuatro primeros buques, ó sea la primera división, después de rebasar el ala derecha de la escuadra china, distinguió á los torpederos y fué á darles caza, pero luego volvió porque se separaron completamente y tuvo que atender á otras contingencias del combate, el resultado es que hubo un momento en que los japoneses cogieron entre dos fuegos á la escuadra china y los dos buques de la extrema derecha quedan fuera de combate, el uno, crucero protegido, es echado á pique por el fuego de la artillería y el otro incendiado y tuvo que huir. En el ala izquierda los dos buques extremos, uno, el aviso-torpedero, se retira y después apareció encallado, y el otro, crucero protegido, se retiró en circunstancias que luego diremos.

En la escuadra japonesa de los dos buques de la cola de la segunda división que seguía el movimiento de la primera, uno de ellos, el *Hiyei*, crucero acorazado, se encontró retrasado, porque teniendo menos marcha no pudo seguir el movimiento de rebasar á la escuadra china y optó por seguir la cuerda del arco descrito por su escuadra, pero para ello tuvo que atravesar la línea china, encontrándose bajo el fuego poderoso de los buques entre que tuvo que pasar; el otro buque que iba inmediatamente detrás, aunque era una cañonera, no le quiso abandonar y acudió en su socorro y protegió su incorporación á la segunda división, aunque los dos con averías considerables, pero al fin lograron hacerlo.

Después de esto no es fácil dar una idea de la marcha del combate porque no están de acuerdo las relaciones, pero ya debió ser un combate de artillería en que se aprovecharon los japoneses de su superioridad en armamento y en velocidad, produciéndose por ambos combatientes averías de consideración hasta el punto de que el almirante Ito que iba en el *Matsushima* tuvo que trasbordar al *Hashidate* á causa de las averías que el primero sufrió, teniendo por consecuencia de la explosión de un sólo proyectil chino de 30 centímetros, un cañón desmontado, municiones inutilizadas y 49 hombres fuera de combate.

En el ala izquierda de la escuadra china, el comandante que mandaba el crucero protegido, cometió un acto de cobardía retirándose del combate con sólo siete bajas, pretextando que algunos de los cañones Krupp que llevaba estaban inutilizados y se dirigió á Port-Arthur, donde llegó cinco ó seis horas antes que los demás buques; después se le formó causa y le cortaron la cabeza; el inmediato á éste, el aviso-torpedero, se tuvo que retirar con muchas averías y al hacerlo encalló, y al día siguiente lo volaron los japoneses por medio de un torpedo. Quedaban, por lo tanto, seis de los 10 buques chinos, á poco otros dos, crucero protegido y acorazado, fueron también echados á pique, quedando sólo cuatro, por consiguiente, que emprendieron la retirada á la costa.

En la maniobra del crucero *Hiyei*, al pasar entre los buques chinos, uno de éstos le lanzó un torpedo, ocurriendo una circunstancia debida sin duda á la excesiva depresión del tubo; el torpedo pasó por debajo de la quilla del acorazado japonés y no hizo explosión. El buque mercante *Saikio*, en que iba el jefe de Estado Mayor de la escuadra, se había colocado retrasado y fué alcanzado por gran número de proyectiles que le causaron averías rompiéndole el timón, y gracias á tener dos hélices gemelas pudo navegar y se lanzó á través de los buques chinos á pasar entre los dos acorazados; éstos, que no se debieron dar cuenta de que el buque no gobernaba, creyeron que intentaba darles un golpe de espolón, haciendo entonces una maniobra para quitarse de su camino, lo que le permitió pasar y se incorporó á la escuadra, de modo que el espolón es verdad que no tomó parte directa en el combate, pero hizo sentir su influencia porque los dos acorazados chinos ante la amenaza que ellos cre-

yeron de un buque mercante armado en guerra se retiraron á un lado y le dejaron pasar por temor á su espolón, de modo que ejerció una acción de presencia por decirlo así.

Respecto á los torpedos ya hemos visto que los torpederos chinos se retiraron, y los japoneses no los llevaban porque se habían quedado para proteger al ejército de tierra de Corea, y únicamente hubo el lanzamiento del torpedo que hemos visto pasó por debajo de la quilla del buque japonés.

De manera que las dos escuadras quedaron en la situación siguiente: la china, compuesta de 10 buques, quedó reducida á cinco, uno que se retiró prematuramente y cuatro al fin del combate; de los demás, tres fueron echados á pique, uno fué incendiado y otro encalló. De los 12 japoneses, el *Matsushima*, que era el almirante, tuvo desde el principio grandes averías y muchas bajas, sólo un disparo le arrancó de su sitio un cañón de carga rápida y le causó 40 ó 50 bajas; otros buques, el *Hiyei* y *Akagi*, resultaron también con grandes averías, pero quedó de todos modos esta escuadra en mejor estado que su adversaria.

Se discutió mucho el resultado de este combate; en primer lugar no se puede negar que la victoria es de los japoneses, pero también es indudable que no fué decisiva, porque no anuló por completo á la escuadra china; algunos suponen que esto tuvo por causa el que el almirante Ito tenía la mira de al apoderarse de Port-Arthur, apresar también estos buques, que allí se refugiaron, acrecentando así con ellos á poca costa las fuerzas navales del Japón, y que esta es la razón de que no destruyera toda la escuadra china. También la victoria es discutible desde el punto de vista de que la escuadra china tenía por objeto proteger el desembarco de sus tropas en la Mandchuria, y esto lo había conseguido porque el ataque de los japoneses fué algo retrasado, y hubieran sacado más partido de su victoria el día antes impidiendo el desembarco, de modo que no se consiguió todo lo que se hubiera podido conseguir.

Esto es sólo un ejemplo de combate naval moderno, pero que no puede servir en absoluto como tipo y modelo porque no se puede asegurar que todos los que ocurran en lo sucesivo se parezcan á éste. Ha habido también comentarios de otro género, intentando sacar partido de la

victoria para demostrar la superioridad de la artillería Canet sobre la de Krupp, pero no es cierta esta consecuencia desde el momento que las dos escuadras llevaban cañones de los mismos sistemas, porque los buques construídos en Inglaterra llevaban cañones Armstrong, los procedentes de Alemania tenían piezas Krupp, y algunos de los construídos en Francia, antes de autorizar la exportación de artillería al extranjero, también tenían artillería Krupp, y los construídos después de esta época piezas Canet.

También se ha querido deducir que el espolón no tiene importancia porque no se empleó, pero tampoco esto se puede asegurar en absoluto, porque aunque no se hizo uso de él, ya se ha visto que tiene alguna, cuando únicamente por temor á sus efectos los buques chinos dejaron paso al buque mercante japonés, que de otro modo hubieran seguramente podido aniquilar.

***

Para terminar con el estudio de las operaciones en alta mar, nos falta hablar del *corso*, que antiguamente tenía mucha importancia, y que, según es sabido, consiste en la cooperación que á la Marina de guerra presta la mercante armada *en corso*, cooperación que no consiste en tomar parte en los combates de las escuadras ni en las demás operaciones militares, sino persiguiendo á los buques mercantes enemigos, impidiendo su comercio y apoderándose de las mercancías después de someter la presa á la decisión de los tribunales especiales, que la declaran buena siempre que esté hecha conforme á las leyes establecidas de que el pabellón neutral cubre la mercancía y que la mercancía neutral no es apresable cuando navegue bajo pabellón enemigo, excepto en el caso de que constituya contrabando de guerra. El corso desempeñó papel importantísimo en las guerras navales de los siglos XVII y XVIII, se empleaba principalmente para contrarrestar la superioridad naval del enemigo, fué el recurso á que acudían los débiles, y también los fuertes en algunas ocasiones. En las guerras modernas parece tiende á desaparecer y en este sentido se han hecho algunas tentativas, como el tratado de Paris de 1856, donde se pretendió su supresión por los diplomáticos allí

reunidos; algunas naciones la aceptaron, pero otras, y entre ellas España, conservaron el derecho á armar en corso los buques mercantes, y algunas de las que aceptaron la supresión fué con la condición de darse por libres del compromiso contraído en el caso de que su enemigo empleara esta arma.

En la guerra separatista de los Estados Unidos fué el corso empleado con mucho éxito por los confederados, aunque no consistió el éxito en que armaran muchos buques, sino en que los pocos que armaron lo hicieron tan bien que llegaron á casi paralizar el comercio de los federales, y esto tenía por causa el que la Marina de guerra del Sur fué siempre inferior á la del Norte, y procuraron contrarrestar esta superioridad por medio del armamento en corso.

Uno de estos buques corsarios fué el célebre *Alabama*, buque de vapor de poco tonelaje, unas 600 toneladas (70 metros de eslora, 9'75 de manga y 4'6 de calado, máquina de 300 caballos), que fué construído por el célebre Mr. Laird, en Birkenhead, frente á Liverpool, en la desembocadura del Mersey; iba armado con un par de cañones rayados de 6 pulgadas y varios lisos, de los que entonces empleaban los norteamericanos, que eran bomberos ó columbiads de 8 ó 9 pulgadas. Se dedicó el *Alabama* con actividad é inteligencia á perseguir á los buques mercantes con pabellón del Norte que encontraba en su camino, llegando á apresar más de 60 buques yankees en veinte meses, causando á su enemigo una pérdida de muchos millones de dollars. Lo que le daba superioridad era su sistema de repostarse de carbón cuando no podía adquirirlo directamente en puertos neutrales; para ello tenía dos ó tres buques de transporte á su servicio, á quienes el comandante del *Alabama* que era el capitán Semmes, que había pertenecido á la oficialidad de la Marina de los Estados Unidos antes de la guerra, daba cita en puntos á veces muy apartados de las costas de América, en las costas occidentales de Africa ó en una isla poco frecuentada, donde le esperaban en alguna bahía ó ensenada, y allí acudía á repostarse de carbón y víveres y volvía á emprender sus operaciones. También utilizaba, naturalmente, el carbón y los pertrechos que llevaban los buques apresados. De este modo llegó á imponer verdadero terror al comercio de los Estados Unidos, llegando á conseguir que gran parte de sus buques mercantes se

abanderasen simulando ventas á armadores ingleses; y en los últimos meses en que operó, tardaba á veces quince ó veinte días en encontrar de nuevo el pabellón federal, que casi había desaparecido de los mares.

Concluyó, por último, el *Alabama* sus proezas de un modo caballeresco al aceptar el combate singular á que le retó el comandante del *Kearsage*, buque federal que le encontró en el puerto de Cherburgo, y saliendo fuera de las aguas jurisdiccionales, fué echado á pique á causa de la superioridad de la artillería de su enemigo, pero el mal estaba hecho porque en dos años escasos que duraron sus correrías, causó incalculables perjuicios al comercio.

La importancia del corso quedó demostrada en esta guerra, pero aún vino otro hecho á influir de una manera indirecta para confirmar más esta importancia. Como en los Estados Unidos habían vencido los federales, y como el *Alabama* se había armado en un puerto inglés, los norteamericanos se creyeron en el derecho de reclamar de Inglaterra indemnización de los perjuicios causados por el corsario. Inglaterra, al pronto, rechazó la reclamación, pero después y aunque tenía superioridad naval y se había preparado para una guerra con este motivo, llegando á crear tipos nuevos de buques para combatir con los monitores americanos, comprendiendo que aunque no tenía nada que temer de los Estados Unidos en una guerra naval propiamente dicha, mientras sólo se tratara de combates entre buques de guerra, podían tomar el desquite armando en corso gran número de buques y persiguiendo su comercio, que podían por este medio anular, se sometió á la decisión de un arbitraje que condenó á Inglaterra á pagar una indemnización que hizo efectiva sin protesta, poniendo término á la cuestión. No se puede, pues, desconocer que aquí el corso influyó de un modo muy directo, aunque no llegó á emplearse.

Respecto á su influencia en las guerras futuras, es indudable; aunque tal vez tomará nuevas formas, y á ella obedece esa tendencia que hay hoy á armar en guerra los buques mercantes, lo que no es más, en último resultado, que una manera disimulada de eludir el compromiso adquirido en el tratado de Paris, de no dar patentes de corso, porque con dar al buque oficialidad militar, puesto que la marinería toda está

matriculada como reserva de la de guerra, ya se le tiene en disposición de tomar parte en las operaciones, y llamar buque de guerra á lo que no es más que un corsario disimulado. Esto hicieron los rusos en la guerra de Oriente, de 1877, con sus cruceros auxiliares, como la *Vesta*, de que ya hemos hablado, y el *Constantino*, que les sirvió como transporte de lanchas torpederas, y en 1878 enviando á los Estados Unidos las tripulaciones y oficiales para buques que allí compraron, y que ya armados en guerra, partieron de los puertos americanos con el nombre de *cruceros de la marina voluntaria*, porque habían sido adquiridos con el producto de subscripciones públicas voluntarias en previsión de la guerra con Inglaterra que evitó el Congreso de Berlín, revisando el tratado de San Stefano.

VI.

Expediciones marítimas contra las costas.

Una vez terminada la exposición de la guerra en alta mar, en los reducidos límites que convienen á los que somos ajenos á la Marina, vamos á entrar en el estudio de las expediciones marítimas contra las costas, operación que tiene para nosotros, oficiales de tierra, mucho más interés por estar combinada y hacerse con la cooperación del Ejército.

Las expediciones marítimas pueden ser en grande escala cuando se trata de llevar la guerra á una nación con la que no se tienen fronteras terrestres, y no se puede atravesar por el territorio de las naciones que se interponen entre las dos, en cuyo caso hay que llevar las tropas por mar. Este era un caso muy general en los tiempos antiguos, y se citan expediciones numerosas de unos pueblos á otros, y que hoy, á pesar de la superioridad de la Marina actual sobre la de los antiguos, no serían posibles de llevar á cabo, porque los elementos que hoy componen un ejército son muy distintos, y no son tan fáciles de transportar de aquella manera primitiva; las expediciones de los griegos contra el Asia á través del Mar de Mármara ó del Archipiélago ó simplemente pasando los estrechos ó canales del Bósforo y los Dardanelos, lo mismo que las de los pueblos asiáticos contra Grecia, se hicieron con buques pequeños, pero en número muy considerable, y eran posibles porque no tenían que llevarse con el ejército los elementos que modernamente son necesarios, que hacen que una expedición de este género sólo esté al alcance de potencias que cuenten con mucho material á propósito.

Los hechos más recientes prueban esta dificultad, y sin recurrir á las guerras anteriores á nuestro siglo, tenemos la expedición de los in-

gleses á la isla de Walcheren en 1809, que iba dirigida primeramente contra Amberes, puerto fluvial, pero de gran importancia militar por su situación cerca de la desembocadura del Escalda, y que estaba entonces en poder de Francia; la expedición constaba de 50.000 hombres de desembarco, pero los elementos marítimos fueron enormes: 40 navíos de línea, 30 fragatas y 80 buques ligeros de guerra, y más de 200 barcos mercantes que sumaban 100.000 toneladas de transporte. Fué necesaria la inmensa superioridad de la Marina inglesa para reunir los elementos necesarios, contando con que la expedición transportaba 9000 caballos y un gran tren de sitio, pero debe tenerse presente que no había que recorrer más que unas 90 millas.

Pocos años antes, en 1805, Napoleón preparaba en el campo de Boulogne una expedición de 100.000 hombres contra las costas de Inglaterra, pero estaba en condiciones distintas porque únicamente había que atravesar el Canal de la Mancha y era una navegación de pocas horas, que se podía llevar á cabo con buques de pequeñas dimensiones, que podían ir más cargados porque las tropas no habían de hacer noche en el mar; las complicaciones en el centro de Europa hicieron que las tropas preparadas en Boulogne tuvieran que distraerse de su objeto para atender á otras contingencias, y es sabido que la expedición no se llevó á cabo.

Después de éstas, la expedición más considerable fué la de los franceses á Argel en 1830; constaba de 36.000 hombres en tres divisiones; pero requirió una preparación larga de muchos meses, la reunión de 347 buques mercantes de transporte, ocho navíos y siete fragatas armados *en flûte*, es decir, con poca artillería para transportar tropas; la escuadra de protección era de tres navíos de 74 cañones cada uno, 17 fragatas, siete corbetas, 27 bergantines y otros buques menores, entre ellos siete vapores de ruedas, y hubo que llevar 225 barcas, chalanas, etc., para constituir la flotilla de desembarco. En total 676 barcos, y aún así no dejaron de presentarse dificultades para poner en tierra el ejército, porque los buques transportaban unos sólo artillería, otros ganado ó material, otros personal, de manera que no pudieron desembarcar al mismo tiempo las unidades completas y en disposición de combatir. De los mismos defectos y aún en mayor escala adoleció la expedición á Crimea en 1854, que se compuso de dos cuerpos considerables, uno inglés y otro

francés, y como iban reunidas las dos naciones marítimas de más importancia, no se puede tomar por modelo porque rara vez se reunirán estas circunstancias, además de que no fué una sola expedición, sino que se transportó el ejército expedicionario en varias veces.

Se ha discutido mucho la cifra máxima que se puede transportar de una sola vez, teniendo en cuenta los medios y capacidades de los buques para por la cantidad que cada uno pudiera llevar, deducir el contingente total, y el que parece haber llegado á conclusiones más verosímiles es el teniente de navío, francés, R. Degouy, y tanto éste como otros autores franceses é italianos que se han ocupado en estudiar el asunto, admiten como límite máximo de una expedición que lleve todos los elementos necesarios, un cuerpo de ejército de 35.000 hombres, porque llevando la artillería correspondiente, ganado, trenes, etc., es tal la cantidad de tonelaje que se necesita, que con dificultad se podrá llegar á poder llevar más. Aunque en algunos casos se ha superado este límite, son excepciones, como lo es por ejemplo una expedición de una nación á sus colonias, cuando no se necesita llevar más que los hombres, algunas veces hasta sin armamento, y si se lleva artillería se pueden conducir las piezas solas, adquiriendo á la llegada los caballos ó mulos, por tener organizados de antemano en las colonias todos los elementos, lo que se ha podido hacer con tiempo y poco á poco; en este caso se puede llegar á rebasar en mucho la cifra designada como máxima, pero si se trata de una nación contra otra, por ejemplo, de Francia contra Italia, en este caso con dificultad se pasará de ella, como se puede comprobar por la expedición de los japoneses á la China en 1894, que ya hemos dicho han sido próximamente 20.000 hombres, y la de los ingleses á Egipto fué sólo de 13.500 y necesitaron un mes para prepararla, de modo que 35.000 hombres será el mayor esfuerzo que una gran nación pueda hacer de una vez. Ahora lo que puede ocurrir es que, después de sentado el pié en la costa enemiga, se refuerce la expedición con nuevos envíos, eso sí será posible, pero en la primera no se podrá pasar de la cifra mencionada y aún así habrá que reducir la cantidad de artillería y caballería, teniendo en cuenta que no es imprescindible llevar mucha artillería desde luego, porque para las primeras operaciones en la costa cooperarán las piezas de desembarco de los buques, análogas á las de montaña del ejér-

cito de tierra, como tampoco será necesario llevar desde el principio el tren de puentes, porque, aunque hubiera que pasar un río, como sería cerca de su desembocadura, se podría verificar el paso haciendo uso de los botes y embarcaciones menores de los buques, así es que, prescindiendo al principio de una porción de elementos, será únicamente como se podrá llegar á una cifra regular.

Además de estas expediciones, empleadas como único modo para llevar la guerra á otra nación, pueden verificarse otras, que tengan por objeto llevar á cabo alguna operación secundaria para auxíliar la acción del ejército principal que combata por tierra. Tal es, en el caso de una guerra de Francia con Italia, la operación que algunos autores franceses han aconsejado de que, mientras el ejército principal combata en los Alpes de uno ú otro lado, aprovechándose de la proximidad de Roma á la costa, enviar una expedición de un cuerpo de ejército por el Mar Tirreno, que desembarcando en Ostia ó en cualquiera de los cuatro ó seis puertos de este mar, que están á una jornada de Roma, se dirigiera á esta capital poniendo en un grave aprieto al ejército italiano. Lo mismo se podrá decir para el caso de una futura guerra de Francia con Alemania, en que esta nación llevara la peor parte, se podría completar el triunfo por una expedición dirigida á las costas del Báltico, y si Dinamarca se aliase con Francia, se podría llegar en pocas jornadas á Berlín, aunque no tan pronto como á Roma en el caso anterior.

Estas expediciones serán las únicas posibles, pero la invasión por mar de una gran nación, con un ejército de unos cuantos cientos miles de hombres, parece imposible, ó por lo menos excede de lo que puede realizarse en condiciones prácticas, salvo casos excepcionales.

Una expedición de este género se tendrá que llevar á cabo siempre con la cooperación del ejército de tierra, pues no bastan para ello, por grande que sea el poder naval de una nación, las tropas de desembarco exclusivas de la Marina: éstas podrán auxiliar ó reforzar el ejército expedicionario, pero no son suficientes por sí solas más que para verificar operaciones secundarias, como luego veremos.

De todos modos el ejército tiene funciones puramente terrestres, y durante el transporte sólo le corresponde el ser embarcado y transportado, no teniendo durante este tiempo funciones más que de espera y no

obra hasta que la Marina le pone en tierra, y á la Marina incumbe la dirección del transporte y su protección durante la marcha, protección difícil porque para oponerse á un transporte de este género no se necesita superioridad de marina, bastan algunos buques que se lancen á toda marcha entre el convoy y por medio del cañón, del espolón y del torpedo, consigan desorganizarlo, sin sufrir bajas ó á costa de ellas, porque aunque se pierda algún buque, el resultado que se obtenga indemnizará generalmente de los perjuicios sufridos, induciendo á que se arriesgue la operación, que se podrá llevar mejor á cabo si la escuadra tiene el apoyo de alguna posición de la costa desde donde salir á verificarla, que es lo que Italia ha hecho fortificando las islas de la Maddalena, Caprera y San Stefano, en el estrecho de Bonifacio, entre las islas de Córcega y Cerdeña, para protección de la escuadra que, colocada en este punto central, amenaza por el flanco toda expedición francesa que se dirija contra las costas del Mar Tirreno.

La protección del convoy por la Marina se extiende hasta la preparación de un desembarco á viva fuerza, y durante el establecimiento de una base de operaciones por el ejército de tierra en la costa, debe también contribuir á su protección, y continuar la defensa de la base por el lado del mar, después de establecida.

Los preparativos de una expedición de esta clase son grandes, haciendo necesario llevar á cabo trabajos de consideración. Los buques á propósito para el transporte, á ser posible, deben ser del Estado, como ocurre en Francia é Inglaterra, que poseen buques de guerra mandados por oficiales de Marina y con tripulaciones también de guerra, pero destinados exclusivamente al transporte de tropas durante la guerra, y dedicados durante la paz al transporte de material y personal á las colonias. Estos buques están dispuestos para que se pueda verificar en las mejores condiciones el transporte de personal, ganado y material, y modernamente, se ha establecido el tipo de buques-cuadras, especiales para el transporte de caballería, con instalaciones para el ganado, porque se ha observado que cuando se transportan caballos en un buque, dejan en él un olor especial que dura bastante tiempo, y que le deja inservible para transportar viajeros, por lo que las compañías trasatlánticas exigen después una indemnización y sale más caro que tener bu-

ques especiales para este uso. El transporte de personal ya no es lo mismo, pudiendo hacerse en excelentes condiciones en los buques ordinarios que para el servicio de viajeros tienen las compañías, ó con menos comodidad en los destinados al transporte de mercancías; también se pueden utilizar buques de guerra como cruceros ú otros análogos, haciendo lo que los franceses llaman *armement en flute*, para distinguirlo del *armement en guerre*, que es lo que hicieron para su expedición á Argel en 1830, y consiste en quitar parte de la artillería para que en las baterías se pueda acomodar más personal.

La instalación de las tropas, ganado y material, debe hacerse de una manera metódica, porque sino da lugar á dificultades en el desembarco, como ocurrió en la expedición francesa de Crimea, donde para acondicionar mejor los efectos en los buques, se separaron los hombres, el ganado y el material de las unidades, que no podían reconstituirse en el acto del desembarco. Esto no se puede hacer como no sea desembarcando en país amigo ó en países salvajes, después de apoderarse préviamente de un punto de la costa en que se pueda, después de desembarcados, organizar en tierra el ejército expedicionario, y es preferible en los demás casos, desaprovechar algo de espacio en los buques pero llevar las unidades completas; la infantería con su armamento y dotación de municiones, y los caballos de los jefes, organizada por batallones; la caballería por lo menos por escuadrones completos con el ganado, y la artillería por baterías en iguales condiciones para poder hacer uso de las tropas desde el primer momento después de su desembarco.

Se puede calcular aproximadamente el número de hombres que puede llevar cada buque, lo mismo que los caballos ó material. Según los autores italianos, puede computarse á razón de una tonelada por hombre, tres por caballo y 11 por carruaje, de artillería ó de los trenes de transporte. Esto no da una idea completamente exacta de la capacidad de los buques, porque puede haber diferencias de unos á otros por su disposición interior, pero sí basta para formarse una idea aproximada y establecer un primer avance de cálculo.

Por grandes que sean los elementos con que cuente la Marina de guerra en sus buques de transporte, como la expedición sea algo considerable, necesitará el auxilio de la Marina mercante, echando mano es-

pecialmente de los vapores-correos ó trasatlánticos, de los demás buques de vapor de mucho tonelaje destinados al transporte de viajeros y de los barcos de hélice ó de ruedas que reunan condiciones á propósito. Todos estos buques se requisarán ó embargarán si son nacionales, pagando el servicio, se contratarán los neutrales que á ello se presten, y claro es que también se utilizarán los enemigos que hayan podido apresarse al principio de la guerra.

Las tropas que transporta un buque van á las órdenes del comandante (capitán si es mercante) que tiene en él una autoridad absoluta, á quien todos se tienen que someter, pero se acostumbra á enviar de antemano un oficial, especie de aposentador, que llevando el estado de fuerza, material y ganado, se entienda para su instalación con el comandante del buque, quien determina su colocación, aunque para el servicio interior, orden y policía de las tropas, se nombran sus oficiales de servicio, lo mismo que en guarnición. Muchas veces ocurre que no todos caben en las cámaras destinadas para alojamiento, por no haber espacio ni hamacas suficientes, y entonces se establecen dos turnos para dormir, haciendo dos divisiones, para que alternen en el sueño unos desde el anochecer hasta media noche, y los otros, que han permanecido hasta entonces en la cubierta, bajan á esta hora y duermen hasta la diana; esta división supone escasa capacidad en los buques ó que se les carga mucho, lo que no sucederá en las condiciones ordinarias.

Hay otro caso, que ocurrirá cuando se trate de una expedición corta, como por ejemplo, para atravesar el Canal de la Mancha, como la que hemos dicho que se preparó en Boulogne, y entonces pueden los buques ir más cargados, con tropas sobre cubierta, porque en una navegación de seis ú ocho horas no necesitan dormir.

El embarque de las tropas en el puerto de salida se facilita mucho si de antemano se tienen preparados elementos para verificarlo, como tienen los franceses en Tolón y Marsella, puerto militar el primero y comercial el segundo, donde han construído muelles de mucha longitud para que los buques atraquen al mismo muelle y puedan las tropas pasar al buque únicamente tendiendo unas pasarelas sin necesidad de embarcaciones auxiliares, facilitando así también el que la operación revista el carácter de sorpresa por la rapidez con que se puede preparar.

La protección del convoy, cuando el enemigo dispone de marina de guerra, aunque sea inferior, tiene que llevarse á cabo por una escuadra compuesta de algunos acorazados y cruceros, para poder empeñar el combate con otra enemiga que intentara impedir la operación, y además algunos avisos y remolcadores. La marcha se debe llevar con toda clase de precauciones y en una formación que pueda responder á todas las eventualidades; entre las varias disposiciones que se han propuesto parece la mejor la del teniente de navío Degouy, que es la representada en la figura 49. Divide la armada total, que así puede llamarse, en va-

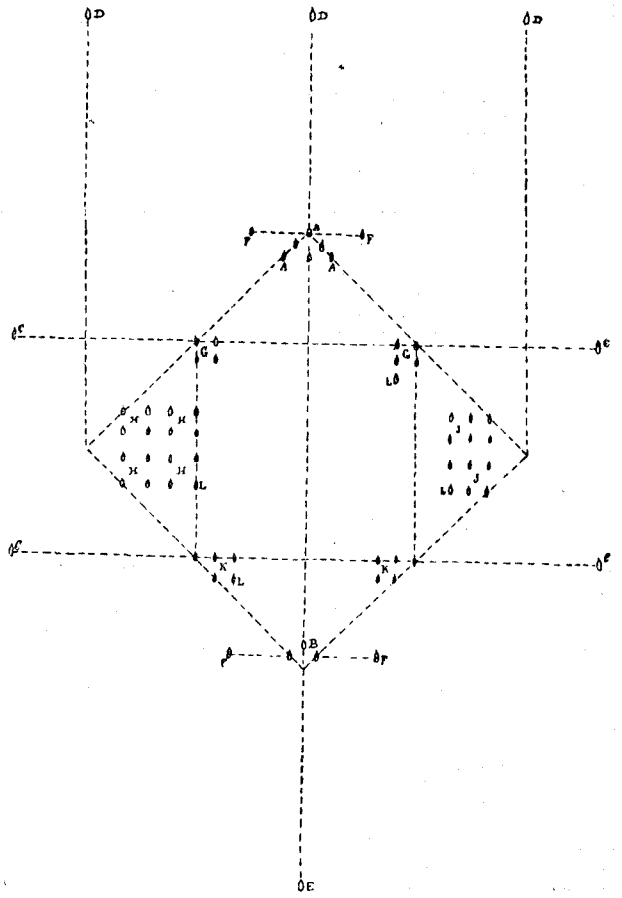


Fig. 49.

rias divisiones, y las dispone del modo siguiente: pone en cabeza dos divisiones de tres acorazados cada una, *A*, *A*, *A*....., y detrás y en dos

grupos fuera de las alas de estos acorazados, los transportes de vanguardia *G*, *G*, donde irá una brigada de infantería con dos escuadrones de caballería y una batería de artillería. El buque almirante llevará la cabeza de las dos divisiones de acorazados y marcará la dirección. Detrás de la vanguardia irán á un lado los buques transportes de infantería *H*, *H*, *H*....., que aquí serían 16 transportes, y al otro lado los transportes de la caballería *J*, *J*, *J*....., detrás de éstos seguirán los transportes de artillería y material *K*, *K*, y cerrando la marcha otra división de tres acorazados *B*. La forma total es la de un rombo, y la colocación puede ser invertida si el mayor peligro está á retaguardia. Con cada división de transporte debe ir un remolcador *L*, *L*, *L*, para auxiliar á los buques que lo necesiten y que no se entorpezca la marcha, y aun así parece poco uno sólo. A algunas millas por delante del convoy deben ir dos ó tres cruceros ó cañoneros rápidos *D*, *D*, *D*, para explorar, y á la vista del buque almirante *A* irán dos avisos *F*, *F*, de marcha muy rápipida para que puedan alcanzar á los exploradores cuando el almirante necesite transmitir sus órdenes ó comunicarlas á las escuadras de transporte, otros dos avisos *F*, *F*, irán con objeto análogo á ambos lados de la división acorazada de retaguardia *B*. Además, á derecha é izquierda, irán dos cruceros de cada lado *C*, *C*, destacados á alguna distancia para flanquear, y otro crucero ó aviso *E* á retaguardia para avisar el peligro por esta parte.

Esta formación se aconseja como conveniente, pero se puede variar según los casos, y en vez del rombo se puede adoptar otra formación, por ejemplo, para pasar por un estrecho ó canal, para lo que ésta sería poco conveniente por la mucha extensión que ocupa, para lo que no hay más que calcular que próximamente tiene que haber dos cables, ó sean 400 metros de buque á buque, lo que da una suma de algunas millas, pero no hay duda que tiene ventajas esta disposición, dejando hueco el cuadrado del centro, lo que permite dar frente á cualquier lado sin alterar la disposición, y pasar los acorazados de retaguardia á vanguardia ó viceversa, atravesando el centro y presentarse á uno ú otro lado para hacer frente al enemigo.

Hay una circunstancia especial que hacer notar, y es que esta marcha tan regular supone el tiempo favorable, porque en una tempestad

sería difícil mantener la formación y habría una verdadera dispersión, por lo que hay que tener convenido de antemano un punto de reunión para acudir á él después de haber capeado cada uno como pudiera el temporal, pero á pesar de esto será siempre un grave contratiempo que retrasará la marcha, además de que será difícil que no tenga aviso el enemigo y tome sus disposiciones para impedir esta reunión.

También se puede presentar el caso de ser atacado el convoy por una escuadra, probabilidad que existe, porque no le será difícil salir al encuentro del convoy con algunos cruceros ó acorazados de gran marcha que se pueden lanzar en medio de la formación, y con el cañón, el torpedo y el espolón, introducir en ella la confusión, y si logran echar á pique algunos transportes, pueden destruir elementos de gran valor y hasta es fácil que una operación de esta clase haga fracasar la expedición.

El caso más favorable de desembarco sería el que se verificara en un puerto, como el embarque, pero es caso que rara vez se presentará como no sea cuando ya se tiene puesto el pié en la costa enemiga y posee ya el agresor puerto, pero como en una expedición francamente ofensiva debe suponerse que todo el territorio sea enemigo, no es posible desembarcar en un puerto, porque con pocos cañones que tenga para su defensa y sólo con algunos torpedos bajo el agua, basta para impedir un desembarco. Hay, por lo tanto, que desembarcar en un punto de la costa, que generalmente será una playa tendida, donde los buques tendrán que permanecer á alguna distancia con arreglo á su calado, y por lo tanto no hay más remedio que habilitar medios de desembarco para llevar las tropas hasta la playa. Estos elementos podrían ser las lanchas de vapor, falúas, botes, chinchorros y otras embarcaciones que llevan los buques de guerra y los botes de los mercantes, pero difícilmente bastará con ellos para desembarcar todo el personal y material en poco tiempo, porque el desembarque tiene que ser muy rápido, y por lo tanto, se necesita tener un material especial que consiste en unos barcos chatos, llamados chalanas, que tienen muy poco calado, para que se puedan acercar mucho á la playa, y mucha superficie para que puedan llevar mucha gente ó material; otras veces se construyen balsas de maderas cruzadas y sobre ellas un tablero, construcción muy semejante á las que

se preparan para puentes militares improvisados. De cualquier clase que sean, es preciso remolcarlas, y para esto se emplean las lanchas de vapor de los cruceros y acorazados de la escolta y se unen unas y otras, formando lo que llaman los franceses un *chapelet* ó rosario, y de este modo cada lancha de vapor remolca cuatro ó seis balsas ó chalanas. En cada una se puede conducir hasta 200 ó 250 hombres en una formación concentrada ó columna muy cerrada, y del mismo modo se pueden llevar medio escuadrón de caballería ó una ó dos piezas completas de artillería con avantrén y ganado. El embarque y desembarque del ganado suele ser la operación más difícil, y generalmente hay que hacerlo suspendiendo el ganado por medio de grúas y bajándolo así á las chalanas, que se acercan al costado del buque, bajando á ellas la infantería por las escalas de los costados, y desde allí se remolcan á la playa, donde según van llegando saltan á tierra sucesivamente, aunque por regla general, aunque sean muy chatas las chalanas, siempre tendrán que mojarse.

La playa donde se desembarque tiene que reunir condiciones especiales. La playa tipo, la que reune mejores condiciones, es una península con disposición análoga á la de Sidi-Ferruch, donde desembarcaron los franceses en 1830 cuando la expedición de Argelia (fig. 50); un promontorio que avanza en el mar con dos playas á los costados que tiene la ventaja de que, colocados los buques de guerra á ambos lados *A*, *A*, *B*, *B*, cruzan sus fuegos por delante protegiendo el desembarco que puede ser simultáneo en las playas *G* y *H*; esta península se une á tierrra por un itsmo que conviene que ensanche hacia el interior del territorio, porque de no ser así, el paso del desfiladero que resulta puede ser fácilmente defendido por el enemigo cuando se emprendan las operaciones ofensivas en tierra.

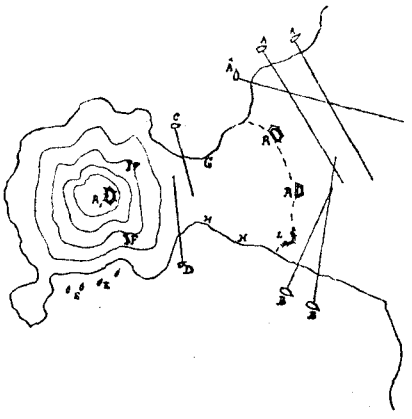


Fig. 50.

La colina de la extremidad más avanzada se aprovecha para disponer en ella un atrincheramiento como el reducto R_1 y baterías F, F, y después se atrinchera una línea de corta extensión, en los reductos R, R y luneta D, formando como una cabeza de puente, cerrando la península para establecer en ésta los depósitos ó almacenes y proteger el reembarque en caso necesario, para lo cual también se pueden colocar los buques reforzando los flancos, en C y D, sin perjuicio de que de ordinario fondeen en E, E, donde tengan mejor anclaje y algún resguardo de los temporales.

Las condiciones expuestas son de índole táctica, pero hay también consideraciones de carácter estratégico y político que hacen preferir un punto á otro para el desembarco; dependen éstas de la distribución que de sus tropas haya hecho el enemigo, y sobre todo del objetivo que se persiga, porque se debe elegir de modo que haya poca distancia y buena línea de operaciones desde el punto de desembarco hasta el elegido como objetivo.

La operación del desembarco requiere prescripciones muy distintas, según se realice á viva fuerza ó por sorpresa; lo primero es muy difícil, porque la presencia de un cuerpo de tropas, aunque sólo sea una brigada de infantería, puede ser una gran dificultad, por más que los cruceros y acorazados pueden batirla con su artillería, sobre todo con la de mediano y pequeño calibre, porque tampoco tendría objeto emplear la de calibre grueso si no hay baterías en la costa, pero puede asegurarse que un desembarco á viva fuerza, si no es imposible, costará muchas bajas; como las hubo en el desembarco de los chilenos en Arica, donde la defensa fué muy enérgica, y algo parecido ocurrió en el que los franceses realizaron en Sfax en la Regencia de Túnez en 1881; hay, por lo tanto, interés en desembarcar en una costa desamparada ó donde haya á lo más un destacamento de algunas compañías, que sea fácil dispersar por medio de las ametralladoras y cañones de tiro rápido. De todos modos las lanchas de vapor que marchan en cabeza, van armadas con cañones de desembarco, de tiro rápido y ametralladoras; la vanguardia la formarán las tropas de desembarco de la Marina, marineros armados con fusil é infantería de Marina, y éstos deben ser los primeros que pongan el pie en tierra, lo que les facilitará su instrucción especial para

esta clase de maniobras, y se adelantarán á ocupar puntos dominantes con los cañones y ametralladoras ya montados en sus cureñas de desembarco, entrando lo más lejos que puedan para entretener al enemigo protegiendo la operación. Debe tenerse presente que la mayoría de las tropas del Ejército no estarán acostumbradas á hacer navegaciones, y es necesario evitar que entren en combate en los primeros momentes en que aún estarán sufriendo los efectos del mareo, combatiendo entre tanto las tropas de desembarco de la Marina hasta dar tiempo á que se repongan las demás; pero si el desembarco es á viva fuerza, claro es que entran en fuego todos los que están útiles. Además hay que tener en cuenta que por mucho cuidado que se haya tenido en el embarque, puede ocurrir que no lleguen todos los elementos á un tiempo y habrá que esperar á que se reunan. El desembarco ha de ser sucesivo: primero desembarca la infantería, porque la artillería necesita por su material más cuidado y más esfuerzos; la infantería irá ocupando los puntos ya tomados por las tropas de desembarco de la Marina, la artillería instalará sus piezas en batería donde puedan coadyuvar á la protección de la línea, y la caballería procurará estar lo más pronto que sea posible en aptitud de desempeñar su peculiar servicio de vigilancia y exploración, desembarcándose después, y con más calma, el material no indispensable para el combate inmediato, los víveres y las municiones de reserva, y una vez que se ha puesto ya el pie en la costa, la expedición marcha al interior, pero esto ya sale de los límites en que tenemos que mantenernos, pues ya son operaciones terrestres que no presentan ninguna particularidad extraordinaria ó peculiar.

Cuando no se quiere conservar el punto de desembarco como base de operaciones, hay que apoderarse del que convenga en la costa, que puede ser un puerto fortificado, ó uno indefenso, que se podrá fortificar con barreras, torpedos y algunas baterías en la costa armadas con piezas sacadas de los buques, atrincherando además algunos puntos avanzados hacia el interior para proteger el reembarque en caso necesario. Además habrá que organizar un establecimiento marítimo, porque en la base habrá siempre un contínuo vaivén de buques que traerán de la Metrópoli víveres, municiones, personal, material y tropas de refuerzo y llevarán los enfermos y heridos, todo protegido por la misma

escuadra, que puede decirse que desde el momento en que la expedición pone el pie en tierra no tiene momento de descanso, y por esta razón se dividirá en tres partes, una para la protección de la base, otra de exploración y vigilancia para perseguir y combatir con la escuadra enemiga donde la encuentre, que es el único modo de impedir las operaciones que intente para contrarrestar la acción del ejército, y la tercera para custodiar los nuevos convoyes.

Cuando tiene que reembarcarse el ejército, especialmente si viene derrotado y perseguido por tropas superiores en número ú organización, y sobre todo en moral, es un caso que necesita mucha precaución, y sus prescripciones son muy parecidas á las que se aconsejan para pasar un río en retirada. Si el reembarque es ordenado, se podrá recoger el material, pero será raro que no se tenga que dejar algo en poder del enemigo; en último caso, siempre se procura embarcar las tropas, aunque se abandone todo el material, y aun así se debe intentar salvar la artillería para que no sirva de trofeo al enemigo. Si el ejército no viene perseguido muy de cerca se puede proteger la retirada por atrincheramientos, y así, retirándose poco á poco, hacer el reembarque con relativo orden, y en este caso se podrá conservar ganado y material. Lo que habrá muchas veces que admitir será la mezcla de unidades, recibiendo los que quepan en cada buque; pero esto es inevitable y hay que admitirlo así.

En la operación del reembarque, á la inversa del desembarco, las tropas de la Marina serán las últimas que se retiren, protegiendo la operación hasta el último momento, por la facilidad que tendrán de abandonar la playa, haciendo fuego desde las mismas embarcaciones que les conduzcan á los buques, gracias á su instrucción especial.

***

Los desembarcos en pequeña escala tienen un objeto muy distinto: pueden servir para completar los efectos del combate de una escuadra con una batería de la costa, pues, como ya veremos más adelante, aunque la escuadra desmantele las fortificaciones y apague los fuegos de la defensa, no podrá considerarse el resultado decisivo sino efectuando un desembarco para apoderarse de la obra ó completar su destrucción. En este

caso la expedición la componen las tropas de desembarco y la marinería de los buques, que generalmente acostumbra á ser por cada buque una sección con dos cañones de tiro rápido, que se acerca á tierra haciendo uso de las lanchas de vapor, botes y embarcaciones que llevan los buques, y una vez en tierra, avanzan hacia la obra y se apoderan de ella por la gola, á ser posible, y concluyen de inutilizar la artillería, si aún estuviese en estado de tirar. A veces, para facilitar el paso de un estrecho ó canal, puede convenir el cañoneo lejano de las baterías de la defensa, y después, mediante un desembarco, atacarlas por la gola para apoderarse de ellas, impidiendo que hagan fuego durante el paso. En otras ocasiones tiene por objeto el desembarco destruir una comunicación, como un ferrocarril, si éste se encuentra á poca distancia de la costa, y desembarcando una expedición de un centenar de marineros, pueden destruir algunos cientos de metros y á veces algunos kilómetros, ó volar un puente, interrumpiendo la comunicación y volviendo á reembarcarse en seguida.

Cuando la expedición sea de más consideración, como para apoderarse de alguna ciudad, puerto ó fortaleza de la costa, será necesario llevar fuerzas del ejército; pero si se trata de algún punto mal defendido, no será tal vez precisa su cooperación, porque en una veintena de buques en que vayan nueve ó diez acorazados y otros tantos cruceros, se pueden reunir muy bien 4000 hombres de desembarco, que son suficientes para operaciones de alguna importancia, como apoderarse de un punto de la costa que no tenga muchas fuerzas militares; pero como regla general estas expediciones serán sólo posibles contra países salvajes ó contra colonias poco guarnecidas lejos de Europa; pero en operaciones contra las costas de países civilizados, que tengan una buena organización militar y reservas bien situadas, será muy difícil que dé buen resultado una expedición organizada sólo con los elementos que la escuadra lleva consigo.

VII.

Ataque de una posición fortificada en la costa.

Tócanos ahora dar á conocer las agresiones que una escuadra puede llevar á cabo contra las costas, como preparación para el estudio que de la defensa de las mismas hemos de hacer en los capítulos siguientes.

La primera operación puede ser el ataque ó sorpresa de un arsenal enemigo. Los arsenales son centros de depósito y reparación de las escuadras, donde se hallan los elementos para armar los buques y los astilleros de construcción, y representan una riqueza enorme los materiales y máquinas allí depositados, y destruyéndola, se puede privar al enemigo de grandes medios y hasta anular su poder marítimo para el resto de la guerra, y dicho esto, no es preciso hacer grandes esfuerzos para demostrar la importancia de la destrucción de un arsenal, sobre todo si la nación no tiene más que uno ó dos, y reconociéndolo así, todas las naciones procuran ponerlos al abrigo del enemigo, y no se concibe un arsenal sin fortificaciones y medios de defensa por tierra y por mar, que obligarían para apoderarse de él á llevar á cabo un ataque regular como el ya conocido para apoderarse de una plaza.

Pero no se trata aquí del ataque formal, sino de conseguir el mismo resultado, aprovechando la circunstancia de poder emplear una nación una de sus escuadras permanentes inmediatamente después de declarada la guerra para destruir un arsenal enemigo. Ya sabemos que todas las naciones marítimas de importancia mantienen constantemente una ó varias escuadras en estado de emprender operaciones á la primera orden de sus Gobiernos, sin necesidad de movilización, ventaja indudable que posee la Marina sobre el Ejército de tierra. Estas escuadras,

preparadas para hacer frente á las eventualidades que puedan ocurrir, están provistas de todos los elementos que necesitan para combatir, y aprovechándose de esta circunstancia se puede intentar una operación que consiste en la sorpresa de un arsenal, porque aunque sus fortificaciones estén permanentemente armadas, lo que no ocurrirá siempre, probablemente les faltarán ciertos elementos, como municiones ó personal para el servicio de las piezas, y sobre todo, desde luego se puede asegurar que no tendrá fondeados sus torpedos submarinos, ni colocada la estacada, fija ó flotante; pues bien, aprovechando estas circunstancias, el teniente Degouy en su obra *Étude sur les opérations combinées des armées de terre et de mer*, publicada en los años 1884 y 1888, propone que apenas se declare la guerra se intente esta operación, que puede verificarse á las pocas horas, si se tiene la escuadra ya preparada de antemano en algún punto próximo, cuando haya inminencia de la ruptura de relaciones, y á la primera orden telegráfica se puede dirigir al arsenal que se trata de atacar. Para esto el teniente Degouy examina la composición de la escuadra, que deberá constar de algunos acorazados para sostener el combate con las baterías de la costa que, aunque sean pocas, algunos disparos podrán hacer, y además algunos cruceros que quedarán fuera para vigilar. Con estos elementos aconseja penetrar rápidamente á todo vapor, si es posible de noche, por el canal de entrada del arsenal; una vez allí, echar á pique los buques en él fondeados, que estarán en preparación para ser armados, los que no se encuentren en reparación, incendiando el arsenal, haciendo uso del cañón, y terminar la operación desembarcando un destacamento de marinería que complete la destrucción.

Esta operación parece que se puede llevar á cabo del modo dicho á las pocas horas de la declaración de guerra, pero no se puede desconocer que por pocos elementos que haya para la defensa, las baterías estarán armadas, y por pocos artilleros que haya, algunos disparos podrán hacer, sobre todo las de la entrada del puerto, aunque sólo tengan una corta dotación de municiones, y que si no á la entrada, á la salida recibirán los buques algunos disparos por rápida que sea la marcha, y estos disparos á muy corta distancia será fácil que echen á pique algún buque, sin contar con que puede haber algún barco defendiendo el arse-

nal, sobre todo torpederos, y por todas estas razones hay que pesar mucho antes si las ventajas que se obtendrán estarán en proporción de los daños que se pueden recibir. Degouy encuentra la operación muy práctica y provechosa, y en toda la discusión parece que tiene á la vista la eventualidad de dirigir la sorpresa desde Tolón, ó mejor desde algún puerto de Córcega, que está más cerca de Italia, sobre el arsenal de la Spezia, lo que, si pudiera llevar á cabo, sería un gran golpe asestado al poderío naval de Italia, y otro oficial de la Marina francesa, Rope, en un libro publicado el mismo año 1888 y en que se narra una campaña hipotética entre Francia y la triple alianza, supone realizada la misma operación que Degouy proponía, y coronada de éxito completo.

Si el arsenal tiene una boca ancha, el paso será fácil, pero si es estrecha, y sobre todo si es larga, la operación se hace más difícil y disminuye las probabilidades de éxito el tener que pasar bajo el fuego de las baterías, y sobre todo que repasar después de verificada la operación; se puede esperar que si se pasa de noche ó por sorpresa se entre hasta sin fuego, pero después de tres ó cuatro horas, que menos no podrá ser, aunque no estén preparados en las baterías, habrán tenido tiempo de acudir, y al intentar salir, ya aunque sea sólo unos pocos disparos habrá que recibirlos, y un solo tiro afortunado puede bastar para echar á pique un buque.

***

Para llevar á cabo sorpresas de este género y otras varias operaciones de la guerra en las costas, se encuentran con frecuencia las escuadras ó los buques aislados, en la necesidad de pasar á viva fuerza estrechos, canales, embocaduras de ríos ó entradas de bahías para verificar operaciones en el interior, y en las guerras marítimas modernas encontramos varios ejemplos. En la guerra civil de los Estados Unidos gran parte de las operaciones se verificaron siguiendo el curso del Mississipí, río de gran anchura en su mayor parte, pero relativamente estrecho en algunos puntos, y en este río tuvieron ocasión los federales de forzar varias veces el paso, además del forzamiento de la bahía de Mobila y otros puertos de los Estados del Sur que estaban fortificados. También recor-

daremos el forzamiento de la desembocadura del Tajo por los franceses en 1831 y el paso de los Dardanelos por los ingleses en 1807.

El forzamiento de un paso es muy distinto, según haya ó no obstrucciones pasivas, porque si no las hay, todo se reduce á pasar á gran velocidad, pues por muy grande que sea el fuego de las baterías de la costa, una escuadra potente y numerosa podrá arrostrarlo y pasará casi siempre. Si hay obstrucciones pasivas, como estacadas, ó éstas se encuentran reforzadas con torpedos, la operación pasa á ser muy difícil y tal vez imposible.

Los pasos á viva fuerza llevados á buen término en las guerras modernas han sido casi siempre en canales, que ó no tenían obstrucciones pasivas ó no eran éstas suficientes, ó aprovechando las condiciones especiales del estado del mar ó río, como en el Mississipí, que alguna vez se pasó aprovechando una crecida, ó en el mar durante una marea viva.

Desde luego, los buques encargados de la operación deben ser necesariamente acorazados, aunque esto no quiere decir que no se hayan forzado pasos con buques de madera, porque en los Estados Unidos en 1862, al principio de la guerra, antes de la construcción del *Merrimac*, no había más que buques de madera, y con ellos forzaron los federales varias veces el paso del Mississipí, pero no era igual la artillería que defendía el paso que la que hoy tienen las baterías de costa. Además hay que tomar precauciones; antiguamente se reforzaban los costados con cadenas, y algunas veces con sacos terreros que resguardaban bastante, pero esta defensa, que era suficiente contra los cañones lisos de 36 libras, de nada serviría hoy contra los rayados modernos.

La formación tiene que ser en línea de fila simple ó doble, ésta si lo permite la anchura del paso; doble, tiene el inconveniente de que se pueden perder más buques, pero hay la ventaja de que la mayor parte penetran; pero no siempre se podrá pasar en esta formación porque el paso puede ser estrecho.

La hora más á propósito es el amanecer, ó sea con la primera luz del día, y algunas veces se aprovechan circunstancias extraordinarias como en el Mississipí, que fué pasado alguna vez en noches tempestuosas, en que la vigilancia es menos eficaz y se puede pasar hasta sin hacer un sólo disparo.

El forzamiento lo pueden verificar uno ó dos buques solos, lo que será difícil, ó una escuadra que será el caso más general. Se puede emplear el procedimiento que el almirante Farragut siguió varias veces, que consistía en disparar mucho aun sin apuntar, sólo por envolverse en una nube de humo dificultando la puntería de las baterías de costa, ó como hizo la escuadra brasileña en un paso del Paraguay, cerrando las portas y lanzándose á toda máquina sin contestar al fuego de las baterías de la costa. Uno y otro procedimiento han dado resultado, pero el segundo requiere buques de gran marcha y que no haya muchas baterías, sino solamente una ó dos, que en corto tiempo poco fuego pueden hacer, si se pasa á mucha velocidad, pero casi siempre será mejor contestar el fuego de la defensa con el de los buques.

Ejemplo de estos pasos á viva fuerza tenemos en el ataque de Nueva Orleans en el Mississipí el 24 de abril de 1862, al año de empezada la guerra en los Estados Unidos, por la escuadra del todavía entonces comodoro Farragut, compuesta de 18 buques entre corbetas, cañoneras y algunas bombardas, y formados en dos columnas, penetraron á las cuatro de la mañana entre los fuertes de Saint Philip y Jackson, envolviéndose en una nube de humo y lanzándose á toda máquina, á pesar de estar defendido el paso por la flotilla confederada y haber una barrera de cadenas y pontones. Otros dos pasos forzó el mismo Farragut remontando una vez el Mississipí el 28 de junio de 1862 y bajándolo después el 19 de julio del mismo año ante los fuertes de Vicksburg, para reunirse primero con la flotilla del almirante Davis y para bajar juntos después, pero en esta ocasión llevaba el almirante federal algunas bombardas que prepararon el paso con sus fuegos curvos sobre las baterías de los fuertes. Pero el paso más notable tuvo efecto el 5 de agosto de 1864 al forzar la entrada de la bahía de Mobila, pasando entre los fuertes Gaines y Morgan, colocados á 3 $^1/_2$ millas de distancia entre sí y con el banco de Middle Ground en medio; entre el fuerte de Gaines y el banco había una barrera de pilotaje y entre el banco y el fuerte Morgan una línea de torpedos. Al amanecer, hora de la pleamar, forma la escuadra en una columna de siete parejas ó doble línea de fila, con su derecha apoyada por cuatro monitores; se puso en marcha la columna á las cinco de la mañana, y á las seis y cuarenta y cinco minutos rompió la

escuadra el fuego contra el fuerte Morgan, pues intentaba el paso por este lado, pero el monitor *Tecumseh* provoca la explosión de un torpedo y se va á pique, esto causa alguna vacilación en la columna, pero entonces Farragut, que iba detrás en la corbeta almirante *Hartford*, hace señal para que la dejen pasar adelante, se coloca á la cabeza y poniéndose él mismo en la cofa del palo mayor, se lanza á toda maquina y fuerza el paso siguiéndole los demás buques, ocurriendo lo que ya había supuesto Farragut, que aunque había torpedos, como llevaban mucho tiempo en el agua se habían inutilizado muchos de ellos. Una vez forzado el paso tuvo que sostener la escuadra un combate contra el *Tennessee*, buque ariete que tenía una coraza de gran resistencia, y que mantuvo él solo durante dos horas el ataque de los 13 buques de la escuadra federal.

Respecto al aserto absoluto y terminante de Farragut, en las relaciones oficiales de sus operaciones, de que no hay paso imposible á viva fuerza para una escuadra cuyo comandante esté decidido á llevarlo á cabo, hay mucho que discutir, porque á él le fué posible porque la artillería de los confederados se componía sólo de cañones lisos y algunos pocos rayados, pero ninguno perforante, y los torpedos estaban en sus principios, haciendo explosión únicamente por el choque, porque aún no se habían generalizado ni perfeccionado los medios de inflamación eléctrica, faltaban, por lo tanto, muchos elementos de que hoy se dispone para defender un paso, y que hacen la operación de mucho más difícil éxito.

*
* *

El combate entre buques y baterías de costa, puede ser entre un buque aislado y una batería, ó el ataque de una ó varias baterías por una escuadra, generalmente como preparación para llevar á cabo otra operación.

En el combate de un buque con una batería de costa varían las condiciones según la batería esté á gran altura ó baja y que sea visible ó casi invisible. De todos modos siempre hay dos períodos: el lejano y puramente preparatorio, á 4 ó 5 kilómetros, y el próximo ó decisivo.

Durante el ataque lejano la batería se presentará, en general, poco aparente para el buque, y el fuego de éste difícilmente podrá ser eficaz por la dificultad de la puntería y la enorme dispersión de los proyectiles á las distancias grandes, aumentada por la movilidad de la plataforma que sustenta los cañones del ataque. En cambio, hay que convenir también en que el tiro de la batería sobre el buque á larga distancia no puede ser de mucho efecto; aunque los cañones sean perforantes, no puede contarse con obtener perforación á más de 2500 ó 3000 metros, aun suponiendo que la energía que conservasen los proyectiles permitiese teóricamente esperarla; por otra parte, la precisión del tiro contra un blanco que se mueve no puede dar seguridad alguna de alcanzarlo en breve tiempo. Esto no quiere decir en absoluto que buque y batería no puedan causarse mutuamente daños de relativa importancia en el combate lejano, pero no puede contarse como probable con un resultado decisivo.

En el ataque próximo, si la batería es baja y está armada con cañones de gran potencia, podrá perforar los costados y la flotación del buque agresor; pero en cambio éste, sirviéndose de su artillería de calibre medio y pequeño, de tiro rápido, podrá concentrar fuegos muy eficaces, no para desmontar las piezas, sino para poner fuera de combate á los sirvientes y de hecho apagar los fuegos. Si la batería es acasamatada ó acorazada no tendrá resultado este fuego, por vivo que sea, y si estando al descubierto es alta, no podrá contra ella nada el buque, porque sus tiros de abajo á arriba serán enteramente ineficaces; verdad es que la batería tampoco podrá nada contra el buque en cuanto éste entre en el ángulo muerto de sus fuegos por la máxima depresión.

No sólo debe contar la defensa con el tiro perforante de los cañones de grueso calibre. Tanto éstos, como los medianos de 12 á 15 centímetros y los obuses de 21 á 30, pueden disparar granadas de gran capacidad cuyo efecto explosivo es de mucha consideración, sobre todo si en vez de pólvora ordinaria se cargan con un explosivo fuerte. Estas granadas-torpedos disparadas contra las partes no acorazadas de los buques modernos, pueden producir terribles efectos de destrucción. Aun los buques ingleses que más protegidos parecen contra los proyectiles extra-explosivos, los de los tipos *Majestic*, *Canopus*, *Formidable*, como tienen

la proa y la popa simplemente *protegidas*, deben temer mucho de una granada-torpedo que atraviese el costado, y reventando en el interior, descomponga con la explosión todo el *cofferdam*, abriendo enorme brecha en el puente blindado. Un tiro de esta especie puede comprometer muy seriamente la existencia del buque.

El combate viene á ser muy semejante y dividido en los mismos períodos si se trata de una ó varias baterías atacadas por una escuadra que se componga de algunos acorazados y cruceros. Ejemplo de esta clase de combate tenemos en el cañoneo de Alejandría por la escuadra inglesa del Mediterráneo el 12 de julio de 1882. La escuadra agresora estaba compuesta de los ocho acorazados *Invencible*, *Monarch*, *Superb*, *Sultán*, *Penelope*, *Temeraire*, *Alexandra* é *Inflexible*, que eran de los mejores que entonces tenía la Armada inglesa, todos posteriores al *Hércules*, y entre ellos el *Inflexible* el mejor de todos. El armamento total era de cuatro cañones de 40 centímetros, 10 de 30 y 28 centímetros, 59 de 25 y 23 centímetros y siete de 18, en total 80 cañones de 18 á 40 centímetros. Las baterías egipcias tenían armamento inferior á los cañones de la escuadra, porque si bien es verdad que había algunas que estaban armadas con cañones Armstrong de 10 y 12 pulgadas, era en malas condiciones de instalación, á barbeta, sin traveses ni repuestos, con parapetos de piedra algunas, y, sobre todo, con un personal mal instruído y poco aguerrido, y aun así, aunque no perforaron ninguna coraza, hubo algunos cañones desmontados y averías en las chimeneas, que causaron perjuicios en la marcha de los buques, destrucciones en parte de la obra muerta no acorazada en otros, y en todos hubo bajas. Sin embargo, es de notar que las cinco cañoneras de la escuadra inglesa, *Bittern*, *Beacon*, *Cygnet*, *Decoy* y *Condor*, desempeñaron un papel casi tan importante como los acorazados, porque éstos sólo lograron desmontar unos pocos cañones, pero en cambio el fuego de los de pequeño calibre y de las ametralladoras de las cañoneras inglesas, y principalmente la *Condor*, que pasaban y repasaban por delante de las baterías, haciendo fuego sobre ellas con sus ametralladoras Nordenfelt, hizo tanto daño y causó tantas bajas, que las baterías fueron desamparadas por el personal que las servía y reducidas al silencio; así se explica que un destacamento de 15 ó 20 marineros, al mando de un oficial, se acer-

cara á la costa en una lancha y, desembarcando, penetrase en el puerto, inutilizando algunos de los cañones que impedían la entrada de la escuadra.

Ejemplos de operaciones de este género, sin éxito, son frecuentes en la historia de las guerras modernas: el almirante Dupont, que mandaba una escuadra federal, trató de apoderarse del fuerte Sumter, en Charleston, diferentes veces, durante el año 1863; la primera vez, el 7 de abril, se acercó al fuerte con una fragata acorazada y ocho monitores, y se vió obligado á retirarse con averías de mucha importancia; hicieron entonces las tropas un desembarco en la isla Morris, y durante cincuenta días mantuvieron el sitio contra el fuerte Wagner que la defendía, y aunque llegaron á apoderarse de esta obra, no consiguieron tampoco reducir desde ella al fuerte Sumter, que continuó resistiendo, á pesar de nuevos ataques de la escuadra el 8 de septiembre y el 26 de octubre, que no tuvieron mejor éxito, y el fuerte, aun después de destrozado y convertido en montón de ruinas, impidió siempre la entrada en la bahía de Charleston, sosteniéndose hasta el fin de la guerra, gracias á la energía de la guarnición confederada.

En cambio, en otros casos en que se ha intentado la misma operación con superioridad de fuerzas, ha tenido buen resultado, como en el ataque de Pisagua, el 2 de noviembre de 1879, en que los chilenos condujeron una expedición de 10.000 infantes y 1000 caballos en 15 transportes protegidos por cuatro buques de guerra, desembarcando después de un cañoneo preliminar de cinco horas; pero hay que tener en cuenta que era contra obras defectuosas y mal defendidas, y lo mismo el ataque de Sfax por los franceses, el 16 de julio de 1881, con 4000 hombres de desembarco en seis batallones de infantería, mas las fuerzas de desembarco de la escuadra; pero se trataba de una plaza antigua con murallas de torreones, que contra los cañones de la escuadra no tuvo defensa; pero si se hubiera tratado de fortificaciones de otro género, es probable que no hubiera tenido el mismo resultado.

* * *

El bombardeo es una operación que se confunde por algunos con el cañoneo; así se oye á veces decir: «el bombardeo de Alejandría», cuando

fué realmente un combate entre los buques y las baterías, aunque es claro que algunos proyectiles fueron á caer en la población, lo que nunca se puede evitar en esta clase de operaciones; tanto es así, que cayeron proyectiles en el barrio europeo donde los mismos ingleses tenían muchos compatriotas, y no es de suponer que tuvieran intención de causarles daño.

El *bombardeo*, para que pueda llevar este nombre, requiere que la operación se realice contra una población de la costa, con el objeto exclusivo de causar daños en la propiedad pública ó particular, y puede presentar dos caracteres, ó es sencillamente una demostración que se hace para imponerse á una nación enemiga y obtener satisfacción de algún agravio ó como un castigo que se impone; ó bien entra en los planes del agresor causar grandes pérdidas en las ciudades de la costa, ó destruir un arsenal, é influir así en las decisiones del Gobierno enemigo, inclinando su ánimo á pedir la paz. Hay ocasiones en que, á consecuencia de algún disentimiento diplomático, resultado de daños ó depredaciones que han sufrido los naturales de un país que habitan en el territorio de otra nación, la primera, para proteger á sus nacionales, envía una escuadra, y á veces un solo buque, para exigir una reparación de insultos ó perjuicios, y si no se le da la satisfacción demandada, hace una demostración que casi siempre consiste en un bombardeo. Esta agresión, por un buque ó dos, ó una escuadra, contra países salvajes y pobres, puede tener importancia, intimidando á los habitantes por los daños que cause, pero contra naciones civilizadas no da resultado apreciable, porque es cierto que podrán derribar ó incendiar algunas casas con sus proyectiles, pero el resultado que se obtenga no puede ser grande, porque los buques llevan sólo á razón de 25 ó 30 disparos por cañón de grueso calibre y 60 á 80 para los de calibre medio, que serán los que se empleen principalmente, pues contra el caserío de la población no tiene objeto disparar con los cañones de 24 á 32 centímetros.

El bombardeo de una ciudad marítima, aunque sea pequeña, por un sólo buque de guerra, no puede producir, por lo tanto, daños efectivos de mucha consideración; pero en determinados casos el efecto de intimidación, sobre habitantes ya de antemano atemorizados, puede llegar á ser tal, que el resultado propuesto se consiga.

Cuando el bombardeo es llevado á cabo por una escuadra, debe suponerse que tiene por objetivo una ciudad populosa, comercial y manufacturera, ó bien un arsenal militar. En el primer caso, los daños causados á la propiedad particular pueden llegar á ser individualmente de bastante consideración, y los clamores de los interesados dar la apariencia de una catástrofe al resultado, pero es difícil que en conjunto puedan las averías corresponder á la entidad de los medios empleados, aun contando con el efecto muy aumentado de los actuales proyectiles explosivos contra las construcciones de fábrica. En el segundo caso, dada la extensión de los arsenales, la existencia en ellos de grandes espacios despejados y de dársenas de flotación, es muy dudoso que un bombardeo de algunas horas pueda causar la total destrucción del establecimiento, aunque sí produzca daños muy importantes.

Hay que tener presente que si el general De Blois exigía, para considerar suficientemente bombardeada una ciudad, que hubiese caído sobre ella un número de bombas á razón de una por cada decámetro cuadrado, ó sean 10.000 por kilómetro cuadrado, es muy difícil alcanzar una intensidad semejante ó equivalente con la dotación de proyectiles que lleva una escuadra. Si se tomase como punto de comparación la regla adoptada por los alemanes en 1870, de llevar dos piezas de sitio por cada 1000 habitantes, no debe olvidarse que era en el supuesto de un bombardeo continuado de ocho ó diez días, que supone un consumo total de proyectiles de 400 á 500 por pieza, y tampoco la escuadra puede contar con una acumulación de fuegos que pueda compararse á la indicada.

El bombardeo de ciudad ó plaza marítima emprendido por una escuadra, supone que ésta es dueña del mar en absoluto, pues si existiese aún una fuerza naval del defensor que pudiera presentarse de improviso, la situación de la escuadra de bombardeo podría ser muy comprometida, teniendo que hacer frente á las fuerzas de socorro con sus pañoles de municiones exhaustos, y, por lo tanto, privada de su principal medio de acción. Aun una simple escuadrilla de cañoneros y torpederos podría poner en grave aprieto á una escuadra muy superior que fuese sorprendida en tan crítica situación.

Cuestión muy discutida es en la actualidad, la de examinar á qué

distancia puede realizarse un bombardeo marítimo. Las piezas actuales de Marina, que, gracias á su considerable longitud y al empleo de las pólvoras nuevas llamadas *sin humo*, pueden lanzar sus proyectiles con velocidades iniciales de 700, 800 y hasta más de 900 metros por segundo, apuntadas por ángulos de 20 á 25° de proyección, alcanzarán sin dificultad á distancias de 16 á 18 kilómetros en los calibres medios y lo mismo sucede en los gruesos, pues si los proyectiles tienen en estos últimos mayor coeficiente balístico, en cambio las elevaciones no pasarán de 15 á 18°. La posibilidad material de que á tales distancias puedan lanzarse proyectiles sobre un blanco extenso, como una ciudad ó un arsenal, no puede, pues, ponerse en duda; pero en tales condiciones, la dispersión del tiro será enorme y su aprovechamiento muy escaso, de tal modo, que bien pudiera ocurrir que se estuviera tirando horas enteras sin que un solo proyectil produjese efecto útil. Por esta razón muchos creen que un bombardeo eficaz tendrá que emprenderse desde más cerca, á unos 5 ó 6000 metros, y de hecho demuestra la experiencia que siempre el agresor se ha aproximado, ya porque quiera apreciar el efecto que van produciendo los disparos, ya porque se cuenta con la acción moral innegable que sobre una población atemorizada ha de producir la presencia de los buques de combate con su aspecto formidable, á distancia á que pueda distinguirse su enorme masa y sus elementos ofensivos.

Si la plaza que se va á bombardear está defendida por baterías de costa, el bombardeo degenera en combate de artillería, y los fuegos que el agresor se ve obligado á dirigir contra las obras son perdidos para el efecto de intimidación, y si las baterías están suficientemente avanzadas de la plaza ó arsenal, el bombardeo puede llegar á ser imposible.

Como ejemplo de esta clase de bombardeos tenemos el del Callao por la escuadra española, al mando del brigadier Méndez Núñez, que, después de haber bombardeado á Valparaíso, se dirigió al Callao el 2 de mayo de 1866; bien es verdad que pudo costarnos caro, porque se hizo en circunstancias desfavorables, con una sola fragata acorazada, la *Numancia*, y los demás buques de madera, y se tuvieron que colocar á 1400 metros, porque iban armados con cañones bomberos, y en cambio los peruanos tenían sus baterías armadas con cañones Armstrong de 300 libras y hasta un Blackely de 500, uno de cuyos proyectiles de cabeza

plana alcanzó á la coraza de la *Numancia*, y á pesar de ser estas balas cilíndricas, consideradas entonces como las más favorables para la perforación, quedó empotrado entre la coraza y el almohadillado, probando esto la diferencia de condiciones que existen para la perforación en el polígono ó en el mar. El mismo Callao fué bombardeado otra vez el 22 de abril de 1880 por la escuadra chilena, compuesta de cuatro buques, *Blanco Encalada*, *Huascar*, *Angamos* y *Pilcomayo*, pero éstos ya se colocaron entre 5000 y 7000 metros y tampoco estuvieron inmóviles como los buques españoles, no acercándose más por temor á los torpederos peruanos y á la artillería de los fuertes; el resultado fué muy escaso, y aunque se repitió varias veces la operación, siempre fué con poco daño de una y otra parte, no consiguiendo nada con ello, pues lo que dió la victoria á los chilenos fué el desembarco y las subsiguientes batallas de Chorrillos y Miraflores, con las que consiguieron la posesión de Lima, no logrando ningún resultado positivo en la guerra por el bombardeo del Callao.

***

El bloqueo marítimo difiere bastante del terrestre, porque aquél no puede ser hermético, cosa que en tierra se consigue con relativa facilidad. Siempre hay que colocar los buques á distancia unos de otros, y es fácil pasar entre ellos aprovechando la noche ó la niebla y burlando la vigilancia con embarcaciones ligeras y pequeñas; esto ocurría á los federales en los bloqueos de Charleston, Nueva Orleans, Norfolk y otras plazas; pues los confederados organizaron unos buques llamados *Blockade-Runners* (forzadores de bloqueo), transformando buques mercantes y armándolos con dos ó tres cañones, procurando que fueran barcos de mucha marcha, 15 ó 16 nudos, que era mucho en aquella época, y con ellos conseguían romper el cerco muchas veces, y de este modo recibían de Europa, y principalmente de Inglaterra, cañones, fusiles y municiones que no tenían. Además, hoy es más difícil el bloqueo de una costa extensa que antiguamente, pues bastaba antes con pasar una nota á los embajadores declarando el bloqueo, y ya se podía apresar á cualquier buque que intentara pasar, considerando su cargamento como contra-

bando de guerra; hoy es preciso que el bloqueo sea efectivo y que el que lo mantiene tenga cruzando suficiente número de buques para impedir materialmente que ninguna embarcación se aproxime á la costa.

La escuadra bloqueadora necesita tener un punto de apoyo, bien sea un puerto ó rada en la costa misma ó en alguna isla próxima, para poder mantener el bloqueo, porque una escuadra no puede estar constantemente navegando ó manteniéndose ante una plaza con las calderas encendidas, sino que necesita repostarse de carbón y de víveres y reparar averías inevitables en la navegación, y de no tener dos escuadras para que se releven, quedando una ante la plaza mientras la otra va á repostarse, ocurrirá lo que á la escuadra del almirante Lobo le sucedía frente á Cartagena en 1873, que tenía que ir de cuando en cuando á Alicante á repostarse de carbón, y mientras tanto entraban en la plaza embarcaciones que abastecían á los sitiados. El bloqueo se mantendrá por buques pequeños, cañoneros ó torpederos, con el apoyo de los acorazados y cruceros, porque son necesarios buques de poco calado y rápidos que no dejen salir ni entrar ninguna embarcación en la plaza, y sirven para esto, no sólo los cañoneros y torpederos, sino también lanchas cañoneras de 40 á 50 toneladas y hasta las mismas lanchas de vapor de los buques, armadas con un cañón de tiro rápido, que pueden pasar sin casi advertirse bajo el fuego de las baterías de la costa.

Para establecer el punto de apoyo habrá que organizar en el lugar elegido algunas baterías en tierra, armadas con cañones de los mismos buques. Defendiendo el establecimiento marítimo destinado á fondear los buques que vayan á reparar averías, habrá que organizar una escuadrilla, aunque sea sólo de botes armados con cañones de tiro rápido, para librarse del ataque de los torpederos; habrá también depósitos de carbón y talleres de reparación y todos los elementos, sin los que una escuadra no puede subsistir, como depósitos de víveres, que se traerán de la Metrópoli en transportes.

* * *

Otro caso de operación naval es el ataque de una plaza marítima con intento de apoderarse de ella, que únicamente puede admitirse contra

plazas de poca importancia, como el ataque del fuerte Fisher, en el puerto de Wilmington, el 24 y 25 de diciembre de 1864 y 14 y 15 de enero de 1865. El fuerte expresado era de tierra con poca guarnición, y fué atacado por cinco acorazados que protegieron el desembarco de 8500 hombres, que se apoderaron del fuerte por asalto después de tres días de fuego. El ataque ya citado de Sfax por los franceses, constituye otro caso análogo; pero en todas las ocasiones citadas no ha habido verdadero sitio regular, sino ataque á viva fuerza, más ó menos preparado por la artillería de la escuadra. Sin embargo, como es frecuente que haya desproporción entre las defensas de las plazas marítimas por ambos frentes de mar y de tierra, y mientras en aquél hay fortificaciones formidables, poderosamente armadas, en éste sólo se encuentran viejas murallas ó atrincheramientos improvisados á última hora, es menos raro aquí que en las guerras puramente continentales ver una plaza caer en poder del agresor por un ataque á viva fuerza.

Pero cuando las defensas de la plaza por la parte de tierra estén organizadas como se debe, y sobre todo defendidas con valor é inteligencia, no debe suponerse que baste el ataque á viva fuerza, ni aun preparado con un violento cañoneo de la escuadra para que la fortaleza caiga en poder del agresor, y éste se verá precisado á emprender el ataque regular ó industrial. El sitio por tierra se hará en las mismas condiciones y por los mismos medios que contra las plazas terrestres (*), tocándonos aquí tan sólo hacer mención especial de la cooperación que puede tocar á la Marina en su desarrollo.

La más importante es el auxilio que puede prestar transportando el tren de sitio. Este auxilio es, no ya sólo conveniente, sino necesario, pues las plazas marítimas estarán de ordinario lejos de la frontera terrestre, y á veces en una isla, y sería imposible, ó poco menos, llevar el tren por vía terrestre. Haciendo el transporte por mar se simplifica mucho la operación, y un parque que hubiera necesitado muchos trenes para su conducción por ferrocarril, se puede llevar en seis ú ocho buques de gran porte, de vapor, y aun de vela si la llegada no es urgente.

(*) Véase LECCIONES DE ATAQUE Y DEFENSA DE LAS PLAZAS Y POSICIONES FORTIFICADAS, *explicadas en la Escuela Superior de Guerra.*—Madrid (Imprenta del *Memorial de Ingenieros*), 1898.

Si la artillería de que dispone el parque de sitio para el ataque de la plaza no es suficiente, puede hacerse lo realizado ante Sebastopol y Charleston, que es desembarcar una parte de la artillería de los barcos para que, establecida en tierra y servida por brigadas de marineros, coopere al ataque con su fuego en mejores condiciones que lo hubiera hecho desde los buques, por ser la plataforma fija, y, por lo tanto, el tiro más seguro. Esto exigirá preparar especialmente las explanadas para poder montar los cañones con sus cureñas de marina, que tan distintas son de las de sitio, pero esta no es una dificultad insuperable ni mucho menos; con durmientes y tablones se organizará un asiento sólido y bien enlazado, al que se podrán sujetar los elementos de giro y soporte de las correderas ó marcos. También, cuando haya escasez de artilleros, se puede desembarcar marinería, aunque no se desembarquen piezas, pues aun no siéndoles conocida la artillería de tierra, siempre estarán en mejores condiciones de aprender rápidamente su manejo que los que desconocen por completo las bocas de fuego.

Debe también la escuadra bloquear las avenidas marítimas del puerto, pues de nada serviría que el ejército cercase estrechamente á la plaza por tierra, si por mar pudiese recibir vituallas, municiones y toda clase de auxilios.

Los buques también cooperarán en determinados días al combate de artillería, pero de ordinario no podrán hacerlo de un modo continuo, tanto porque no llevan las municiones que para ello necesitarían, como porque los buques de guerra, aun los más potentes acorazados, no tienen organización adecuada para estar combatiendo días y días sin sufrir averías de consideración que los inutilizasen. El día en que rompan el fuego las primeras baterías del sitiador, el designado para que empiecen á funcionar las de segunda posición ó de combate decisivo, serán los más á propósito para que la escuadra coopere al cañoneo de las obras de la plaza, tratando de anonadar á ésta con la gran cantidad de piezas que entran en acción simultáneamente. Si desde el mar se puede tomar de flanco ó de revés algún fuerte ó batería, será oportuno aprovechar esta circunstancia; pero en los tiros metódicos de la artillería de sitio, como son los de enfilada, de demolición, de brecha y aun el de desmonte, no es fácil que tome parte la artillería de los buques, pues le falta do-

tación suficiente de municiones, fijeza de plataforma y hasta reglas metódicas é instrucción adecuada para tiros que requieren ejecución muy acompasada y minuciosa, en forma que no entra en las costumbres de la Marina. El día del asalto será otra ocasión en que la escuadra deberá cooperar con su fuego, aunque no sea más que por el efecto moral que puede producirse en momentos tan supremos para el defensor, con el desarrollo de una potente línea de fuegos.

Una circunstancia que casi siempre imprimirá carácter á los sitios de las plazas marítimas, es la cifra reducida con que contará el ejército sitiador. Así hemos visto recientemente á los japoneses atacar á Puerto Arthur (Kio-jun-Ko) con sólo 18.000 hombres, que formaban una división completa y una brigada mixta, con 24 piezas de campaña de 7 $^1/_2$ centímetros y otras tantas de montaña, unas y otras de bronce comprimido. Estas fuerzas, transportadas por mar, fueron desembarcadas el 25 de octubre bajo la protección de la escuadra japonesa, en Kwaenko, en la costa oriental de la península de Liao-Tung, á mitad de distancia entre el río Yalú y Puerto Arthur. Las fuerzas mandadas por el mariscal Oyama avanzaron por la costa con el flanco izquierdo protegido por la escuadra, y el 6 de noviembre se apoderaron de Kintcheu, en el istmo que cierra la península en que está Puerto Arthur, y el 7 de la bahía de Talien-Wan, donde tuvo que esperar el completo de sus fuerzas (la brigada mixta) y el tren de sitio, hasta el 17 de noviembre en que emprendió el ataque de la plaza.

Esta, que se encontraba muy bien fortificada por mar, no tenía defensas por la parte de tierra, cuya falta se suplió apresuradamente con algunos atrincheramientos rápidamente improvisados, sostenidos por algunos reductos, pomposamente designados con el nombre de fuertes. Lo que los japoneses llamaban *tren de sitio*, no era más que 36 piezas Krupp, dos baterías de morteros de 15 centímetros, otras dos de morteros de 9 centímetros, una de cañones de 12 centímetros y otra de cañones de 9 centímetros, estos últimos idénticos á los que en Europa se llaman cañones pesados de campaña.

Después de algunos combates exteriores, los japoneses tomaron por asalto los fuertes de Hisuzan, Chofuzan y Niriuzan, que les hicieron dueños de la plaza. El ataque fué preparado por el fuego de las 48 pie-

zas de 7 $^1/_2$ centímetros de campaña y montaña y de 22 de las de sitio (se habían dejado atrás la batería de cañones de 12 centímetros y una de las dos de morteros de 15 centímetros); pero es indudable, á pesar de todo, que los 12.000 hombres que guarnecían á Puerto Arthur pudieron hacer una defensa mucho más brillante.

Defensa de las Costas.

VIII.

Sistema defensivo de las costas.

La defensa de las costas se confiaba antiguamente á una completa diseminación de los elementos con que se contaba á lo largo del litoral. Durante los siglos xv á xviii los piratas berberiscos, principalmente los de Argel y Túnez, armaban sus galeras y se lanzaban con ellas á la explotación del mar Mediterráneo. A la vela en las navegaciones largas, al remo en el combate y en la persecución de los buques cristianos, recorrían cuantos lugares eran frecuentados por los bajeles mercantes, y cuando éstos no daban alimento suficiente á su rapiña, abordaban á las costas de Sicilia, á las meridionales de Italia y España, á las Baleares, y cayendo rápidamente sobre un punto, se apoderaban de todo lo que podían, cautivos y riquezas, y volvían á alejarse á toda prisa. Para contrarrestar estas depredaciones, las naciones mediterráneas organizaron milicias locales de infantería y caballería y establecieron en la costa torres ó vigías en los puntos altos, para que en cuanto viesen aproximarse á una embarcación sospechosa, hiciesen señales por medio de hogueras para que se concentrasen las milicias de los pueblos próximos y marchasen al punto amenazado para rechazar la agresión.

Sin embargo, como de noche cesaba la vigilancia, por carecer de medios de continuarla, de noche era cuando los piratas se acercaban á la costa, y al amanecer, cuando aún no podían ser advertidos, desembarcaban, y una vez ejecutada la sorpresa, huían con el botín.

También por la misma época las naciones mediterráneas empezaron á organizar marina militar, y desde entonces hubo también que proteger

las costas contra los ataques que pudieran llevar á cabo los buques de guerra. El medio á que generalmente se recurrió fué al establecimiento de baterías á barbeta para cuatro y lo más seis piezas de hierro de las mismas que empleaba la Marina, de los calibres de 18, 24 ó 36, colocadas en las radas, calas, fondeaderos, ensenadas y puntos favorables para un desembarco. Cada batería acostumbraba á tener en la gola una torre ó cuerpo de guardia defensivo, ó una simple caseta para el destacamento de artillería. En muchas baterías ni siquiera se tenía fuerza de artillería para el servicio de las piezas, sino que se confiaban éstas á los marineros veteranos que habitaban en los pueblos inmediatos, y que habiendo hecho varias campañas en buques de guerra, estaban acostumbrados al manejo de los cañones. Los buques de madera eran tan débiles que con facilidad recibían averías graves por el tiro de las piezas de costa, y se citan repetidos casos en que una batería de cuatro cañones rechazó á un navío de línea. Lo económico de las piezas de hierro fundido y la facilidad de encontrar quien las sirviera, permitían entonces prodigar las baterías y diseminar la defensa.

También era diseminado el sistema que adoptó Inglaterra para la defensa de sus costas meridionales, cuando se vieron amenazadas por la expedición que preparó Napoleón I. Construyeron al efecto una serie de torres, llamadas *Torres Martello*, colocadas á media milla de distancia próximamente unas de otras, de modo que podían cruzar sus fuegos; cada torre tenía como armamento un cañón giratorio ó colisa, colocado en la plataforma superior. El sistema llevaba al último límite la dispersión de los elementos defensivos; no llegó á ser sometida á prueba su eficacia, pero no cabe duda de que por sí solo hubiera sido insuficiente para rechazar un desembarco.

La diseminación podía ser aceptable en los tiempos de los buques de madera y de los cañones lisos; pero con los buques acorazados y la potente artillería actual, la pretensión de resistir en todas partes al ataque, sería el medio más seguro de facilitar la agresión. La operación material del desembarco será siempre posible á un enemigo poderoso, que encontrará, salvo condiciones hidrográficas muy especiales de la costa, un punto mal defendido, donde sus tropas puedan tomar pie en tierra firme. En cambio el éxito definitivo de la expedición se verá sériamente

contrariado por la posibilidad que el defensor tiene de concentrar sus tropas en donde le convenga para resistir á la invasión, ó para atacar al cuerpo de desembarco y obligarle á permanecer clavado en la costa, ceñido á conservar el abrigo de los atrincheramientos con que haya protegido el punto de desembarco y el apoyo de la escuadra, ó tal vez á reembarcarse.

Una buena red de vías férreas y telegráficas hará más, por lo tanto, para la defensa de una frontera marítima, que la colocación de baterías en aquellos puntos que parezcan favorables á un desembarco. Ferrocarriles radiales que partan de los puntos de concentración, y otro ú otros paralelos á la costa para los movimientos laterales, formarán el conjunto de esta red, evitando en lo posible que la vía esté demasiado próxima al litoral, tanto para que los transportes no puedan ser contrariados por los fuegos de algunos buques enemigos que crucen por los mares costeros, como para que fuerzas que los mismos puedan desembarcar no corten la vía é interrumpan las comunicaciones.

Para tener noticia oportuna de la aproximación del enemigo, habrá en la costa una línea de semáforos establecidos en puntos altos desde donde se descubra mucho horizonte, y que, aparte de lo que por sí mismos puedan observar y telegrafiar, servirán para recibir las noticias que transmitan los buques de la escuadrilla exploradora ó de vigilancia, formada por algunos cañoneros y avisos de mucho andar, que avanzarán mar adentro para enterarse de la situación de la escuadra y convoy enemigo, buscando su contacto, y vendrán á toda prisa á comunicarlo al semáforo más inmediato, el cual transmitirá el parte por telégrafo al cuartel general de las fuerzas defensoras.

La escuadrilla mencionada es de vigilancia y no de combate. La escuadra defensora, compuesta de los acorazados de que se disponga, con algunos cruceros, avisos y torpederos, debe estar concentrada en una estación central, desde donde le sea fácil acudir al punto amenazado; en ella, además de estar en contínua comunicación con el general en jefe del ejército de tierra para combinar oportunamente sus operaciones, debe encontrarse dispuesta á partir inmediatamente al primer aviso, y mientras está en fondeadero, guardarse con un servicio avanzado, que mantendrán los avisos y los torpederos, para evitar una sorpresa,

que, obligándola á combatir en las condiciones más desfavorables, sería su pérdida segura.

Hay varias posiciones que gozan de privilegiadas ventajas para servir de base de operaciones á la escuadra encargada de cooperar á la defensa de una frontera marítima: una de ellas es Portsmouth, en la costa meridional de Inglaterra, y otra Mahón, en nuestras Baleares; pero merece citarse, en primer término, la Maddalena, en el estrecho de Bonifacio, punto excelente para que la escuadra italiana atienda á la defensa de todo el litoral del mar Tirreno desde la Spezia, ó por lo menos desde Liorna hasta Nápoles. En efecto, tiene la ventaja, como posición de refugio, de que su bloqueo sería imposible sin una enorme superioridad de fuerzas del enemigo, pues se puede salir del fondeadero, bien al Oeste por el canal dell'Orso, bien al Norte por entre la isla Spargi y la de la Maddalena, ó entre ésta y la de Caprera, ó por el Este por Bocca Scirocco. Por otra parte, la combinación de las tres islas Maddalena, Caprera y San Stefano con la vecina costa de Cerdeña, da una fuerza defensiva notable á la posición, y para apreciar su valor ofensivo, basta observar que desde ella se puede partir para atacar de flanco á una escuadra que desde Marsella y Tolón, por el Norte de Córcega, fuese á atacar ó proteger un desembarco en las costas de Toscana ó de los antiguos Estados Pontificios, ó también para amenazar las comunicaciones de Francia con la Argelia.

Hay, pues, desde luego que fortificar estas bases ó centros de operaciones de las escuadras, eligiéndolas cuidadosamente para que no sólo reunan condiciones estratégicas, sino también las tácticas. La defensa desde tierra es indispensable en este caso, para que se pueda resguardar la posición, aunque la escuadra no esté presente, y evitar la contingencia de que, al regresar aquélla de una expedición buscando el refugio y el abrigo, se encuentre el fondeadero ocupado por el enemigo durante su ausencia.

También deben fortificarse los arsenales, que son las plazas de depósito de las fuerzas navales, donde éstas encuentran los elementos para repostarse de víveres, municiones, carbón y para hacer las reparaciones que exigen las averías causadas, bien en un combate, bien como consecuencia de accidentes de navegación. Contienen, además, generalmente

los arsenales un astillero de construcción, donde de ordinario se encuentran, bien sea *en grada*, bien ya flotando en una dársena después de ser botados al agua, algunos buques en construcción, que aunque no constituyan un elemento *actual* de poder marítimo, son una reserva para lo futuro, que no conviene dejar expuesta á una destrucción impune. Así Inglaterra ha fortificado con cuidado sus arsenales de Plymouth, Portsmouth, Chatham; Francia los de Cherburgo, Lorient, Brest, Rochefort y Tolón; Italia los de la Spezia, Tarento y Venecia; Alemania los de Kiel y Wilhelmshaven; Austria los de Pola y Trieste; Rusia los de Kronstadt, Sebastopol y Nicolajev, y en España se fortificaron ya desde el siglo XVIII Cartagena, La Carraca y El Ferrol.

Los arsenales necesitan estar defendidos por mar y por tierra, pues no sólo hay que temer el ataque de una escuadra, por más que éste sea el más inminente, sino también el de un ejército terrestre, bien llegue éste atravesando el territorio desde la frontera, bien porque desembarque en un punto de la costa situado á una ó dos jornadas de la plaza. Será ésta, por lo tanto, de las que se llaman *de doble frente*, marítimo y terrestre.

Debe asimismo fortificarse la desembocadura de un gran río navegable, cuando éste puede conducir, en el interior del país, á puntos de gran importancia estratégica ó comercial. Así los ingleses han defendido la entrada del Támesis, que conduce á Londres, y los alemanes las de los ríos Elba y Wesser, que están á poca distancia una de otra, y se combinan con la gran rada de la Jade, donde está Wilhelmshafen, además de conducir á los puertos comerciales de Hamburgo (Altona) y Bremen. En Bélgica, la fortificación del gran campo atrincherado de Amberes, ha traído como consecuencia la defensa del bajo Escalda, en el recodo de Calloo, para poner á la posición al abrigo de una agresión desde el mar y también para proteger la llegada de una escuadra aliada de socorro.

Los puertos comerciales de primera importancia hay también que defenderlos, preservándolos de la agresión directa y del bombardeo, cosa fácil si se encuentran en condiciones favorables, en el fondo de una bahía que penetre mucho en las tierras y que tenga la boca estrecha, en un río navegable á seis ú ocho kilómetros de la desembocadura, ó protegidos por islas, bancos y escollos al exterior y hasta gran distancia.

Así pueden considerarse de fácil defensa Southampton, Londres, Liverpool, Hamburgo, Bremen, Melbourne, Sydney, San Francisco de California, Nueva York, Washington, Nueva Orleans, Charleston, Philadelphia, Amsterdam, Rotterdam, Danzig, Stettin. En cambio, cuando están en costa rectilínea, ó sea cuando son puertos abiertos ó exteriores, su defensa es muy difícil, por no decir imposible. Así están muy expuestos á un bombardeo muchos puertos del Mediterráneo, como Málaga, Valencia, Barcelona, Marsella, Niza, Génova, Nápoles, Palermo, Trieste, El Pireo, Odessa, Alejandría, Argel.

Los puntos favorables á un desembarco sólo deben fortificarse cuando, por las condiciones especiales del litoral, son en número muy limitado y puede atenderse á su defensa sin diseminación de fuerzas. En otro caso, no conviene, porque se caería en los mismos inconvenientes que presenta el sistema de *cordón* en la defensa de una frontera terrestre, y queriendo atender á todos los puntos, en todos sería la defensa débil é ineficaz.

Hay que guardarse mucho de la tendencia á fortificar todos los puntos que parezcan favorables, y no olvidar que, así como no es posible defender una frontera terrestre con sólo las fortalezas, y que éstas deben ser puntos de apoyo del ejército de operaciones, del mismo modo no bastan para resguardar una frontera marítima las fortificaciones, y que los puertos militares son principalmente los puntos de apoyo de la escuadra de la defensa, que debe combinar sus operaciones con las fuerzas móviles de tierra.

El caso es muy distinto cuando se trata de defender una posesión insular, más ó menos alejada de la metrópoli. Los puertos que forman parte integrante de ésta pueden siempre contar con el apoyo de las fuerzas nacionales procedentes del interior del territorio, que, más ó menos pronto, debe suponerse que acudirán en socorro del punto amenazado; en cambio, los situados en una isla necesitan forzosamente el apoyo de una escuadra de cierta fuerza, pues las tropas que puede haber en la isla difícilmente bastarán para contrarrestar una expedición de importancia, como sería la que se propusiese su conquista.

IX.

Organización táctica de las plazas marítimas.

Estudiado el sistema defensivo de las costas, conviene que examinemos cómo deben estar organizadas las plazas marítimas, pero como éstas son esencialmente *puertos*, empezaremos por dar acerca de éstos las nociones más indispensables.

Se llama *rada* una extensión de mar inmediata á la costa, generalmente en una concavidad formada por ésta, al abrigo de ciertos vientos y donde los buques pueden anclar. Es *rada foránea* la que está muy abierta y en donde los buques no están resguardados de los vientos de alta mar, y *rada cerrada* la que forma una bahía de entrada estrecha y que da un abrigo suficiente contra todos, ó por lo menos la mayor parte de los vientos. Las radas son de ordinario naturales, pero las hay artificiales, como la de Cherburgo, en que el resguardo lo proporciona un dique de escollera. Muchas veces la *rada* precede á un *puerto*.

Se llama *puerto* á la porción de mar que, á inmediación de la costa, está abrigada, natural ó artificialmente, contra los vientos y las olas, de tal manera, que los buques pueden estacionarse en ella sin peligro para efectuar sus operaciones de carga y descarga, y en caso de necesidad, verificar las reparaciones necesarias.

Desde el punto de vista de su situación náutica los puertos pueden ser: *interiores*, cuando están situados en el fondo de bahías extensas ó en un río á cierta distancia de su desembocadura, y *exteriores*, cuando están en plena costa, ó sea en una parte rectilínea del litoral ó donde éste presente poca curvatura, ó en la desembocadura de un río. También puede ser un puerto *cerrado* ó *abierto*, según el resguardo que ofrezca; *de*

marea, aquel que tiene poca profundidad, en que no se puede entrar más que cuando el agua ha adquirido cierta altura; *de barra*, el que tiene su entrada cerrada por un banco de arena ó un escollo de roca que no permite entrar más que con la marea alta.

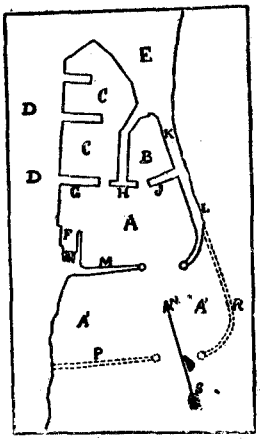
Otra clasificación es en puertos *de pesca*, *comercio*, *refugio* ó *guerra*, siendo las condiciones que deben reunir mucho mayores en los de comercio que en los de pesca, y en los de refugio y guerra que en aquéllos. En los puertos de pesca, destinados á barcos pequeños y de construcción grosera, no importa que haya poca profundidad en baja mar, pues no hay inconveniente en que las embarcaciones toquen con la quilla en el fondo, ni aun en que se queden en seco. Los de comercio necesitan que los buques mercantes tengan siempre agua suficiente para flotar, para lo cual, si en marea baja no la hay, se construyen *dársenas de flotación* en que se retiene el agua; necesitan además orillas verticales, á cuyo lado haya fondo suficiente para atracar los buques y verificar cómodamente la carga y descarga; las obras construídas con este objeto se llaman *muelles*. No importa en los puertos de comercio que no se pueda entrar á todas horas; en cambio los de refugio necesitan entrada libre en todo tiempo. En cuanto á los puertos militares, además de las condiciones de los de refugio, requieren otras especiales que luego expondremos.

Los puertos de marea necesitan tener una rada exterior para que en ella esperen los buques la hora de la entrada. Cuando la rada es de corta extensión y forma en cierto modo parte integrante del puerto, se llama *antepuerto*.

La existencia de las mareas constituye una diferencia esencial entre los puertos del Atlántico y los del Mediterráneo. Los de este mar no tienen dársenas de flotación ni antepuertos propiamente dichos, por más que se dé este nombre comunmente á la parte más próxima á la entrada, algo menos resguardada que las dársenas interiores, donde se puede entrar y salir en todo tiempo y que están rodeadas de muelles. Ejemplo de la disposición de un puerto del Mediterráneo es el de Barcelona (figura 51). Disposiciones semejantes presentan los de Marsella, Génova, Cette, Valencia, Málaga, etc.

En el Atlántico, y lo mismo en el Oceano Pacífico, los puertos que

están en un litoral de mar profundo, donde se puede obtener fondo suficiente lo mismo en alta que en baja mar, son los mejores y disfrutan de ventajas análogas á los del Mediterráneo, es decir, libre entrada y salida á todas horas. La diferencia de nivel variable entre la cubierta del buque y el muelle no es un inconveniente grave, sobre todo cuando la carga y descarga se hace por medio de grúas. Así son la mayor parte de los puertos de Inglaterra y los de la costa Norte de España. Las costas escarpadas ofrecen de ordinario estas ventajas.



A.—Antepuerto actual.
A'.—Idem exterior proyectado.
B.—Dársena de la Industria.
C.—Dársena del Comercio.
DD.—Barcelona.
E.—Barrio de la Barceloneta.
F.—Muelle de San Beltrán.
G.—Muelle de Barcelona.
H.—Idem de la Capitanía.
J.—Idem de Cataluña.
K.—Idem Nuevo.
L.—Escollera del Este.
M.—Idem del Oeste.
P. R.—Nuevas escolleras en proyecto.

Fig. 51.
Escala de $\frac{1}{55.000}$.

Pero donde la costa está formada por playas de arena muy tendidas, y que, por lo tanto, la extensión que cubre la pleamar y deja descubierta el reflujo es muy considerable, es raro no tener que recurrir á las dársenas de flotación, es decir, que los puertos serán de marea. Casi todos los puertos de la costa Norte de Francia, Cherburgo, El Hâvre, Dieppe, Calais, Dunkerque; los de Bélgica, Ostende y Amberes, y los de Holanda, Flessinge, Scheveningen, Amsterdam y Helder, pertenecen á esta clase.

Todos estos puertos de marea acostumbran á presentar un canal de entrada estrecho y largo, entre dos *espigones (jetées)* paralelos, que desde el exterior conducen al antepuerto. En éste desembocan las *dársenas de flotación*, espacios cerrados con suficiente profundidad de agua para que los buques floten, y rodeados por muelles para la carga y descarga. La entrada de la dársena está cerrada por una *esclusa* con sus puertas, que generalmente cierran formando ángulo obtuso, cuyo vértice oponen, apuntalándose mútuamente las dos hojas, á la presión del agua. La esclusa se abre cuando la marea está alta, para que entren y salgan los buques, y se cierra cuando empieza á bajar, para que, retenidas las

aguas, puedan aquéllos seguir flotando, aunque el antepuerto se quede con muy poco fondo.

Es frecuente que durante la pleamar depositen las aguas en el antepuerto y en el canal de entrada un sedimento de arenas y guijarros, que han sido acarreados por las corrientes. Para evitar un contínuo *dragado*, es decir, la extracción de las arenas por medio de máquinas, y que acabase por disminuir la profundidad de agua en el puerto, se puede recurrir á un procedimiento, no utilizable en el Mediterráneo, que consiste en tener depósitos ó dársenas de retenida, donde se conserva el agua en pleamar, y cuando ha bajado la marea, abrir las *esclusas barrederas* que los cierran (*écluses de chasse*) y producir una corriente violenta que arrastra las arenas y guijarros depositados en el antepuerto y en el canal de entrada.

Como ejemplo de estos puertos de marea puede presentarse el de Ostende (fig. 52), que reune todas las disposiciones indicadas. Como se ve en el plano, algunas de las dársenas de flotación sirven de término á los canales de navegación que surcan el territorio de Bélgica y que tanto contribuyen á la prosperidad del país abaratando los transportes.

A.—Entrada del puerto.
B.—Canal de entrada.
C C.—Antepuerto.
D.—Dársena de pescadores.
E.—Dársena de retenida para la limpieza del canal de entrada.
F.—Idem id. para la del antepuerto.
G H.—Dársenas de flotación.
L.—Canal de Brujas.
M.—Espigones para contener las arenas.
N.—Playa descubierta en baja mar.
J J.—Esclusas barrederas.
K K.—Esclusas para retener el agua en las dársenas de flotación.

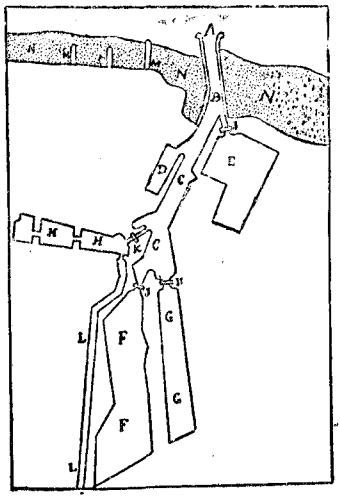


Fig. 52.

Escala aproximada de $\frac{1}{42.000}$

(24 milímetros por 1 kilómetro).

Para formar los puertos artificiales encerrando una cierta superficie de agua y defendiéndola de las agitaciones del mar exterior, sirven los *espigones*, *diques*, *rompeolas* ó *escolleras*. Los autores franceses distinguen tres tipos de obras de esta clase: *jetées*, las que forman el canal de entrada de los puertos de marea; *môle*, un muro que arranca de tierra y contribuye á encerrar un espacio de mar; *digue*,

islote artificial para detener la acción de las olas, y llaman especialmente *brise-lames* á los que presentan una superficie inclinada que amortigua la violencia del oleaje. En castellano no parece estar bien deslindada la distinción entre unas y otras denominaciones que se emplean de un modo arbitrario.

El trazado de los espigones, diques ó rompeolas, obedece á un estudio que debe ser muy minucioso y acopiando todos los datos posibles sobre el *régimen* de la costa en que ha de construirse el puerto. Los vientos dominantes, la dirección de las olas, que son su consecuencia, las corrientes, las mareas, constituyen reunidos, y á veces presentando fenómenos muy complejos, el *régimen* de una costa. Hay lugares en que el litoral está sometido á denudación; el mar se lleva los detritus de las rocas, producidos por el contínuo batir de las olas, y los puertos situados en estos parajes puede decirse que mejoran, porque tienen siempre su fondo limpio. En otros, el mar deposita las arenas y guijarros que arrastra, y por más esfuerzos que se hagan, los puertos pierden en profundidad de agua, y sólo á fuerza de contínuo y costoso dragado pueden mantenerse. La historia comprueba este hecho, recordando que puertos como el de Aigues-Mortes, en el Mediterráneo, donde se embarcó San Luís para sus dos cruzadas á mediados del siglo XIII, están hoy completamente inútiles y hasta distantes relativamente del mar.

La disposición de los espigones ó diques puede remediar á veces este defecto, obligando á la corriente á desviarse, ó provocando los aterramientos en el exterior del puerto, preservando así el interior, por lo menos durante algún tiempo. En cambio, un espigón mal situado puede producir fuerte resaca donde antes no existía, y hacer que sea poco menos que imposible fondear en el antepuerto, ó que la entrada y salida resulte más peligrosa que antes de construirse las obras con que se pretendía mejorar el puerto.

Los espigones salientes de los puertos de marea pueden construirse de madera, ó de madera y piedra, de hierro, ó mejor de mampostería.

Los diques y rompeolas se hacían antes de *escollera de piedra perdida*, es decir, arrojando bloques de piedra del mayor volumen y peso posibles al mar, y dejando que al caer se amontonasen naturalmente en el fondo, tomando *asiento* por consecuencia de la acción de las olas. Des-

pués de dos ó tres temporales fuertes se consideraba la escollera *sentada* y se podían construir encima los andenes y parapetos necesarios.

En las obras del puerto de Argel, en 1831, adoptó el ingeniero Mr. Poirel la escollera de bloques artificiales de hormigón de grandes dimensiones. Los que allí se emplearon eran de forma de paralelepípedos, $1 \times 1'5 \times 2'5$ metros; después en otros puertos se han aumentado las dimensiones hasta 10 y 15 metros cúbicos. Se preparan los bloques en cajones de madera que les sirven de moldes, con una mezcla bien trabada en máquinas adecuadas, de mortero de cemento hidráulico y piedra machacada, formando una piedra artificial muy dura y resistente. Fraguado el hormigón, se desarma el molde y se deja secar el bloque, que es después lanzado al agua por medio de grúas ó máquinas especiales. Casi siempre se combinan los materiales empleando la escollera de piedra natural en el fondo del mar, á donde no llegan las agitaciones producidas por los temporales y los bloques de hormigón en la parte superior hasta algunos metros por debajo de la superficie, donde es más necesaria la inercia de las grandes masas. Los bloques pueden lanzarse confusamente, ó bien colocarlos con orden y cierta simetría. También se sumerge á veces el hormigón fresco, encerrado en grandes sacos (como en Aberdeen y en la Guayra), para que fragüe dentro del mar.

Los *muelles* para la carga y descarga de los buques pueden ser de madera sobre pilotes hincados en el fondo del mar, ó de hierro, usando los pilotes de rosca. Lo más común y duradero es que consistan en un terraplén apoyado en un muro de mampostería ó sillería, el cual, como está construído dentro de las dársenas del puerto y no expuesto á las agitaciones exteriores, no necesita tantas precauciones como los diques y espigones que bate el mar de afuera. En los puertos comerciales debe haber el mayor desarrollo de muelles que sea posible, para lo cual, no solamente deben rodear por completo á las dársenas, sino que á veces se da á éstas un trazado especial con rectángulos entrantes y salientes que aumenta el número de buques que pueden atracar á un tiempo.

Los muelles deben tener anchura suficiente para todas las operaciones que en ellos hay que ejecutar. Conviene que las vías férreas, enlazadas con la red general, recorran toda la extensión de los muelles, para que se puedan cargar las mercancías en los vagones directamente al ex-

traerlas de los buques. Otras veces las mercancías deben quedar en depósito por algún tiempo, y conviene que haya en el mismo muelle cobertizos de grandes dimensiones que sirvan de almacenes. Necesita además un muelle tener de trecho en trecho grúas de muy variada potencia, desde las que sólo pueden cargar una ó dos toneladas y se maniobran á mano, hasta las de 10, 20, 50 y hasta 100 toneladas, que acciona el vapor ó los acumuladores hidráulicos. Postes y argollas de amarre, escaleras para entrar y salir de los botes y lanchas, faroles de alumbrado, tubería para el agua, disposiciones especiales para la carga del carbón y de los cereales, completan un muelle bien organizado.

Los puertos mercantes de importancia y los militares de primer orden, acostumbran á tener *astilleros* para la construcción y reparación de buques, y *arsenales* para armarlos y abastecerlos de cuanto necesitan.

En un *astillero* es esencial la existencia de un *varadero* para la construcción, con varias *gradas*, generalmente cubiertas con armadura ligera. Al varadero van afectos talleres de *carpintería de ribera*, hoy de *herrería*, de maquinaria, etc.

Para las reparaciones se emplean los *diques de carena*, dársenas de dimensiones apropiadas á las de los buques que han de recibir, que se cierran con *puertas de esclusa*, hoy mejor con un *barco-puerta*, que se adapta perfectamente á la entrada. Se extrae por medio de bombas el agua del dique y quedando el interior de éste, por lo tanto, en seco, pueden ejecutarse las reparaciones y *carenas* necesarias. Para sacar el buque ya reparado, se deja entrar el agua por los conductos que al efecto están dispuestos, y una vez lleno el dique y á flote el buque, se abre la puerta ó se separa el barco-puerta, y puede salir libremente. Los primeros diques que se construyeron en nuestros arsenales fueron los de Cartagena, dirigidos por el mariscal de campo de Ingenieros del Ejército D. Sebastián Feringán, pero dispuestos para los buques que existían en el siglo XVIII, hoy son demasiado pequeños. En la actualidad pueden verse los diques de La Carraca, uno de ellos ensanchado hacia 1850, y el de la Campana en El Ferrol, construído más recientemente sobre fondo de roca, y, por lo tanto, sin las dificultades de cimentación que en aquél se presentaron. También existe un buen dique de carenas en la

factoría que la Compañía Trasatlántica tiene en Matagorda, á la extremidad de la península del Trocadero, enfrente de Cádiz.

En algunos arsenales (Cartagena) se ha preferido un *dique flotante*, enorme cajón de hierro de doble fondo, de forma apropiada para contener un buque, que puede entrar y salir por los dos frentes extremos. Dejando entrar el agua en el doble fondo, el dique se sumerge hasta permitir que un buque entre sin dificultad, y cuando éste ha tomado la posición conveniente, se achica el agua por medio de bombas; el dique vuelve á flotar y el buque queda en seco sostenido por el dique, y pueden hacerse las reparaciones. En Cartagena se usa también el dique flotante para entrar ó sacar los barcos del varadero.

Otra disposición moderna, que en España no existe que sepamos, es el aparato hidráulico de Eldwin Clark, que también sirve para poner en seco un buque.

Claro es que un arsenal necesita además una dársena muy resguardada, donde estén fondeados los buques que se encuentren en reserva, y muchos almacenes donde se conserven todos los elementos necesarios para armarlos.

***

Ya se indicó en el capítulo anterior que los puertos militares y las posiciones marítimas fortificadas pueden ser de dos clases: las *de simple frente*, que no tienen defensas más que por el lado del mar, y las *de doble frente*, dispuestas también para resistir á los ataques por tierra.

Serán simplemente marítimas aquellas en que la agresión por tierra sea muy poco probable, y á lo más por corto número de tropas desembarcadas, para lo que bastará con que las obras tengan defensa por la gola, ó á lo más se dispone un punto central donde se construye un fuerte terrestre que domine las golas de un grupo considerable de baterías de defensa marítima, sin que por ello llegue á constituirse una plaza de doble frente propiamente dicha.

El tipo de las plazas de doble frente está representado por los arsenales militares, que necesitan baterías poderosamente armadas y orga-

nizadas contra el mar, y además un recinto que encierra al arsenal, para ponerlo al abrigo de un golpe de mano, y á veces también á la población, aunque esto no es indispensable, y, por último, una línea exterior de fuertes destacados á conveniente distancia para librar al arsenal de un bombardeo por tierra que aniquilase los elementos en él acumulados.

Los puertos militares necesitan reunir muchas más condiciones que los comerciales; éstos se pueden crear artificialmente en cualquier punto de la costa que reuna condiciones hidrográficas apropiadas, por medio de la construcción de espigones, diques, rompeolas y escolleras, que constituyan un espacio cerrado con una, dos ó tres bocas de entrada, conveniente subdivisión en dársenas y abundancia de muelles para la carga y descarga de los buques. No basta con esto para constituir un puerto militar; necesita éste, en primer lugar, profundidad de agua bastante para que los buques puedan entrar y salir sin peligro de tocar el fondo, lo mismo en alta que en baja mar; por otra parte, es indispensable que los buques se encuentren dentro del puerto al abrigo de los temporales y además libres del fuego de los buques enemigos desde el exterior; la entrada y la salida han de ser fáciles en todo tiempo para los buques amigos y no difícil en cambio disputar el acceso á los enemigos, y para ello se han de encontrar puntos favorables para el establecimiento de las baterías; conviene, por último, que haya la posibilidad de barrear los pasos.

Dedúcese de estas condiciones que para los puertos militares deben elegirse, en lo posible, posiciones fuertes por naturaleza, donde ésta haya puesto de su parte mucho para facilitar la defensa. No pueden, por lo tanto llamarse buenas, posiciones como la de Cherburgo, que ya fué criticada por Montalembert en la época en que se estaban construyendo el puerto y las fortificaciones, y que después de gastar muchos millones, tanto en las obras hidráulicas como en las defensivas, llegando hasta formar un antepuerto artificial con un rompeolas, que dió mucho que hacer porque el mar lo destruía antes de estar terminado, ha quedado un puerto expuesto al bombardeo.

Los puertos militares que reunen mejores condiciones son los que se encuentran en una bahía que penetre mucho en las tierras y con la

boca bastante estrecha para que su defensa sea fácil. La figura 53 dará una idea aproximada de la disposición que indicamos. La ciudad *G*, el puerto *H*, y en su caso el arsenal, están en la parte más retirada de la bahía, cuya boca es estrecha y se defiende con las baterías *A*, *B*, *C*, que impiden, combinadas con obstrucciones, que penetren en la bahía los buques enemigos. Estos para bombardear el puerto tendrían que colocarse en *F* ya en los límites del alcance de las piezas y expuestos al fuego de las baterías *D*, *E*, de fuegos directos y curvos.

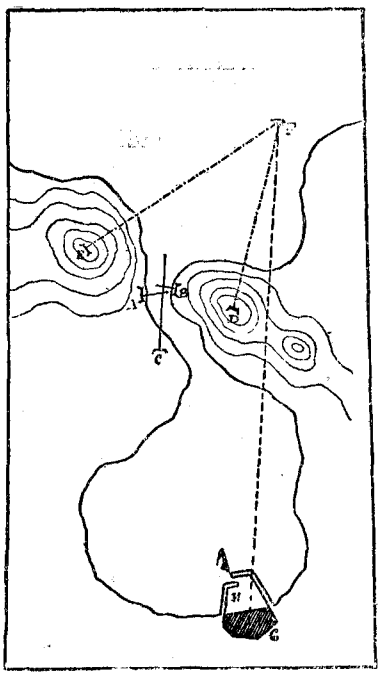


Fig. 53.

Escala aproximada de $\frac{1}{100.000}$

Cuando la bahía reune las condiciones expresadas, pero la boca es ancha, conviene estrecharla, construyendo un dique ó rompeolas que deje una ó dos entradas, las cuales se defienden del modo ya expuesto.

Hay muchos ejemplos de puertos militares que presentan una disposición semejante á la que hemos querido representar en la figura 53. En España tenemos á Cartagena, El Ferrol y Mahón; en Inglaterra, Plymouth, con el rompeolas ó *breakwater;* en Francia, Lorient, Brest y Rochefort, en el Atlántico, y en el Mediterráneo Tolón, con su dique á la entrada; en Alemania, Kiel y Wilhelmhaven; en Rusia, Sebastopol y Nicolajev, y en Italia, la Spezia, con un dique subacuático en la boca, Tarento y Venecia.

Hay, además, una posición excepcionalmente favorable para la defensa, la de Portsmouth. En la costa meridional de Inglaterra, al SO. de Londres, y en frente de las costas francesas de Normandía, se encuentra esta posición, que, como ya se dijo, es muy ventajosa como punto de concentración de la escuadra inglesa *del Canal.* La forman esencialmente las tres bahías, de Southampton, la más occidental de las tres, con seno

de unos 18 kilómetros y anchura de 2 á 3 kilómetros; la de Portsmouth, de 5 á 6 kilómetros de seno y de boca muy estrecha, en cuya margen oriental está el arsenal y ciudad de Portsmouth y en frente Gosport; y al E. la de Langston, que comunica por la parte N. con la bahía de Portsmouth por medio del canal de Hillsea, de modo que entre ambas bahías viene á quedar la isla de Portsea, en la que están la ciudad y el arsenal de Portsmouth. Delante de toda esta parte de la costa inglesa se encuentra la isla de Wight, que forma un cuadrilátero irregular; la diagonal E. á O., desde Needles Rocks hasta Bembridge Point, tiene unos 35 kilómetros, y la que está en dirección NS., desde la entrada del puerto de Cowes hasta S.^{t} Catherine Point, de 21 kilómetros. Entre la isla y la costa inglesa se forman el canal de Solent al O. y la rada de Spithead al exterior del puerto de Portsmouth al E. En la parte septentrional de la isla de Wight existen los puertos de Yarmouth, Newtown y Cowes ó Newport en el estrecho de Solent, el último en frente de Southampton, y en la rada de Spithead los de Ryde y S.^{t} Helen ó Brading.

Son, por lo tanto, las dos avenidas para llegar á Portsmouth y también á Southampton, el canal de Solent y la rada de Spithead. El primero es estrecho, pues en el punto llamado Paso de Needles se reduce el canal navegable á una anchura de 1100 metros entre un banco de arena, prolongación submarina de la costa inglesa y la isla de Wight. En el banco expresado existe el fuerte marítimo de Hurst-Castle y en la costa de la isla las baterías de Needles, Hatherwood, Warden-Point, Cliff-End y Victoria, todas ellas á 30 ó 40 metros sobre el mar en el acantilado y apoyadas á retaguardia por el fuerte de Golden-Hill.

La rada de Spithead es más ancha, unos 6 kilómetros y medio, pero los bancos de Horse-Sand y de Ryde-Sand reducen el canal navegable á una anchura de 1600 metros. Para defenderlo eficazmente se han construído, á gran coste, los dos fuertes marítimos, cimentados en escollera, de Horse-Sand y No-Man's-Land, que baten el paso por ambos costados, y además el de Spit-Bank, que enfila el paso y defiende más directamente la entrada de Portsmouth.

Claro es que en la isla de Portsea, al E. de Portsmouth y en la península de Gosport al O., hay otras baterías de costa de segunda línea, y además para la defensa terrestre existen los antiguos recintos abaluar-

tados de Portsmouth y Gosport, la línea abaluartada del canal de Hillsea, al N. de la isla Portsea, y una línea exterior de fuertes destacados en Ports-Down-Hill, alturas que están á unos 7000 metros del arsenal, cuya línea habrá de prolongarse por ambos lados hasta el mar, formando un gran campo atrincherado.

En esta gran posición marítima, la isla de Wight tiene importancia capital. Claro es que si el agresor desembarcase en su costa meridional, podría apoderarse del canal de Solent y bombardear el puerto y arsenal de Portsmouth. Para evitarlo, se han fortificado con algunas baterías las dos bahías favorables para un desembarco, que son las de Freshwater y Sandown; el resto de la costa presenta acantilados inaccesibles. Las baterías de Freshwater tienen á retaguardia el apoyo del fuerte de Golden-Hill, ya mencionado; para las de Sandown existe, en situación análoga, el de Bembridge.

Una posición como la de Portsmouth presenta, como estación de una escuadra, la ventaja muy importante de tener dos salidas, y, por lo tanto, hacer muy difícil el bloqueo. De análoga ventaja disfruta, como ya se dijo, la de la Maddalena, gracias á estar constituída por las islas de Maddalena, Caprera, San Stefano y un islote entre las dos primeras. Están combinadas con la costa N. de Cerdeña, de tal modo, que hay cuatro salidas distintas; se necesitaría, por lo tanto, una superioridad de fuerzas enorme para encerrar á la escuadra italiana en su puerto de refugio.

***

El problema de la defensa marítima viene á reducirse tácticamente á un corto número de casos concretos, que conviene examinar.

Es el primero la defensa de un paso estrecho que sirva de entrada á un puerto ó bahía, ó bien que sea la desembocadura de un río; en el primer caso el canal puede ser corto ó largo, en el segundo evidentemente tendrá una cierta longitud. Sólo puede ofrecer duda el caso de un paso largo y estrecho.

Antes era de regla en este caso escalonar las baterías á lo largo del canal, diseminando los medios defensivos con que se contaba, es decir,

la artillería principalmente. Este procedimiento no conduce más que á hacer ineficaz la defensa, pues los buques escapan con facilidad, sobre todo si son varios los que atacan á un tiempo, á la acción del corto número de piezas de cada batería, y el éxito obtenido al rebasar los primeros obstáculos facilita el que luego se superen también las nuevas dificultades que se presenten. Es indudable que se obtendrá mucho mejor resultado concentrando todos los elementos disponibles en un punto favorable, y con preferencia un recodo del canal. Así, en la figura 53 (página 182) la entrada se defiende con las baterías *A* y *B* de flanco ó de costado y la *C* de enfilada.

En el recodo de Calloo organizó el general Brialmont la defensa del Escalda, agua abajo de Amberes. El punto es el mismo donde Alejandro Farnesio, durante el sitio de Amberes en 1585, construyó el célebre puente de pilotes con la parte central de barcas, que establecía la comunicación entre ambas orillas, y al mismo tiempo barreaba el paso á los buques holandeses que pudieran intentar el socorro de la plaza. En los mismos sitios que ocuparon los fortines de campaña de San Felipe, Santa María y la Perla, se han construído los modernos fuertes de costa con casamatas acorazadas y cúpulas giratorias, que conservan los mismos nombres. Los dos fuertes de San Felipe en la orilla derecha y de la Perla en la izquierda, armados cada uno con seis cañones Krupp de 28 centímetros *L*/22, colocados en tres cúpulas, constituyen baterías de flanco ó de costado para perforar los de los buques que intenten forzar el paso. El fuerte de Santa María, en la orilla izquierda, enfila el río y bate de frente el recodo, tiene seis cañones Krupp de 24 centímetros *L*/25, en casamata acorazada Gruson, varias piezas de calibre medio, 15 centímetros, en batería al descubierto, y algunos obuses para el tiro curvo, con objeto de ofender á los buques desde que se les divisa en su avance. En el mismo recodo hay una línea múltiple de minas submarinas y otra de obstrucciones pasivas, para dificultar el paso, obligar á los buques á detenerse y someterlos durante más tiempo á los fuegos de los fuertes.

En situación análoga, y formando la misma combinación de fuegos, se encuentran los tres fuertes de la rada de Spithead, llamados, como ya se dijo, de Horse-Sand, No-Man's-Land y Spit-Bank.

Cuando no hay recodo, claro es que no pueden disponerse más que

de dos baterías de costado, y este es el caso de los pasos de corta longitud. La supresión de la batería de enfilada no tiene toda la importancia que á primera vista se le pudiera conceder; antiguamente tenían estas baterías la ventaja de combatir á los buques en la dirección en que no tenían fuegos, con lo que se les obligaba á virar para enviar á la batería la andanada de un costado, y además permitían hacer fuego de rebote, que tenía cierta eficacia con los proyectiles esféricos y podía obtenerse cuando el ángulo de caída era tal que la incidencia con la superficie del agua no excedía de 8° á 9°; hoy no tiene tantas ventajas el fuego de enfilada, que precisamente ataca á los buques por donde mejor pueden resistir, y no debe olvidarse que tampoco están privados, como lo estaban antes, de fuegos en dirección de la quilla.

Mientras la boca de entrada en el puerto ó bahía sea estrecha, se puede contar con la acción muy eficaz de los cañones perforantes de las baterías de flanco. Una anchura de 1200 á 1500 metros es la más favorable, hasta 2000 metros y aún en rigor hasta 3000 es admisible, porque los buques tendrán que pasar á 1500 metros ó menos de distancia de las baterías, y si éstas tienen su armamento constituído por piezas de potencia suficiente, se puede contar con la perforación; pero hay que advertir que con tal anchura el barreamiento del paso y su defensa con torpedos ó minas submarinas, será poco menos que imposible, y la defensa exclusivamente confiada á la artillería no será tal vez suficiente. Si la boca tiene más de 3000 metros de anchura, no se puede ya contar con impedir, *sino sólo con molestar* el paso, pues á más de 1500 metros es muy problemático el poder obtener la perforación de las corazas, aunque el cálculo parezca prometerla, y sobre todo la exactitud de tiro contra blancos en movimiento, como son los buques, es insuficiente y no hay que esperar un resultado eficaz y decisivo.

El segundo caso que debemos tratar es el de una rada foránea ó bahía de gran abertura y seno poco pronunciado, bien constituya la parte exterior de un puerto ó bahía cerrada (figura 53, página 182), bien sea una simple concavidad de la costa, donde convenga impedir que las escuadras enemigas fondeen. En este caso, como la rada ó bahía abierta será generalmente de gran extensión, á veces hasta 12 á 16 kilómetros de abertura exterior y 8 á 10 de seno, los buques enemigos podrán estar

á gran distancia de las baterías, á 5000, 6000 y hasta 8000 ó 9000 metros, y, por lo tanto, no hay que pensar en perforar sus corazas. Se podrá, sin embargo, ofenderles, bien sea con cañones de calibre medio, 15 á 21 centímetros, arrojando proyectiles explosivos que puedan causar graves averías en las superestructuras, bien con obuses que lancen sus granadas por tiro curvo tratando de perforar las cubiertas, aunque sean protegidas. Se necesitará en este caso multiplicar el número de piezas para que la cantidad de fuegos compense la escasa exactitud del tiro, y puede esperarse que la estancia de los buques en la rada sea lo bastante molesta y peligrosa para que no la prolonguen más que el tiempo preciso para alguna operación preparatoria ó reconocimiento, y sobre todo se podrá evitar que fondeen ó se acoderen para intentar el ataque, ejecutar el bombardeo ó sostener el bloqueo. No se puede aspirar más que á esto.

Es natural que la multiplicidad de fuegos lleve consigo el reparto de las baterías en puntos apropiados para ofender á los buques en las diversas posiciones que puedan ocupar en una rada extensa. La concentración será imposible, pero deberá también evitarse la excesiva diseminación, que siempre perjudica á la buena dirección del fuego.

Es el tercer caso el de la defensa de un puerto comercial *exterior* ó situado en costa abierta, la cual tenga nna dirección general rectilínea, convexa ó de concavidad poco pronunciada. Ya se dijo que de esta clase hay muchos y que su defensa es difícil. En efecto, nada más fácil en este caso para la escuadra ó buque agresor que colocarse en *G* (fig. 54), á una

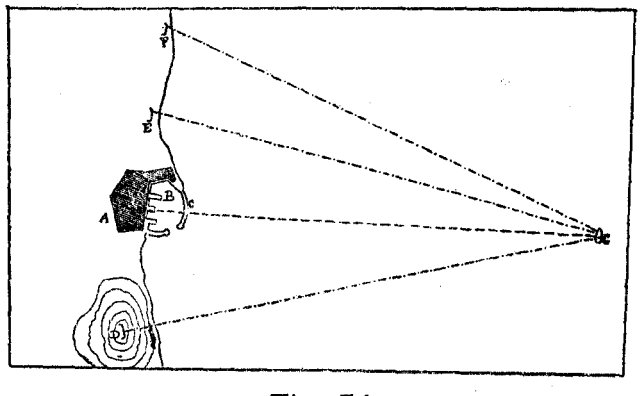


Fig. 54.

Escala aproximada de $\frac{1}{100.000}$.

distancia de 4000 á 8000 metros del puerto *B* y de la ciudad *A* y lanzar contra estos sus proyectiles, que teniendo para repartirse en la caída una extensión de muchas hectáreas, y hasta de kilómetros cuadrados, harán que importe poco la dispersión que el tiro tiene á tan largas distancias.

Para contrarrestar el bombardeo no hay que contar con el efecto de cañones perforantes de gran poder, que pudieran instalarse en baterías en el frente ó en las alas de la posición. Tales piezas, tirando contra buques que se encuentran á tan larga distancia, harán muy poco efecto; difícilmente acertarán algunos proyectiles á los buques, y aun éstos no pueden perforar, y rara vez comprometerán la flotación ó la estabilidad. El fuego más peligroso será el de los obuses tirando por grandes ángulos, pues las granadas podrían perforar las cubiertas, aunque sean protegidas ó blindadas, y precisamente, como ya se sabe (*), el efecto del fuego curvo aumenta con la distancia. La falta de exactitud del tiro es grave inconveniente, pero puede compensarse en gran parte con la multiplicación del número de piezas que son de construcción y de instalación muy económicas. En todo caso, entre el fuego de un obús y el de un cañón á tales distancias extremas, no hay diferencia apreciable en cuanto á la exactitud del tiro, y la hay muy sensible, y favorable á las piezas de fuego curvo, en lo que se refiere al efecto que puede causar un proyectil afortunado.

Convendrá, pues, establecer baterías de obuses, combinadas con algunos cañones de 15 á 21 centímetros, por si el enemigo se aproximase algo, y para secundar los fuegos francamente curvos con algunos menos fijantes, en puntos como *D*, *E*, *F*, en ambas alas de la posición, y con preferencia, si es posible, en los puntos más altos como *D*, desde donde es más fácil determinar la distancia y observar el tiro, aparte de que el efecto de éste aumenta algo con la altura. No convienen situaciones como *C*, porque servirían sólo para llamar sobre el puerto *B* y la ciudad *A* el fuego del enemigo, y lo que debe procurarse es precisamente distraer la atención del agresor, atrayendo sus fuegos hacia las baterías de las alas *D*, *E*, *F*.

(*) Véase LECCIONES DE ARTILLERÍA, *explicadas en la Escuela Superior de Guerra.*—Madrid (Imprenta del *Memorial de Ingenieros*), 1898.—Primera parte, cap. XI, tomo I, pág. 334.

Esta solución es hoy la única posible, pero no debe considerarse como un remedio, es sólo un paliativo; sirve para contrarrestar el bombardeo, no para evitarlo. Sólo permite esperar que si el enemigo se decide á emprender la operación, no pueda permanecer con los buques tranquilo mientras la ejecuta y se exponga á perder alguno, porque le alcance una granada que, cayendo casi verticalmente, atraviese las cubiertas y vaya á reventar en alguna de las partes vitales del buque. En estas condiciones un almirante de escuadra se verá obligado á pesar maduramente las ventajas que pueda reportar la operación y los peligros á que expone el costoso material que lleva á su cargo, y que puede hacerle después falta para operaciones más decisivas en la suerte de la campaña.

X.

Elementos que constituyen la defensa de las costas.

1.°—Artillería de costa.

Elemento primordial de la defensa de las posiciones marítimas fortificadas es la artillería de costa, que en principio debe constar: 1.°, de piezas de tiro rasante y potencia perforante; 2.°, de cañones de calibre medio perforantes de segundo orden; 3.°, de cañones de pequeño calibre y tiro rápido; 4.°, de piezas de tiro curvo.

En otra ocasión hemos expuesto (*) las condiciones que deben reunir estas piezas; ahora nos limitaremos á recordarlas ligeramente y á insistir sobre su empleo táctico.

A) Hace unos veinte años se consideraban como piezas perforantes las que tenían un calibre de 28 á 45 centímetros y lanzaban un proyectil proporcionado, con velocidad inicial de 450 á 500 metros por segundo. Cuando más tarde, gracias al empleo de pólvoras más apropiadas, se consiguió aumentar la velocidad hasta 600 metros, se pudo prescindir de los calibres mayores, y el máximo quedó limitado á unos 35 centímetros. En la actualidad, con las pólvoras sin humo y longitudes de las piezas de 40 á 50 calibres, se obtienen velocidades iniciales de 700 metros ó más con los proyectiles largos y pesados, y de 800 á 900 metros con los más ligeros, y un calibre de 24 á 30 centímetros puede dar todo lo que se necesita en cuanto á perforación, esto es, una penetración de

(*) Lecciones de Artillería, *explicadas en la Escuela Superior de Guerra.*—Madrid (Imprenta del *Memorial de Ingenieros*), 1898-1899.—Primera parte, capítulos IV y VIII, tomo I, pág. 343, y II, pág. 170. Véase además la Segunda parte de la misma obra, tomo III, págs. 50, 71, 124, 151, 199, 237, 289, 315 y 342. Véanse especialmente los cuadros numéricos del tercer tomo, números 5, 6, 7, 9, 17, 20, 21, 22, 23, 29, 30, 31, 33, 35, 39, 41, 53, 63, 64, 65, 66, 67 y 69.

de unos 50 centímetros en hierro forjado á la distancia de 1500 metros y por choque oblícuo.

De este tipo son, pues, las piezas que se proyectan y construyen en la actualidad; pero es claro que no se puede ni debe prescindir de las piezas existentes de mayor calibre y menor velocidad, que pueden prestar muy buen servicio mientras continúen en estado de utilidad.

En principio lo más conveniente sería que no hubiese más que un solo calibre perforante, por ejemplo, el de 26 centímetros, pues una pieza de este diámetro, con longitud $L/45$, podría arrojar un proyectil de 290 kilogramos, con velocidad inicial de 700 metros $\times$ 1″, ó bien uno de 200 kilogramos con 850 metros $\times$ 1″, y en uno y otro caso la perforación normal sería de unos 80 centímetros de hierro á 1500 metros, que puede considerarse como muy suficiente. De la unidad de calibre se derivarían considerables ventajas en el servicio de las piezas y en su municionamiento. Se opone, sin embargo, á esta medida el inconveniente de que una pieza de las condiciones expresadas ha de ser muy costosa y no conviene prodigarla; y como no en todas partes hace falta el máximo de potencia, la mayor parte de las naciones optan por tener uno ó dos modelos de calibre algo menor, por ejemplo, de 21 á 24 centímetros, cuya potencia bastará en muchos casos. No debe olvidarse que la existencia de piezas anticuadas, que es forzoso conservar, se opondrá durante mucho tiempo, y tal vez siempre, á que se realice el ideal del modelo único de pieza perforante, á pesar de todas sus ventajas.

Las piezas perforantes, ya sean del calibre máximo, ya del reducido hasta 21 centímetros, no deben colocarse más que donde pueden emplearse como tales, y rara vez tendrán conveniente aplicación más que en las baterías de flanco ó de costado que defienden un paso estrecho de entrada de un puerto ó bahía. Su empleo, como piezas de largo alcance, para cañonear á los buques enemigos á 6000, 8000 ó 10.000 metros, por más que, en efecto, tirando por los ángulos mayores que permiten sus montajes, puedan lanzar sus proyectiles á tales distancias, no está justificado ni tendrá utilidad práctica; serán, salvo rarísima casualidad, tiros perdidos, y no conviene destinar piezas tan costosas á un fin de efecto tan problemático.

B) Las piezas de costa de 15 á 21 centímetros, y en los modelos

anticuados hasta 24 ó 26 centímetros, se deben considerar como de calibre medio. Estas bocas de fuego tienen generalmente en su dotación granadas perforantes, con las que se pueden obtener perforaciones suficientes en planchas de espesor reducido, como son las de los cruceros acorazados y las que protegen muchas partes de los mismos buques de combate, que no pueden acorazarse al máximo de espesor en todo su casco. Se pueden considerar, por lo tanto, como piezas perforantes de segundo orden, pero su cometido principal consiste en lanzar granadas ordinarias, ó mejor granadas de gran capacidad con fuerte carga de un explosivo violento, contra las superestructuras y partes no protegidas de los buques, y esto no ya á cortas distancias como las de perforación, sino á 3000, 4000 y aun 5000 metros.

A imitación de lo que ha hecho la artillería de marina, hoy se prefiere que estas piezas sean de carga rápida, y con tal objeto se limita su calibre á 15 y aun á 12 centímetros. En efecto, la multiplicidad de fuegos hará mucho para aumentar su efecto, y en realidad un proyectil de 12 centímetros, que puede pesar 25 kilogramos, puede ser muy eficaz en la clase de tiro mencionada.

Las piezas de esta categoría serán de uso mucho más frecuente que las perforantes. Podrán figurar al lado de éstas en las baterías de flanco para la defensa de un canal estrecho que dé entrada á una bahía; pero también se emplearán en las que tengan por objeto cañonear á distancia á los buques enemigos que se estacionen, acoderen ó se muevan en una rada foránea y aun en las que tengan por objeto contrarrestar un bombardeo.

C) Los cañones de tiro rápido de 5 á 9 centímetros son piezas esencialmente de defensa próxima. Casi todas las baterías cuyo núcleo principal sea de piezas de las demás clases, necesitarán algunas de éstas para su defensa propia, especialmente si las baterías son bajas y rasantes, á poca altura sobre el nivel del mar. Así podrá evitarse que buques enemigos de reducidas dimensiones, poco calado, rápida marcha y gran facilidad de evolución, se aproximen á las baterías, y evitando los disparos de las piezas de grueso calibre con sus veloces movimientos, acribillen á los sirvientes con los fuegos dominantes de las cofas armadas con ametralladoras, cañones-revólver Hotchkiss y otras piezas ligeras; el

mejor medio de contrarrestar este sistema de ataque es contestar al fuego dominante con otro muy rápido de cañones de pequeño calibre. También pueden éstos servir para rechazar un ataque á viva fuerza contra la batería, que pudieran intentar tropas desembarcadas con objeto de anular su acción apoderándose de la obra.

También se dispondrán estas piezas de tiro rápido en baterías especiales para defender una barrera ó una línea de torpedos. El obstáculo que estas defensas accesorias representan no tendría valor alguno si se dejasen abandonadas á sí mismas, pues entonces embarcaciones ligeras y de poco calado podrían aproximarse para abrir boquete, pescando los torpedos, destruyendo con explosivos las barreras ó provocando la explosión prematura de los hornillos. A esta operación se opondrán eficazmente los fuegos intensos de una ó más baterías de piezas de tiro rápido.

D) Las piezas de tiro curvo son otro de los elementos de defensa de las costas más importantes. Su acción, como se desprende de su mismo nombre, no se ejerce, como la de los cañones, por tiro rasante y contra los costados de los buques, sino por trayectorias de gran curvatura, empleando ángulos de proyección de 30° á 60°, para que el proyectil llegue al blanco por ángulos de caída muy pronunciados, penetre atravesando la cubierta y vaya á reventar en el interior del buque, donde puede causar grandes estragos, especialmente si la explosión se verifica en la cámara de máquinas, en la de calderas ó en los pañoles de municiones, llegando hasta paralizar la marcha, ó tal vez á comprometer la flotación ó la estabilidad, y en todo caso poniendo el barco fuera de combate.

Aún después de haberse empezado á acorazar los costados de los buques de guerra, permanecieron éstos por largo tiempo sin llevar protección horizontal en sus cubiertas y cuando se empezaron á *blindar* éstas, hacia 1874, en el *Alexandra* y demás buques de reducto de su tipo, no se aspiraba á protegerse contra el tiro curvo, sino á compensar con el puente horizontal de poco espesor el desacorazamiento parcial de los costados, es decir, que se pretendía sólo resistir á los proyectiles que llegasen con tiro rasante y poca inclinación, obligándoles á rebotar en la cubierta protegida y preservando por lo tanto los elementos vitales que

se abrigaban debajo. Hoy mismo, los puentes horizontales de los buques, tanto *acorazados* como *protegidos*, no tienen otro objeto, como lo prueba la circunstancia de que sus espesores, en vez de aumentar, han disminuido.

A ello contribuye, por una parte, la dificultad de acorazar eficazmente contra el tiro curvo los puentes ó cubiertas, pues contra el efecto máximo de un obús de 30 centímetros no basta con los 76 milímetros de acero, que acostumbra á tener de espesor el puente blindado, sino que sería necesario llegar á los 15 ó 20 centímetros, con las consiguientes dificultades para organizar el casco, sin que pierda en condiciones de flotación y estabilidad; y por otra, no hay que olvidar que los buques de combate se organizan principalmente para combatir entre sí y no se cuenta con el ataque de las baterías de costa más que como un empleo secundario y eventual.

Las piezas de tiro curvo de costa son de ordinario los obuses rayados, piezas cuyo calibre está comprendido entre 20 y 32 centímetros, de 10 á 15 calibres de longitud y que lanzan proyectiles, que no deben ser demasiado largos, con velocidades hasta de 300 á 350 metros por segundo. En estas condiciones, el tiro por 45° de elevación permite con la carga máxima obtener un alcance de 9 á 10 kilómetros, con un efecto de perforación en plancha horizontal, si la granada es perforante, de 0,4 del calibre lineal aproximadamente. Reduciendo la velocidad inicial á 240 metros $\times$ 1'' y empleando el ángulo de proyección de 60°, se pueden lanzar los proyectilos á 4 $^1/_2$ kilómetros y perforar una plancha de 0,3 del calibre.

Tales efectos son muy suficientes para las necesidades de la defensa de las costas, pero conviene que en la dotación de estas piezas de tiro curvo haya, además de las granadas perforantes, otras de gran capacidad, paredes delgadas y fuerte carga de explosivo (ácido pícrico, piróxilo, gelatina explosiva ú otro de análogos efectos) con las cuales no se perforarán los puentes blindados, pero se podrán producir grandes efectos de destrucción en las superestructuras, por encima de aquellos.

El único inconveniente que tienen estas piezas consiste en su escasa exactitud de tiro, condición inherente á su largo alcance de empleo usual. Hay que observar, sin embargo, dos circunstancias: la primera, es

que se exagera la falta de precisión de este tiro, pues la dispersión en alcance ó longitudinal no es muy grande y hasta puede ser menor que la de una pieza de tiro rasante á mucho menor distancia, y en gran parte se compensa con la facilidad que hay para determinar la posición del blanco si la batería es alta, como acostumbran á ser las que se disponen para estas piezas; la segunda, consiste en que la baratura de construcción de los obuses, que pueden ser sin dificultad de hierro fundido, permite tener muchos y multiplicar los fuegos.

Hay que advertir que estas piezas, que nosotros llamamos *obuses*, se designan en Francia, Rusia y Estados Unidos con el nombre de *morteros*, pero no deben confundirse con los morteros propiamente dichos, piezas más cortas que aquellas y que tienen como velocidad inicial máxima la de 200 metros $\times$ 1'', las cuales no tienen conveniente empleo en las costas.

2.°—Baterías de costa al descubierto.

Las baterías de costa pueden ser al descubierto ó acasamatadas; éstas protegen mejor á las piezas, pero en cambio aquellas son más económicas en su construcción y por lo tanto se emplean mucho y desde luego pueden y deben emplearse siempre que por su situación á cierta altura sobre el nivel del mar, 40 á 50 metros de cota por lo menos, no estén expuestas al fuego dominante de las cofas, ni á la acción próxima y eficaz de los cañones de marina de medio y grueso calibre.

Las piezas de costa que se instalan en esta clase de baterías están de ordinario sobre montaje de marco giratorio, sobre el que se mueve la cureña á lo largo de los brancales. El punto de giro puede ser central ó frontal; en el primer caso el campo de tiro es mucho mayor, el segundo puede convenir más para las baterías que contienen varias piezas establecidas en línea recta. La figura 55 representa en su proyección vertical el cañón Krupp de 30,5 centímetros, $L/35$, $C/87$, en cureña de marco con perno central y para aprovechar el campo de tiro se dispone el parapeto en forma circular (véase la planta ó proyección horizontal). El servicio de la pieza exige una explanada perfectamente horizontal y muy sólida, pues debe soportar el peso muy considerable de la pieza, cureña,

marco, accesorios y elementos de giro. Se construye de hormigón, de unos 2 metros de espesor, fabricado con cemento Portland de fraguado rápido; la basa se empotra en la explanada y se sujeta con unos pernos que atraviesan verticalmente el macizo de hormigón y van á sujetarse á una plancha de hierro que hay debajo y que está horizontal (fig. 55). En el morterete central de la basa, que es de fundición y muy pesada para asegurar su inmovilidad, entra el perno pinzote del marco, alrededor

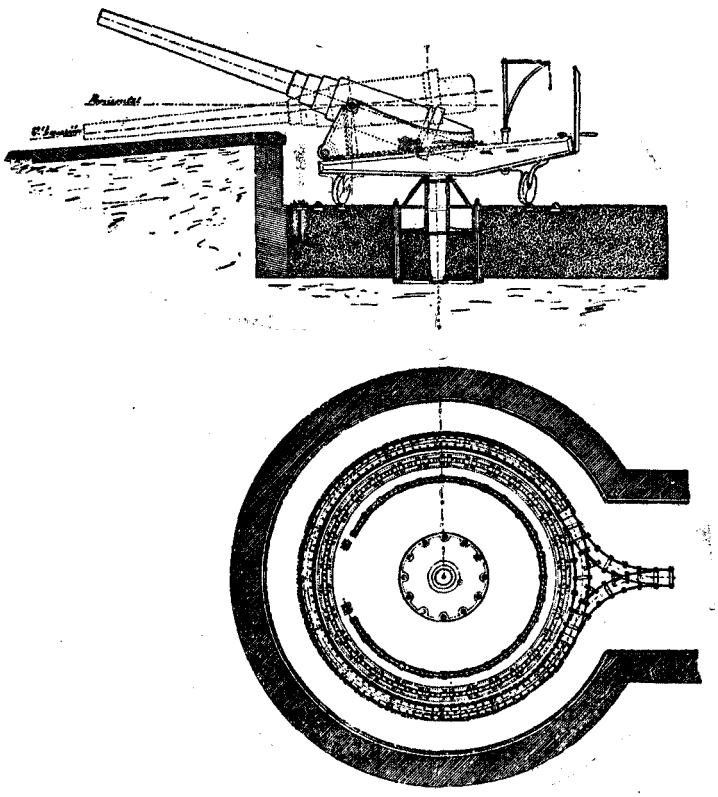


Fig. 55

Escala aproximada de $\frac{1}{200}$ (*)

(*) Por un error cometido por el grabador al reproducir la figura de los dibujos originales, no es la misma la escala de ambas proyecciones de la figura 55. La vertical es $\frac{1}{206}$, la horizontal $\frac{1}{172}$.

del cual éste gira apoyado además sobre unas ruedas metálicas que corren á lo largo de uno ó varios carriles de hierro, empotrados también en el hormigón de la explanada. Cuando la pieza es de grueso calibre y por lo tanto los proyectiles y los cartuchos son muy pesados, se dispone además una vía férrea de servicio para que por ella circulen las vagonetas que traerán las cargas desde el repuesto.

El parapeto es de tierra y mejor aún de arena; su altura es la apropiada á la *altura de rodillera* que tenga el montaje y claro es que varía también con el ángulo de depresión máximo por el que haya que hacer fuego. El talud interior se reviste con un muro de mampostería.

El espesor del parapeto debe ser por lo menos de 12 metros y mejor aún es que llegue á los 16; mas no es necesario, pues con la tendencia que tienen los proyectiles que penetran por el talud exterior á desviarse en el macizo y salir por el plano de fuegos, no se utilizaría.

El talud exterior debe ser bastante tendido, cuanto más mejor, y el plano de fuegos lo que exija la depresión necesaria de los tiros, á lo más $^1/_6$; si no hay que tirar por depresión podría ser horizontal ó mejor tener una ligera inclinación de $^1/_{20}$ para que escurra el agua de lluvia. Este plano debe revestirse, pues el rebufo del disparo en las piezas de costa que disparan con cargas de pólvora de hasta 200 kilógramos, es enorme y pronto socava el parapeto levantando nubes de polvo, que son perjudiciales para los delicados mecanismos de la pieza y el montaje. El general Brialmont ha propuesto que el revestimiento sea de plancha de hierro; en Austria se ha hecho de sillares de granito y en España se ha adoptado el hormigón formando una capa no muy gruesa, lo suficiente para que no se rompa por el rebufo y no tanto que el choque de un proyectil enemigo pueda llegar á ser peligroso.

Necesitan estas baterías tener repuestos, que pueden colocarse bajo los traveses, y á su vez éstos pueden comunicar verticalmente, por medio de montacargas, con los almacenes colocados debajo. De esta disposición dará idea la figura 56; los traveses son de forma de cuadrados ó rombos con las diagonales en sentido perpendicular y paralelo á la magistral de la batería. Las piezas, que distan 20 metros de eje á eje, están en montaje de marco con giro delantero, que permite un campo de tiro de 95°. Los almacenes y abrigos están debajo del adarve y son muy ám-

plios (235 metros cuadrados por pieza); los repuestos de los traveses son sólo para el servicio inmediato de las piezas.

Esta organización (fig. 56), adoptada con algunas variantes en Francia y en Austria, no se considera hoy como muy ventajosa. Se prefiere

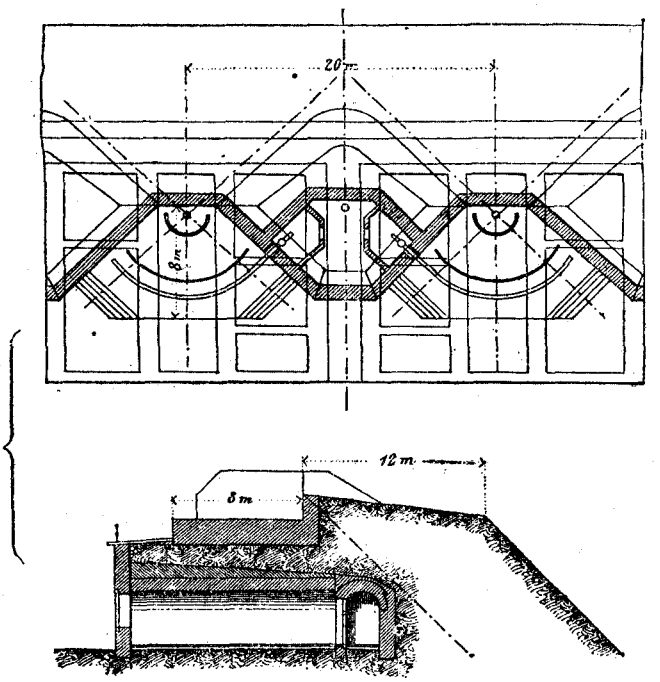


Fig. 56.

Escala de $\frac{1}{500}$

dar otra forma á los traveses que acuse menos desde el exterior su forma, establecer los locales en un solo piso, prescindiendo de aparatos ascensores, y como consecuencia separar más las piezas entre sí, lo que proporciona la ventaja de que el fuego enemigo encuentre más dificultades para batir las piezas de la defensa.

La figura 57 representa una batería proyectada por el general Brialmont para piezas de grueso calibre (24 á 32 centímetros) en montaje de giro delantero. La distancia entre las piezas de eje á eje es de 30 á 35 metros; los traveses son rectangulares y contienen los repuestos, y detrás de las piezas hay un espaldón de tierra, de taludes tendidos, para

aminorar los efectos de proyección de cascos al estallar los proyectiles enemigos. La figura representa dos variantes en la organización de los traveses, una con paso de comunicación entre las explanadas de las piezas contíguas, la otra sin él. En las dos hay un pequeño túnel con vía férrea para llevar las cargas desde el repuesto á la parte posterior de la pieza. Los perfiles de la figura ayudarán á comprender la disposición.

El defecto de la batería (fig. 57) consiste en el relieve de los traveses,

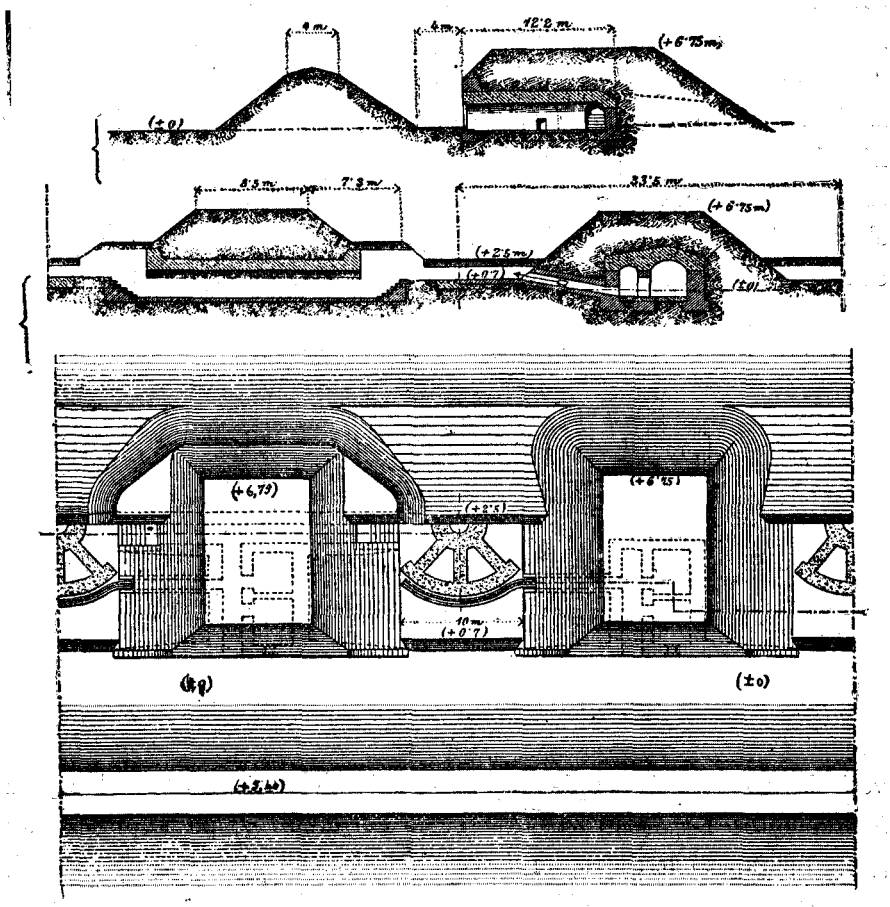


Fig. 57.

Escala de $\frac{1}{600}$ (aproximadamente).

que corresponde á la época anterior á la adopción de las granadas-torpedos (el proyecto data de 1885). Hoy es preferible hacerlos más bajos

para que no se distingan desde el exterior, de modo que tengan la misma altura que la cresta del parapeto, y para ello disminuir ó suprimir la capa de tierra encima de las bóvedas, las cuales se construirán de hormigón. El intervalo entre las piezas, de 30 metros, debe considerarse como un mínimo y puede aumentarse á 50 metros con ventaja.

Cuando las baterías son bajas, el montaje sencillo de marco presenta muy graves inconvenientes por lo poco que protege á los sirvientes. En este caso sería preferible el empleo de montajes de eclipse, como el primitivo de Moncrieff, que sólo servía para piezas de 6 á 7 toneladas y los modernos de Buffington-Crozier, Gordon, Morgan, los de la fábrica de Bethlehem y otros varios, que se aplican á piezas de gran peso. La organización de las baterías para piezas instaladas en esta clase de montajes se reduce á un pozo por pieza, en cuyo fondo está la explanada, aprovechando el espacio intermedio para organizar los repuestos. La figura 58, con su plano y perfil, representa la organización que se indica. Hoy con-

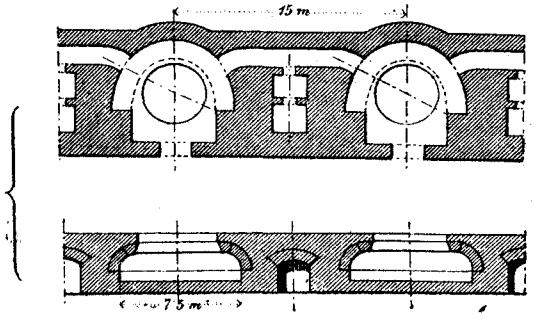


Fig. 58.

Escala de $\frac{1}{500}$

vendría separar más las piezas y así se obtendría mayor capacidad para los repuestos. La construcción sería de hormigón y, por supuesto, un grueso parapeto de tierra, en lo posible formado por el terreno natural, resguardaría la construcción del lado del mar. Cada pozo quedaría como tapado por el mantelete horizontal ligeramente convexo que va sostenido por el montaje y la obra sería tan poco visible desde el exterior, que aún haciendo fuego sería muy difícil determinar exactamente su posición.

Los cañones de tiro rápido no admiten, por su misma naturaleza, el montaje de eclipse, y como forzosamente han de estar casi siempre en baterías bajas, necesitan ser protegidos por manteletes ó caparazones de acero, que forman escudo unido á la misma cureña y que resguardan á la pieza y á los sirvientes colocados detrás. La disposición es muy semejante á la adoptada por la Marina para instalar estas piezas en puentes y cofas.

En Inglaterra se construyeron de 1860 á 1870 otras baterías al descubierto, con escudo acorazado por delante. De ellas existen algunas en Gibraltar, Malta, Halifax y las islas Bermudas. Puede dar idea de su disposición la figura 59. Entre las piezas hay unos traveses de forma

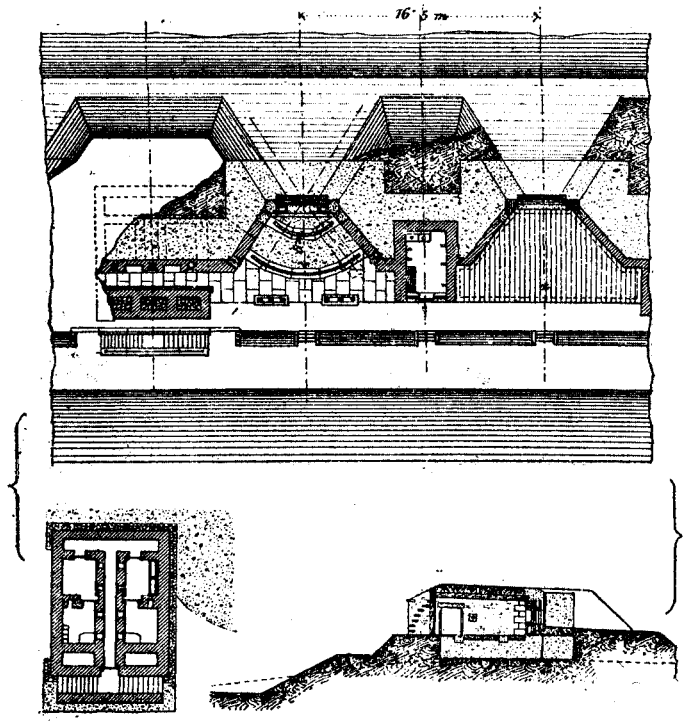


Fig. 59.

Escala de $\frac{1}{500}$

exagonal, que contienen los repuestos y en la cañonera que se forma entre cada dos de ellos, está el escudo de hierro del tipo Inglis ó de plan-

chas superpuestas con intermedio elástico, llamado también *escudo sandwich* (*).

Las baterías de fuegos curvos ó de obuses están comprendidas entre las que están organizadas *al descubierto* y no presentan particularidad alguna. Requieren parapeto, explanada, repuestos, todo como las baterías de cañones. El parapeto podrá ser más alto y la pieza quedará completamente oculta á la vista del exterior (fig. 60), lo que es una gran ventaja y cuando el terreno lo permita, la batería podrá ser *enterrada*, es

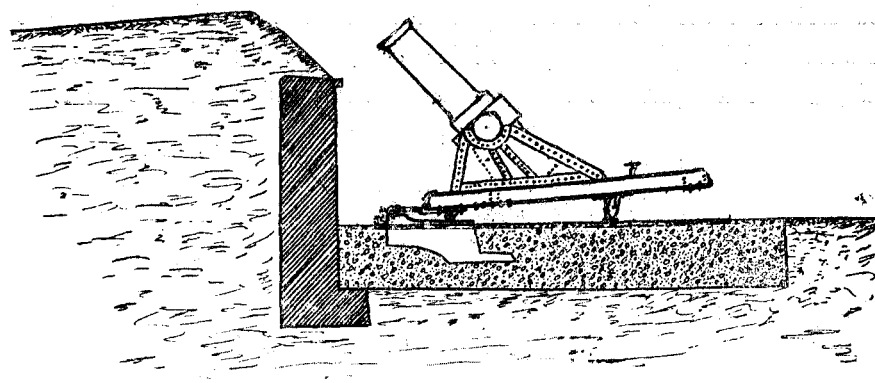


Fig. 60.

Escala de $\frac{1}{100}$

decir, toda en desmonte, sirviendo de parapeto el terreno natural y no se distinguirá desde el mar su situación, ni se podrá adivinar su organización. Como estas piezas emplean siempre la puntería indirecta, podrían también las baterías estar en el revés de una montaña, ó por lo menos algo retiradas de la cresta, con lo cual se encontrarían completamente ocultas.

3.°—Baterías de costa acasamatadas.

Ya en el siglo XVIII propuso Montalembert que las baterías de costa fuesen acasamatadas, y en su célebre obra *La Fortification perpendiculaire* presentó muchos proyectos de fuertes y baterías en varios pisos, con armamento formidable por el número de piezas. Tenía Montalem-

(*) Véase á este propósito la obra LECCIONES DE FORTIFICACIÓN, *explicadas en la Escuela Superior de Guerra.*—Madrid (Imprenta del *Memorial de Ingenieros*), 1898.—Segunda parte, cap. VII, pág. 314.

bert tal confianza en esta organización, que sostenía que el combate entre navíos y baterías acasamatadas podía compararse al choque entre pucheros de barro con otros de hierro.

Hay que advertir que los ingenieros franceses, que tanto combatieron la adopción de las casamatas en la fortificación terrestre, las emplearon en la marítima, como lo comprueba la construcción del *Fort Royal* (hoy *Fort Central*) del rompeolas de Cherburgo, en vida de Montalembert, cuya disposición éste criticó porque no estaba hecha con arreglo á sus ideas.

Debido en gran parte al crédito que en la primera mitad del siglo XIX adquirieron las ideas de Montalembert y también sin duda alguna á que la artillería lisa, tanto los cañones ordinarios de 18, 24 y 36, como los bomberos de *Paixhans* de 48, 68 y 80, era ineficaz para batir las construcciones de sillería por falta, no tanto de fuerza viva en el proyectil, como de exactitud en el tiro, y de tiempo y calma para concentrar el fuego de un modo sistemático, se generalizaron mucho las casamatas de costa. Construyéronse, pues, en todas partes, en el litoral de Francia, de Inglaterra, de Rusia, muchas baterías acasamatadas de sillería y lo mismo se hizo en España hacia 1860, cuando el crédito extraordinario obtenido de las Córtes por el gobierno del Duque de Tetuán permitió atender al aumento de las defensas de Cádiz, Cartagena, Ferrol y Mahón.

Pero el aumento considerable de potencia que tuvo poco después la artillería de marina, hizo que las mamposterías que podían arrostrar el fuego de las piezas lisas, no resistiesen ya al de las nuevas rayadas de grueso calibre. No se admiten por lo tanto ya las casamatas de sillería cuando el enemigo puede cañonear las baterías desde el exterior, concentrando sobre ellas los fuegos de varios buques; pero en cambio si en la defensa de un paso estrecho, una batería de flanco está de tal modo colocada que desde la rada exterior no puede ser batida, no habrá inconveniente en que sea acasamatada con las mamposterías al descubierto, pues en el paso á viva fuerza, los buques apenas podrán hacer unos pocos disparos, que no bastarán más que para producir desconchados y desperfectos de poca importancia, sin que deba temerse la destrucción de los estribos ni de las bóvedas, ni aun siquiera la de los muros de máscara que están delante de las piezas.

La figura 61 representa una casamata para un cañón *H. R. S.* 16 centímetros largo. El montaje es de chapa de hierro, de marco bajo; en el muro por debajo de la cañonera se dispone un rebajo ó nicho para la basa y perno pinzote; la explanada de hormigón lleva en la parte anterior la basa y en los sitios correspondientes los carriles para el giro. La caño-

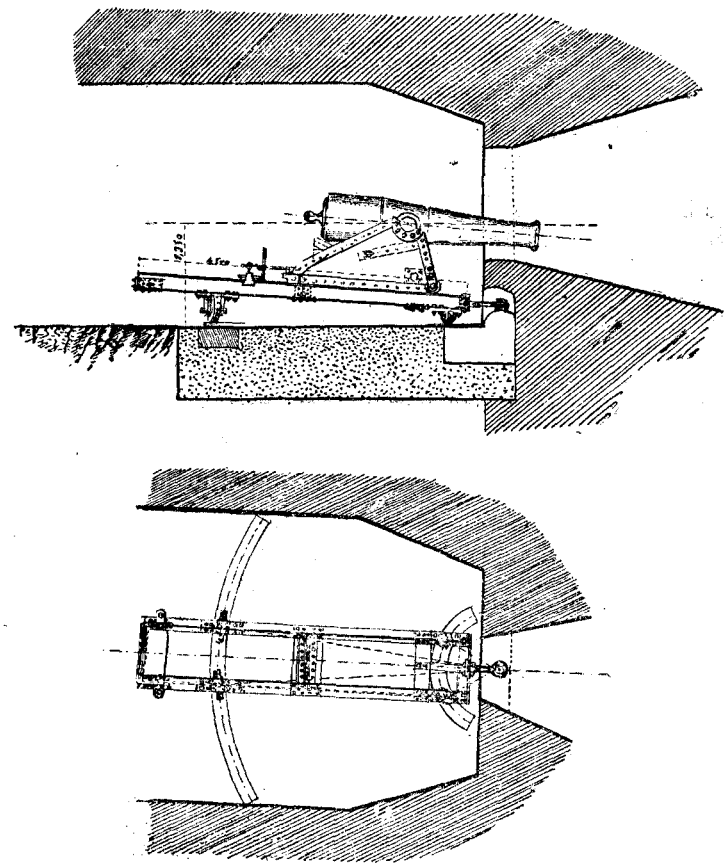


Fig. 61.

Escala de $\frac{1}{100}$

nera es grande, 0'80 × 1'50 metros en la parte más estrecha y con los derrames que exige el campo de tiro horizontal de 45° y el vertical de 33° (+ 20°, — 13°), si el muro tiene algún espesor, la abertura exterior llega á ser enorme.

En estas casamatas se emplea con preferencia piedra muy dura, como el granito ó el basalto, en el revestimiento exterior, con objeto de que en lo posible resista al choque de los proyectiles. El brigadier de Ingenieros D. Emilio Bernáldez propuso que el muro de frente fuese de *hormigón de plomo*, macizo confeccionado con plomo fundido y piedra machacada, que resistía bastante bien á los proyectiles de la época (1861), según experiencias que se habían hecho en los Estados Unidos. No se llegó á construir, ni hoy sería eficaz este sistema de protección.

En Inglaterra se han construído casamatas con los estribos y bóvedas de sillería de piedra dura y el muro de frente que cierra por delante la casamata está substituído por un escudo de hierro, sostenido por tornapuntas. Se funda esta construcción en que el agresor tiene interés en desmontar las piezas y por lo tanto tirará principalmente á la parte que éstas ocupan, que está protegida por la coraza metálica, en la cual está abierta la cañonera, y en cambio, como no puede prodigar los proyectiles, no tirará contra la construcción de piedra, la cual, por lo tanto, sólo recibirá un número muy escaso de impactos, que no bastarán más que para causar ligeras averías, insuficientes para poner fuera de servicio la batería. De esta clase de casamatas se encuentran bastantes ejemplares en las costas de Inglaterra y merecen citarse las de Garrison Point, en Sheerness, y la de Picklecombe, en Plymouth, así como otras varias en la defensa del río Támesis, en Gibraltar, Malta, las Bermudas, Halifax y otros puertos.

Las casamatas completamente acorazadas (fig. 62) presentan al exte-

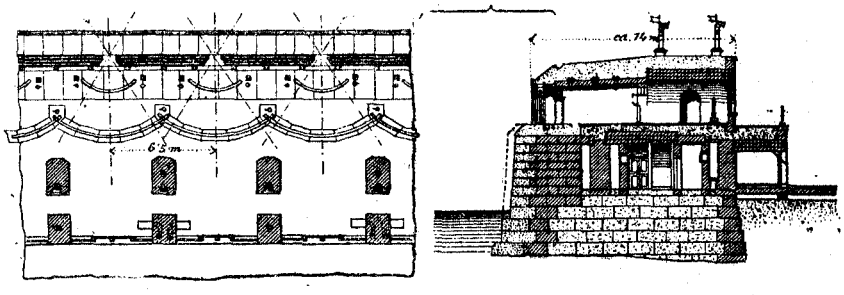


Fig. 62.

Escala de $\frac{1}{500}$

rior un escudo contínuo del tipo *sandwich*, detrás del cual y de trecho en trecho existen unas columnas de hierro huecas y rellenas de hormigón que sirven para sostener el blindaje ó techo superior. Este blindaje está formado por viguetas de hierro de ⌶ que se apoyan por delante en una robusta viga armada, sostenida por las mencionadas columnas y por detrás en las bóvedas de mampostería que sirven para el acuartelamiento de la guarnición. Las viguetas están unidas por medio de bovedillas de ladrillo, que se apoyan en sus tablas inferiores, y por encima hay una capa de hormigón de 1 metro ó algo más de espesor. En esta organización las piezas pueden estar bastante próximas entre sí, como se vé en la proyección horizontal de la figura, donde se vén los carriles para los marcos y que los interejes son de 6,5 metros.

En Inglaterra no se han empleado más que las corazas de hierro forjado, tanto en baterías al descubierto, como en las acasamatadas, llegando á haber (en 1881) 525 cañones protegidos de este modo; pero en Alemania, Austria, Dinamarca, Holanda y Bélgica, se ha preferido la coraza de fundición endurecida (*), de cuya fabricación se puede decir que ha tenido la privativa la fábrica de Gruson, después llamada *Grusonwerk*, y que hoy forma parte de los establecimientos propiedad de la casa *Fried-Krupp*. La fábrica está en Buckau, arrabal industrial de Magdeburgo, y como sucede con todas las industrias, tiene patentes para la explotación exclusiva de sus productos.

La casamata Gruson (fig. 63) presenta una forma curva rebajada; la cañonera es de dimensiones mínimas (**). La parte más importante de la coraza está formada por la plancha de cañonera, que descansa sobre la basa para el perno pinzote del montaje, y se apoya lateralmente sobre dos planchas laterales, que se llaman planchas de merlón, que son las que llevan unos nervios ó columnas verticales como refuerzos (proyección horizontal de la figura 63); encima van dos planchas de techo *A*

(*) Acerca de este metal y de la forma y constitución de las corazas, véase la obra LECCIONES DE FORTIFICACIÓN, *explicadas en la Escuela Superior de Guerra.*—Madrid (Imprenta del *Memorial de Ingenieros*), 1898.—Segunda parte, cap. VII, página 316.

(**) Véase acerca del afuste de cañonera mínima Gruson la obra LECCIONES DE ARTILLERÍA, *explicadas en la Escuela Superior de Guerra.*—Madrid (Imprenta del *Memorial de Ingenieros*), 1899.—Primera parte, cap. VIII, tomo II, pág. 186.

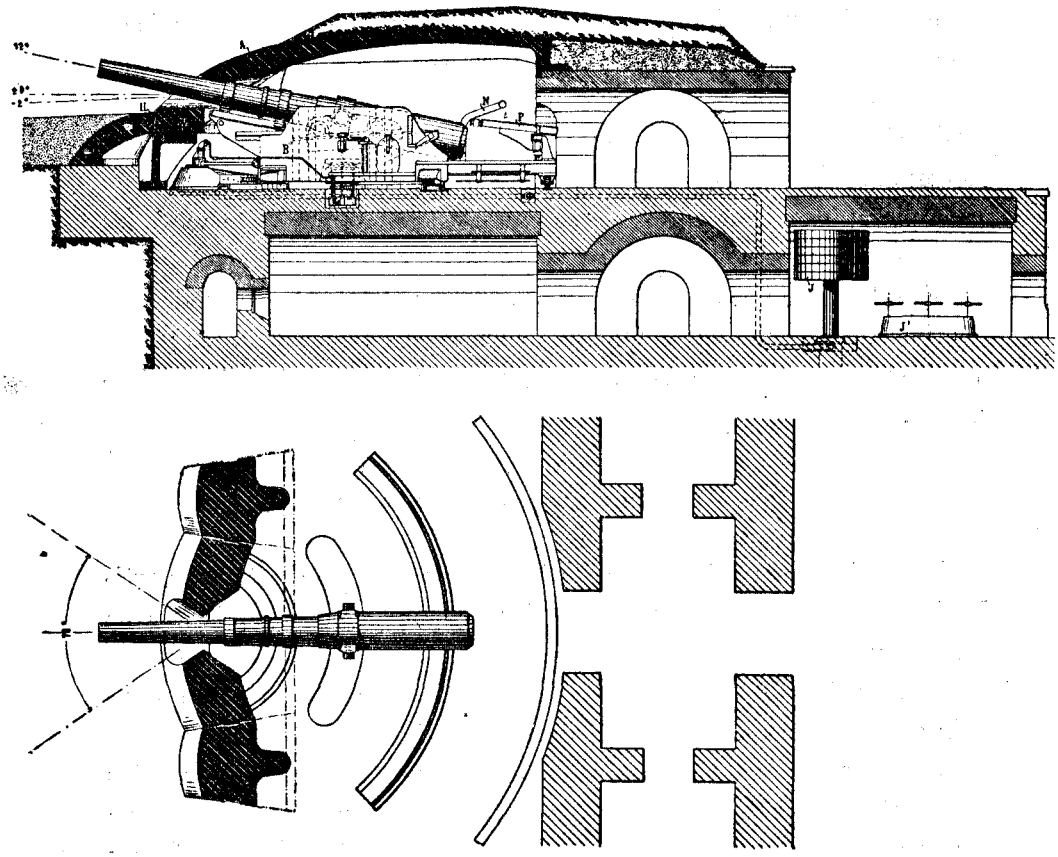


Fig. 63.

Escala de $\frac{1}{213}$ (47 milímetros por 10 metros).

que se apoyan en la plancha de cañonera y en las de merlón y por detrás en las bóvedas de la construcción posterior. Las juntas de las planchas están fresadas y tienen abiertos unos rebajos, en los cuales se echa zinc fundido cuando se ha montado la construcción; por otra parte, el enorme peso de toda la masa, 70 toneladas la plancha de cañonera y 75 cada una de las de merlón en una casamata para cañón Krupp de 30,5 centímetros $L/35$, como la que representa la figura 63, asegura la estabilidad. Una antecoraza H protege la basa del montaje y á su vez está defendida por un glásis de hormigón.

Generalmente la construcción se dispone en dos pisos: el inferior sir-

ve de repuesto y contiene además la cámara de maniobra, donde se encuentran el acumulador J y las bombas J' que permiten el manejo de los cañones; éstos se sitúan en el superior, y en la construcción abovedada que existe detrás de las piezas, se dispone un corredor de servicio. De ordinario hay un sólo acumulador para cada grupo de dos á cuatro cañones; el líquido va desde el acumulador por una tubería al pinzote de cada pieza; los pinzotes son huecos y dan paso al líquido que va á los cilindros elevadores para obtener la puntería en elevación.

El intereje de las piezas es de 7,7 metros con los cañones de 30,5 centímetros $L/35$; varía naturalmente con las dimensiones de las piezas y con el campo de tiro. Este es de ordinario de 70° en sentido horizontal.

4.°—Cúpulas giratorias de costa.

Disputáronse la prioridad en la idea y proyecto de instalar la artillería de los buques en torres giratorias, el capitán Coles, de la Marina inglesa, y el ingeniero sueco Erickson, residente en los Estados Unidos, constructor éste de los *monitores* americanos. Ambos propusieron también que se emplease el mismo sistema en la defensa de las costas.

La ventaja indudable que presentan las *torres* ó *cúpulas* giratorias para instalar los cañones de costa, consiste en el gran campo de tiro que les proporcionan, combinado con una invulnerabilidad en general muy suficiente. En cambio no cabe desconocer que el mecanismo de giro está expuesto á sufrir averías que paralicen la acción de las piezas.

Las primeras cúpulas que se instalaron para la defensa de las costas fueron tres del tipo Coles modificado, es decir, con el mecanismo de giro igual al modelo y la coraza cilíndrica de paredes verticales, que se establecieron en el fuerte Felipe del bajo Escalda, perteneciente á la defensa fluvial de Amberes; la coraza era del tipo Hughes ó de Midwall, de un solo espesor con apoyo elástico. El armamento es de dos cañones Krupp de 28 centímetros $C/73$.

Semejante á éstas, aunque de mayores dimensiones, es la cúpula que hacia 1880 se estableció en Dover, en la costa inglesa del Canal de la Mancha, cuyo armamento consiste en dos cañones de Woolwich de 80

toneladas. El espesor total de la coraza de hierro forjado es de 25 pulgadas (63'5 centímetros) en tres planchas de 7 y dos de 2 pulgadas.

El fabricante alemán Hermann Gruson, que ya desde 1867 había propuesto aplicar la fundición endurecida, que era la especialidad de su industria, á la construcción de casamatas, estableció desde 1872 el proyecto de una cúpula giratoria del mismo metal para la defensa de las costas y poco después consiguió que se aceptase este tipo de defensa para algunos fuertes del litoral de Alemania.

Ya en otra ocasión hemos descripto (*) los tipos principales de cúpulas *de plaza*, es decir, destinadas á la protección de piezas empleadas contra ataques terrestres. Ahora nos toca dar una idea de la disposición especial que presentan las cúpulas *de costa*.

Tomaremos para ello como ejemplo una cúpula Gruson para dos cañones de 30,5 centímetros, $L/35$, $C/86$, que se mueve á brazo (fig. 64). Hay otras cuyo movimiento se realiza por medio de máquina de vapor, pero el

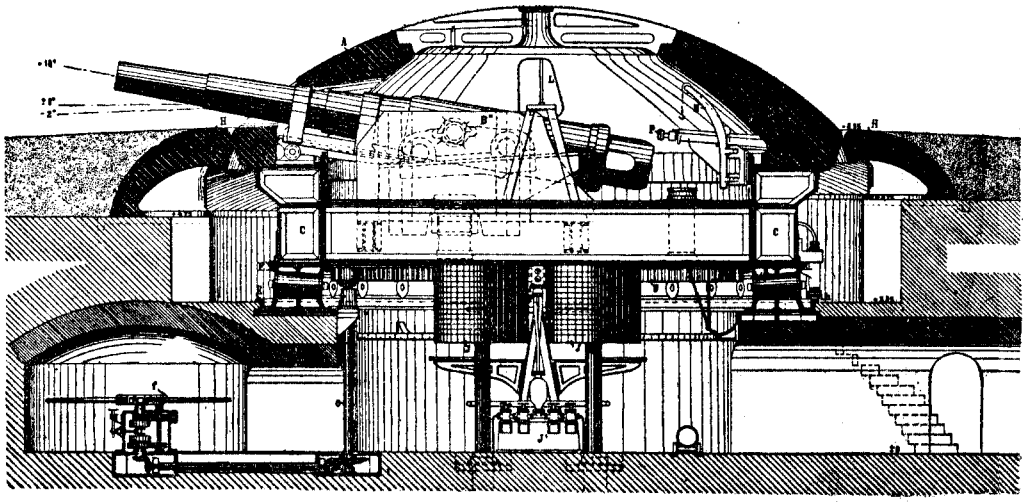


Fig. 64.

Escala de $\frac{1}{150}$

(*) Pueden verse los tipos Coles, Schumann, Mougin, Gruson y los *Panzerlaffeten* del mismo Schumann en las LECCIONES DE FORTIFICACIÓN, *explicadas en la Escuela Superior de Guerra*.—Madrid (Imprenta del *Memorial de Ingenieros*), 1898.—Segunda parte, cap. VIII, *passim*.

constructor aconseja la disposición á brazo, fundándose en que no hay ventaja en la rotación contínua de la cúpula y que para el movimiento necesario para la puntería horizontal, no hay necesidad del empleo del vapor.

El casquete de fundición endurecida de la cúpula *A*, es de la forma rebajada adoptada por la fábrica desde la experiencia de octubre de 1883 (*); se compone de trece bloques ó planchas laterales, asegurados entre sí por medio de pasadores. Por la parte superior se cierra con la plancha de techo, que es de dos piezas y que está provista de un agujero de hombre y de una aspillera de puntería.

Descansa la cúpula sobre la armadura *C*, de plancha de acero, la cual se apoya por el intermedio de un carril circular *E'*, de fundición, sobre una corona de rodillos troncocónicos, que á su vez se apoyan sobre un carril inferior *E*, también de fundición y fuertemente sujeto á la obra de mampostería. No existe pivote central.

La antecoraza *H H* se compone de catorce segmentos y forma un anillo fijo, que resguarda el corredor circular que rodea la armadura *C* y á su vez está protegido por un parapeto de hormigón.

La rotación de la cúpula se hace á brazo, con ayuda del cabrestante *F*, dispuesto para aplicar 16 hombres, cuyo movimiento se comunica á la corona dentada *G* del carril superior *E'*. Basta con 8 hombres para la rotación; sólo se ponen 16 cuando haya que realizar un giro de 180°. Para afinar la puntería se emplea un engranaje especial.

Las cureñas son de cañonera mínima, sistema Gruson *C*/84-85, con gualderas de palastro *B''* roblonadas á las traviesas de hierro de ⌶ de la substrucción *C*, y provistas de unas guías verticales por las cuales sube y baja el carro portacañón, donde están las muñoneras. El cañón gira, pues, alrededor de la cañonera. Los acumuladores *J J*, instalados en la cámara de maniobra, se pueden hacer subir por medio de las bombas *J'* movidas á brazo, y por medio de una tubería accionan sobre el cañón para hacerlo bajar ó subir al hacer la puntería en elevación.

La plataforma *L* sirve para que el jefe de la cúpula, ó un sargento, se suba con objeto de dirigir la puntería en sentido horizontal, la cual se verifica por la línea media de ambas piezas.

(*) Véase LECCIONES DE FORTIFICACIÓN, ya citadas, pág. 317.

Las municiones están almacenadas en los repuestos laterales de fábrica, y se suben á la cámara de los cañones por medio de las grúas *N*. Para la carga hay un atacador hidráulico *P*, con émbolo telescópico.

El servicio de la cúpula exige 45 hombres, contando el oficial comandante: 6 son para el servicio de las piezas, 2 para las grúas, 2 para llevar las municiones, 10 para la maniobra y 16 para las bombas, con 8 de reserva.

El giro completo de la torre exige de 8 á 12 minutos; la rapidez de fuego es de un disparo por pieza cada 5 ó 6 minutos.

Una cúpula semejante á la descripta tienen los italianos para la defensa de la Spezia. Está armada con dos cañones Krupp de 40 centímetros, *L*/35 *C*/80, su diámetro interior es de 11,4 metros y el peso de la cúpula es de 3080 toneladas.

La fundición endurecida, que fué al principio empleada lo mismo en la fortificación terrestre que en la marítima, ha sido, como ya sabemos, abandonada para aquélla, porque debiendo estar expuestas las corazas á un tiro continuado durante los muchos días que puede prolongarse el combate de artillería entre las baterías del ataque y las de la defensa durante un sitio regular, debe contarse con que una cúpula ó una casamata acorazada recibirán muchos proyectiles, cuyo choque repetido romperá seguramente la coraza. En cambio, en las corazas destinadas á la defensa de las costas hay que tener presente que el combate de artillería durará poco y que el tiro de los buques es más incierto, y, por lo tanto, puede esperarse que cada bloque ó plancha de los que forman la cúpula no reciba más de cuatro ó cinco proyectiles, á cuya acción total demuestra la experiencia que puede resistir la fundición endurecida, mediante que el espesor sea suficiente y, por lo tanto, la masa inerte bastante grande. Existen, sin embargo, cúpulas de organización semejante á la de la figura 64, pero en que el casquete acorazado es de hierro laminado, de metal compound, de acero-níkel ó de acero harveyizado; su coste será bastante más elevado, pero también será mayor la resistencia.

5.º—Baterías de costa y fuertes marítimos.

Las baterías de costa, aparte de su organización en el frente ó frentes que miran al mar, que puede ser, como ya se ha visto, al descubierto

ó acasamatada, y en el primer caso á barbeta simplemente, de eclipse, con cañoneras acorazadas ó de piezas de fuego curvo, así como en el segundo las casamatas pueden ser de mampostería ó acorazadas en sus diversas variedades, ó con cúpulas giratorias; aparte de esto, que ya nos es conocido, deben completar sus disposiciones con una porción de detalles complementarios que tienen también su importancia.

Por de pronto, necesitan los repuestos de municiones, capaces para la total dotación de la batería, que se fija con arreglo al calibre é índole de las piezas y á la situación de la obra. Ya se ha dicho que estos repuestos acostumbran á estar inmediatos á las piezas, con preferencia en los traveses, y que se adoptan precauciones para facilitar la llegada de los proyectiles y de las cargas hasta las piezas. Si los repuestos de los traveses no pueden hacerse de suficiente capacidad para tener la dotación completa de la pieza correspondiente, habrá que disponer otro repuesto central que abastezca á aquéllos. Tanto unos como otros deben estar construídos de modo que resistan al fuego del enemigo.

Hay otros locales que en cambio pueden ser ligeros y no necesitan forzosamente estar á prueba de los proyectiles: tales son los almacenes de juegos de armas, de los efectos de limpieza y entretenimiento del material y los alojamientos de la guarnición. En efecto, una batería de costa no se encuentra en el mismo caso que un fuerte destacado de una plaza terrestre; no es natural que reciba, como éste, un fuego continuado por muchos días, y, por lo tanto, el cuartel no necesita estar á prueba, basta con que se encuentre disimulado de la vista exterior. Durante el combate, la guarnición estará en gran parte al lado de las piezas y el resto en los locales á prueba de los traveses.

También hay necesidad de disponer observatorios para la determinación de la posición de los buques enemigos y para la corrección del tiro, en las condiciones que exija el método de tiro adoptado. Estarán debidamente disimulados y en su caso protegidos.

La gola de la batería, ó sea los frentes que miran hacia tierra, rara vez podrá quedar abierta. En general, bastará, para resguardarla, un simple cerramiento, que puede ser de muro aspillerado y flanqueado, con ó sin foso, con defensa de fusilería. Cuando la situación de la bate-

ría haga temer un ataque serio de tropas desembarcadas, que puedan ir acompañadas por algunos cañones, habrá que organizar parapetos de tierra para fusilería y ametralladoras ó cañones de tiro rápido, con foso flanqueado por caponeras ó galerías de contraescarpa.

Cuando una obra de costa es de mucha importancia, contiene armamento considerable y su gola está fuertemente constituída, se acostumbra á llamar *fuerte.*

Claro es que puede ocurrir que una misma obra desempeñe papel en la defensa marítima y en la terrestre, y en este caso tendrá unos frentes organizados como batería de costa y otros como fuerte destacado. Sin embargo, en lo posible debe evitarse que esto ocurra, pues siempre origina confusión en la manera de organizar las defensas, y es preferible que haya dos obras distintas, una para cada cometido especial, respectivamente marítimo y terrestre.

Cuando la obra, en vez de estar en la costa, se encuentra en un islote ó cimentada en un bajo, un escollo, una lengua de tierra que avanza en el mar, en vez de llamarse fuerte de costa, se denomina en este caso *fuerte marítimo.*

Ejemplares muy notables de fuertes marítimos son los de la defensa exterior de Portsmouth: en el canal de Solent el de Hurst-Castle, en la rada de Spithead los de Horse-Sand, No-Man's-Land y Spitz-Bank. También merece citarse el de Breakwater, en Plymouth.

La figura 62 (pág. 205) puede dar una idea de la organización de estos fuertes, que están acorazados con escudos *sandwich*; son de planta circular, y tienen uno ó dos pisos de casamatas. La cimentación tiene que ser robusta, de escollera sentada sobre el bajo de arena ó de roca, encima del cual está edificado el fuerte. El basamento está formado de enormes sillares de granito ó de bloques de hormigón; al exterior tiene que resistir al oleaje, y en el interior contiene los almacenes de municiones, de víveres, efectos, las cocinas, letrinas, etc. Los pisos superiores acasamatados, que forman una gran torre circular de 61 metros (200 pies ingleses) de diámetro en los fuertes de Spithead, contienen 25 cañones cada uno, resguardados por la coraza, y detrás de las instalaciones de las piezas están las bóvedas, que desembocan en el patio central, del que toman luz y ventilación, y sirven de acuartelamientos. El patio

es circular y en el centro hay una construcción semejante que contiene el alojamiento de los oficiales (*).

Ya desde 1868 indicó el general de Ingenieros ruso Todleben la conveniencia de substituir esta organización en casamatas, formando un fuerte circular, por la instalación de las piezas en cúpulas. Con tal objeto proponía un fuerte en forma de T con catorce cúpulas y 28 cañones, alineadas aquéllas de siete en siete en dos líneas rectas perpendiculares entre sí. Sin llegar á tanto, los fuertes de San Felipe y la Perla del bajo Escalda tienen tres cúpulas en línea recta para dos cañones Krupp de 28 centímetros $L/22$ cada una, las cuales emergen de la línea media de un macizo ovalado rodeado de foso y que contiene en su interior las bóvedas de alojamiento y almacenes.

El general Brialmont ha propuesto en 1896 (**) un fuerte marítimo, cuyo armamento consiste en seis cañones de 28 centímetros $L/40$ y 10 de tiro rápido de 15 centímetros $L/35$, colocados dos á dos en cúpulas. El fuerte forma un triángulo equilátero de 120 metros de lado, con los vértices redondeados, y está cimentado sobre un bajo de unos 7 metros de fondo en baja mar, por medio de enormes bloques de hormigón de $25 \times 7 \times 8$ metros, construídos y fondeados por el procedimiento propuesto por Mr. Coiseau; estos bloques forman el basamento exterior y el interior está relleno de arena. Sobre esta cimentación está construído el fuerte, que forma un enorme macizo de hormigón de formas redondeadas y muy rebajadas, para evitar el choque normal de los proyectiles. En el centro aparece el faro eléctrico, y alrededor, con los centros en los vértices de un triángulo equilátero de 36 metros de lado, están las tres cúpulas de 28 centímetros, y más al exterior y más bajas las cinco de 15 centímetros, ocupando los vértices de un triángulo y los centros de dos de los lados. En el interior del macizo están los locales para alojamiento de la tropa y de los oficiales, almacenes de municiones, víveres y efectos, cocinas, letrinas, enfermería, dinamos, calderas, almacén de carbón y cuerpo de guardia en la entrada, que tiene su muelle ó embarcadero sobre pilotes de hierro. Como el fuerte no tiene patio, la ventila-

(*) La descripción de estos fuertes puede verse en el *Traité de Fortification polygonale*, del general Brialmont. Los planos y perfiles están en la lám. XXV.

(**) Véase para la descripción completa la obra *La Défense des côtes*, lám. VIII.

ción se obtiene por medio de respiraderos que forman chimeneas, que se cierran por arriba por medio de arandelas que se pueden manejar desde abajo. Casi todos los locales tienen que estar alumbrados, aun de día, por medio de lámparas eléctricas.

Ya se comprenderá que un fuerte de esta clase tiene un coste de construcción muy elevado, y que si en vez de estar en un bajo de 8 á 10 metros de fondo se encontrase en mar profunda, sería completamente imposible su construcción. Por esta razón se reduce lo posible el número de fuertes de esta clase, y no se han construído más que en los puntos en que son verdaderamente indispensables.

A raíz del combate de Hampton-Road entre el *Merrimac* y el *Monitor*, se inició en Inglaterra un movimiento de la opinión favorable á las *baterías flotantes* en substitución de los fuertes marítimos, pretendiendo con ellas defender las avenidas de los puertos militares. Se trataba, no de buques como los monitores, ni aun siquiera como las popovkas rusas, sino de verdaderas balsas acorazadas, que se procuraba hacer insumergibles y que soportaban varias piezas de grueso calibre en casamata ó en cúpula y que habían de combatir desde posición fija. Hubo un momento en que se necesitó nada menos que la intervención personal y enérgica de lord Palmerston para evitar que el Parlamento acogiese las proposiciones de la prensa, que quería que se suspendiesen los trabajos que estaban en ejecución y que se confiase la defensa exterior de las radas á baterías ó torres flotantes.

Se volvió á estudiar, sin embargo, la cuestión, y una comisión de marinos y oficiales de artillería é ingenieros fué encargada de examinar las condiciones que presentaban los muchos proyectos que sus inventores habían sometido al gobierno inglés, entre los cuales se citan como más notables los de Herbert, Hyde, Rennie y Moody.

Del examen que la comisión hizo de estas «construcciones anfibias, que no son ni fuertes ni buques», según el dicho del coronel Drummond Jervois, resultó que no ofrecían ventajas; les falta por de pronto la fijeza de plataforma necesaria para la exactitud de tiro; su anclaje ofrece grandes dificultades; se deterioran con facilidad; están expuestas al espolón y al torpedo, de los cuales no tiene nada que temer un fuerte. Se desecharon, por lo tanto, todos los proyectos, lo cual no obsta para que

se considere conveniente que en la defensa local de una posición marítima tomen parte algunas cañoneras acorazadas, monitores ú otro género de buques guardacostas, pero como *defensas móviles*, no como elementos fijos.

6.º—Obstrucciones pasivas.

Demuestra la experiencia de las guerras marítimas que los pasos ó canales libres de obstáculos siempre se han forzado: forzaron los ingleses el de los Dardanelos en 1810, los franceses en 1831 el del Tajo y los federales la embocadura del Mississipí y la bahía de Mobila. En cambio, cuando ha habido obstrucciones, no se ha hecho sin dificultad, como en Charleston, entre el fuerte Sumter y la isla Morris, cuyo paso no pudo forzar el almirante Dupont.

Las obstrucciones pasivas, lo mismo que las defensas accesorias en la fortificación terrestre, no bastan por sí solas, necesitan el apoyo de la artillería, que impida que el enemigo se acerque á romperlas y abrirse un paso á través de ellas; pero cuando existen, obligan á los buques del ataque á detenerse y los mantienen, durante mayor tiempo, bajo el fuego de las baterías de ruptura, que tendrán más facilidad para echarlos á pique. Su importancia es, pues, de mucha consideración en la defensa de los canales de entrada.

Pueden ser las obstrucciones fijas en el fondo del mar ó del río, ó bien flotantes. Las primeras son tal vez más eficaces, pero en cambio es más difícil establecerlas y, terminada la guerra, retirarlas. Las segundas se pueden tener preparadas y tenderlas cuando llega el momento de poner el puerto en estado de defensa; pero es más fácil que sean vencidas por un buque de mucho tonelaje lanzado á gran velocidad, y también puede ocurrir que en un temporal ó una crecida se rompan las amarras y la barrera sea arrastrada.

Una barrera fija muy eficaz consiste en echar á pique algunos barcos, como hicieron los rusos en Sebastopol, cargándolos de piedras y abriendo algunas vías de agua; por medio de las arboladuras, que se conservan enlazándolas con cadenas y cuerdas, se forma una red que contribuye á impedir el paso. El procedimiento es costoso, pero de ejecución breve, y en caso necesario no se vacilará en emplearlo.

La disposición ordinaria de las barreras fijas consiste en una estacada de pilotes hincados en el fondo, enlazados por piezas de madera encepadas, tornapuntas, cruces de San Andrés, cadenas, caballos de frisa, combinado todo de maneras muy diversas, que sugieren el ingenio y las circunstancias de cada caso particular.

Emplearon los confederados en el río Mississipí unas barreras especiales, que llamaron *sawyers*, que pueden designarse como semiflotantes y que estaban inspiradas en un fenómeno natural que en el río mencionado ocurre. En las frecuentes crecidas del Mississipí las aguas arrancan de las orillas grandes árboles, que flotan y son arrastrados por espacio de muchos kilómetros; cuando bajan las aguas suelen enredarse las ramas en el fango del fondo, y allí subsiste el árbol hasta que, volviendo á subir el nivel del agua, siguen las ramas sujetas al fondo, y el tronco tiende á flotar, y se coloca en posición inclinada, pero si su longitud no es grande, no aparece en la superficie; el barco que tropieza con uno de estos árboles invisibles, se va generalmente á pique, y se cree que la mitad de los naufragios que ocurren en aquel caudaloso río son debidos á esta causa. Los *sawyers* imitaban artificialmente los árboles prendidos en el fondo y con tendencia á flotar: con unas gruesas vigas de 12 á 15 metros de longitud, reunidas paralelamente de cuatro en cuatro y enlazadas transversalmente con travesaños y pernos, se formaban unos marcos; en la parte posterior de éstos se construía un cajón; en la anterior, cerca de las extremidades de las vigas, se sujetaban unos toneles vacíos y estancos; las puntas de las vigas estaban reforzadas con azuches de hierro piramidales. Cargando el cajón de piedras ó de balas de cañón, se va al fondo esta parte del marco, y al propio tiempo los toneles, con su fuerza de flotación, levantan las puntas y hacen que las vigas se coloquen en posición inclinada, y presentando las púas hacia la dirección en que pueden venir los buques asaltantes, hagan con éstos efecto de espolón. Con estos *sawyers* se puede obstruir un paso colocándolos en dos ó tres filas. Además de su eficacia, presentan la ventaja de que no se ven desde el exterior y que no alteran el régimen de la corriente de un modo sensible.

Se forman las barreras flotantes con boyas ó balsas de madera, enlazadas por medio de cadenas. También pueden ser las boyas de palastro, de forma cilíndrica con las extremidades cónicas, dividiéndolas en va-

rios compartimientos estancos, de modo que sigan flotando aun después de ser atravesadas por un proyectil. Cada flotador debe estar sujeto sólidamente por medio de anclas ó de amarras.

También fueron los confederados los que aplicaron á las barreras flotantes una idea del almirante Buchanan, el que mandaba el *Merrímac* en Hampton-Roads y que más tarde defendió la bahía de Mobila contra Farragut, á bordo del *Tennesee*. Había observado Buchanan en uno de sus viajes, que una cuerda que se enredó en la hélice propulsora de un buque de vapor, bastó para paralizar su marcha, y propuso organizar una barrera flotante con balsas y cadenas de las que colgasen cuerdas delgadas y largas, que con facilidad se enredasen en las hélices de los buques enemigos. El general Brialmont propuso aplicar este sistema para el barreamiento del Escalda en el recodo de Calloo, entre los fuertes de San Felipe y la Perla.

7.º—Torpedos y minas submarinas.

Ya se habló incidentalmente en otro capítulo de los torpedos que se emplean en la defensa de los puertos y demás posiciones militares marítimas. Estos torpedos defensivos ó minas submarinas, consisten en unos hornillos colocados en el agua, á mayor ó menor profundidad y de modo que no se vean desde el exterior, cargados con pólvora ú otro explosivo, y que pueden estallar bien al chocar con ellos un buque enemigo, bien á voluntad por medio de la electricidad, y su efecto sobre el casco de los buques es terrible, producen enormes boquetes, por donde se precipita el agua en el interior, y casi siempre tendrá como consecuencia el hundimiento, y cuando no, enormes averías, que pondrán al buque por completo fuera de combate.

Aunque se han empleado alguna vez para los torpedos recipientes de madera ó toneles, hoy no están en uso más que los recipientes metálicos, de palastro de hierro ó de acero, ó por lo menos de fundición maleable.

Además de la *envuelta* exterior, que debe ser en absoluto impermeable al agua del mar y con tapas ó cerramientos completamente estancos, consta un torpedo de *cámara de carga*, *espoleta* ó aparato de inflamación y *carga explosiva*.

Esta puede ser de pólvora ordinaria, ó mejor de dinamita, algodón-pólvora húmedo, gelatina explosiva ó una de las formas en que se prepara para este objeto el ácido pícrico.

La espoleta fué al principio química, de percusión, que se inflamaba al choque; así eran las que el químico Jacobi dispuso para los torpedos de Cronstadt en 1854; más comunmente es eléctrica, ya para que se inflame á voluntad desde la estación de fuego, establecida en tierra, ya para que por medio de la corriente eléctrica se pueda activar ó desactivar, según se quiera, es decir, que se puede hacer que los torpedos estén inertes y permitan el paso en ambos sentidos de los buques amigos ó mercantes, y cuando se presente el enemigo ponerlos en disposición de que se inflamen al tocar con cualquier buque.

Los torpedos pueden ser de *fondo* ó *flotantes*. Los primeros sólo se emplean en mares de poca profundidad; los segundos requieren una ancla de fondo y una cadena de unión que retenga el torpedo á la profundidad conveniente, mediante su tendencia á flotar. Generalmente se fondean los torpedos en una ó varias líneas, determinando el intervalo entre dos torpedos sucesivos de una misma línea y la distancia entre dos líneas contiguas por el *radio de acción* del torpedo, ó sea la distancia á que alcanza su efecto explosivo eficaz contra un buque. Este radio de acción depende de la carga del torpedo (en peso, según la clase de explosivo que contiene) y de la profundidad á que se encuentra; se determina por medio de fórmulas deducidas de la experiencia.

Ya se ha dicho que los torpedos eléctricos pueden estar dispuestos para que la inflamación se produzca al cerrar el circuito por medio del aparato que está en manos del observador, ó bien al contrario, provocando la explosión al cortar la corriente que está establecida y que interrumpe el choque del barco. En el primer caso se necesita tener dispuestos los aparatos para conocer con exactitud el momento en que el buque pasa por encima de un torpedo. Existen para ello varias disposiciones, entre las que merece citarse la empleada en la defensa de Venecia por los austriacos en 1866, ideada por el coronel de Ingenieros Barón de Ebner, que consistía en una cámara obscura donde se reproducía la perspectiva de la bahía desde un punto conveniente y se marcaban con puntos numerados las situaciones exactas de los torpedos.

Por este medio, al avanzar un buque enemigo, se le veía marchar por la perspectiva que se dibujaba en la cámara obscura, y al pasar por un punto numerado, se podía dar fuego al torpedo, tocando en la tecla correspondiente de un aparato en que cada tecla correspondía al circuito del torpedo de igual número, cerrándose este circuito é inflamándose la espoleta.

También puede disponerse de modo que se produzca automáticamente la inflamación de un torpedo cuando por encima pasa el buque enemigo. Para esto se necesitan dos puntos de observación, de ordinario situados en ambas orillas del canal que se defiende. En cada uno de estos puntos hay un anteojo sobre una columna que lleva un limbo azimutal, con su índice, estando dispuesto de tal manera, que cuando los dos anteojos miran al mismo tiempo al punto que ocupa un torpedo, los índices cierran el circuito eléctrico que pasa por aquél y lo inflaman. Así, pues, si aparece un barco enemigo, basta que los dos observadores le sigan constantemente con su anteojo respectivo, y cuando el buque pase por encima de uno cualquiera de los torpedos, coincidirán en aquel punto las dos visuales y se producirá la voladura, como consecuencia de haberse cerrado el circuito eléctrico que pasa por la espoleta del torpedo.

No nos detenemos más en el estudio de los torpedos ni entramos en descripciones de modelos especiales, tanto de los hornillos como de sus accesorios y de los aparatos de inflamación, porque la índole de estas *Lecciones* se opone á ello. Basta con lo dicho para dar idea de conjunto de las disposiciones y apreciar cómo puede relacionarse con las obras de fortificación de las costas.

Pero diremos breves palabras del torpedo Bustamante, aunque sin describir su organismo, que es secreto.

En el año 1883 el teniente de navío de la marina austro-húngara, Peturski, ofreció al gobierno español por 200.000 francos el secreto de un torpedo fijo automático, ya adquirido al parecer por otras naciones; pero entonces D. Joaquín Bustamante, teniente de navío de nuestra Armada (*), solicitó y obtuvo autorización y crédito para ensayar otro

(*) Muerto gloriosamente siendo capitán de navío en 1898 en la defensa terrestre de Santiago de Cuba.

de la misma índole que tenía estudiado y que prometía mejores resultados que el de Peturski, y como consecuencia del buen resultado obtenido el *torpedo Bustamante* fué declarado reglamentario por Real orden de 9 de mayo de 1885.

Su objeto es poder colocar los torpedos á última hora y aunque esté cerca el enemigo, lo mismo para la defensa de un puerto que para encerrar á una escuadra enemiga en la bahía en que momentáneamente se haya refugiado.

Hé aquí sus principales propiedades: puede emplearse en cualquier momento, desde un buque parado ó en marcha; la activación es automática al cabo de cierto tiempo y esto aleja todo peligro para los que lo manejan; regula por sí mismo la profundidad de inmersión bajo el agua y además la indica; el signo indicador se desprende al cabo de algunos minutos y desaparece poco después; se lleva sin peligro cuando ha sido desactivado; se puede disponer para que se vaya á pique al cabo de cierto tiempo; cualquier embarcación sirve para fondearlo.

La carga es de 40 kilógramos de algodón-pólvora húmedo, y el peso total unos 200 kilógramos; es, por lo tanto, muy manejable; sus elementos principales son la envuelta de palastro, que contiene la cámara de carga y la cámara de inflamación que encierra la carga iniciadora, seis percutores que reciben la acción por el choque del buque enemigo por medio de palancas, el muelle de desactivar, el carrete automático para la flotación bajo el agua, la boya con amarra, el sumergidor y la baliza.

Por más que el efecto de la explosión de un torpedo sea verdaderamente temible para un buque, no puede negarse que estos artificios de guerra presentan también sus inconvenientes: la dificultad que en general hay para fondearlos y también para conocer exactamente su situación, la necesidad de revisar de tiempo en tiempo si están en buen estado ó han sufrido averías, lo difícil que es mantener incólumes los alambres conductores, la posibilidad de que el agua acabe por penetrar en el interior de la envuelta si la inmersión es prolongada. También es posible que las corrientes hagan derivar los torpedos de fondo, y además no siempre será posible ver al buque enemigo, de modo que las posiciones que sucesivamenta vaya ocupando sean conocidas con la exactitud que se necesita para dar fuego al torpedo que ha de destruirlo.

Los torpedos automóviles (Whitehead ú otros), aunque tienen un carácter esencialmente ofensivo, se pueden también emplear en la defensa de un puerto, y no solamente porque en éste existan como fuerzas navales móviles algunos torpederos, sino porque se pueden instalar en tierra tubos lanza-torpedos. Si el nivel del mar es constante, como en el Mediterráneo, la batería de tubos lanza-torpedos será una casamata á poca altura sobre el nivel del agua, acorazada ó no, según se considere necesario; si el puerto está sometido á la marea, será más conveniente que la batería sea submarina. En uno y en otro caso habrá al lado de la batería el depósito de torpedos, local para la máquina de comprimir el aire y demás accesorios. El general Brialmont presenta en su libro sobre defensa de las costas proyectos detallados de baterías de esta clase.

En esta clase de defensa entran los cañones neumáticos, que disparan proyectiles de dinamita, verdaderos torpedos lanzados por el aire, como el de Zalinski, adoptado en los Estados Unidos.

BIBLIOGRAFÍA.

Con el fin de facilitar los estudios de todos aquellos oficiales que quieran ampliar con más extensas lecturas la materia de que trata esta obra, daremos aquí breve lista de las que mejor pueden aconsejarse para el objeto:

CRONEAU.—*Construction du navire.*—Paris (Gauthier-Villars y Masson), sin fecha.—*Encyclopédie scientifique des Aide-mémoire.*

CRONEAU.—*Canons, torpilles et cuirasse.—Leur installation à bord des batiments de combat.*—Paris (Gauthier-Villars y Masson), sin fecha.—*Encyclopédie scientifique des Aide-mémoire.*

BERTIN.—*Etat actuel de la marine de guerre.*—Paris (Gauthier-Villars y Masson), sin fecha.—*Encyclopédie scientifique des Aide-mémoire.*

WHITE.—*A manual of naval architecture.*—London (F. Murray), 1882.

HAUSER.—*Cours de construction du navire.*—Paris (Bernard), 1886.

WELCH.—*A text book of naval architecture for the use of the royal navy.*—London (Eyre & Spottiswoode), 1889.

THEARLE.—*The modern practice of shipbuilding in iron and steel.*—London (W. Collins), 1890.

DISLÈRE.—*La marine cuirassée.*—Paris (Gauthier-Villars), 1873.

TOUCHARD, aml.—*La question du décuirassement.*—Paris (Berger-Levrault), 1872.

BUCHARD.—*Torpilles et torpilleurs des nations étrangères.*—Paris (Berger-Levrault), 1889.

BUCHARD.—*Les marines étrangères.*—Paris (Berger-Levrault), 1891.

MARCHAL.—*Les navires de guerre les plus récents.*—Paris (Berger-Levrault), 1876.

BALINCOURT.—*Étude sur les navires d'aujourd'hui.*—Paris (Noizette), 1892.

BÉRARD.—*Les navires de guerre. Essai sur leur valeur militaire.*—Paris (Berger-Levrault), 1897.

GABRIEL CHARMES.—*La réforme de la marine.*—Paris (Berger-Levrault), 1886.

FOURNIER.—*La flotte nécessaire.*—Paris (Berger-Levrault), 1890.

LOCKROY (antiguo ministro de Marina de Francia).—*La marine de guerre.—Six mois Rue Royale.*—Paris (Berger-Levrault), 1897.

COLIN.—*Installations électriques du croiseur D'Entrecasteaux.*—Paris (Berger-Levrault), 1899.

GUILHAUMON (J. B.).—*Résumé de théorie du navire.*—Paris (Berger-Levrault), 1894.

Torpilleurs sous marins.—(*Revue militaire de l'Etranger.* Tomo XXX, pág. 90.)

Le cuirassement des navires.—(*Revue militaire de l'Etranger.* Tomo XXVII, pág. 106.)

La flotte de guerre italienne: son rôle et son organisation.—(Revue militaire de l'Etranger. Tomos XXIII, XXIV y XXV.)

CERÓN Y CUERVO (D. Francisco).—*Buques de combate.*—Madrid (Imprenta del Cuerpo de Artillería), 1893.

BRASSEY (T. A.)—*The naval Annual.*—Portsmouth (J. Griffin and C.°).—Publicación anual, que sale generalmente en el mes de mayo. Además de la lista de datos relativos á los buques de guerra de todas las naciones y de las láminas que los representan, así como de los cuadros de las artillerías navales reglamentarias, contiene trabajos extensos acerca de sucesos navales recientes, maniobras, ensayos, construcciones, corazas, artillería, presupuestos, organización, táctica y estrategia marítimas, debidos á colaboradores acreditados.

DURASSIER.—*Aide-mémoire de l'officier de marine.*—Paris (publicación anual).

Almanach für k. und k. Kriegsmarine.—Pola (publicación anual de la marina austriaca).

***

DEGOUY.—*Étude sur les opérations combinées des armées de terre et de mer. Attaque et défense.*—Paris (Berger-Levrault), 1882.—Comprende cuatro libros: I. Embarque y desembarque sin combate de un cuerpo expedicionario; II. Desembarco á viva fuerza; III. Reembarque del cuerpo expedicionario rechazado por fuerzas superiores; IV. Paso de las corrientes de agua bajo la protección de una flotilla.

DEGOUY.—*Étude sur les opérations combinées de terre et de mer.—Siège d'une place forte maritime.*—Paris (Baudoin), 1888.—Es el V libro de la obra anterior, que ha quedado sin terminar, y es lástima.

DEGOUY.—*Note sur l'emploi des mortiers de 30 cm. en fonte rayés et frettés dans la défense des côtes.*—Paris (Baudoin), 1888.

ROPE (Charles).—*Rome et Berlin. Opérations sur les côtes de la Méditerranée et de la Baltique au printemps de 1888.*—Paris (Berger-Levrault), 1888.

M. D. B. G.—*Des opérations maritimes contre les côtes et des débarquements.*—Paris (Imprimerie Nationale), 1893. Se atribuye al general de artillería de marina Borgnis-Desbordes.

FARRET.—*Étude sur les combats livrés sur mer de 1860 á 1880.*—Paris (Berger-Levrault), 1881.

FARRET.—*Étude sur les opérations de la guerre maritime de 1860 á 1883.*—Paris (Berger-Levrault), 1884.

FARRET.—*Études comparatives de Tactique navale.*—Paris (Berger-Levrault), 1883.

DISLÈRE.—*La guerre d'escadre et la guerre des côtes.*—Paris (Berger-Levrault), 1873.

CHABAUD-ARNAULT.—*La marine pendant les guerres d'independance de l'Amérique du Sud.*—París (Baudoin), 1894.

ROCCHI.—*L'attacco e la difesa delle coste.*—Roma (Voghera), 1896.—Folleto de suplemento en 1897.

Attaque et défense des fortifications cotières par les navires d'après les écrivains militaires anglais.—(Revue militaire de l'Etranger, 1895. Tomo XLVII, págs. 340 y 439.)

KRIVANEK.—*Attacco e difesa delle opere da costa.*—Roma (Voghera), 1884.

GRIVEL.—*De la guerre maritime.*—Paris (Dumaine), 1869.

COLOMB (P. H.) V. Am.—*Combined Naval and Military Expeditions.—(Profesional papers of the Corps of Royal Engineers.* Tomo XXII), 1896.

MONTERO Y RAPALLO (D. Manuel).—*Ensayo de Estrategia naval, con algunas consideraciones sobre organización, movilización y composición de las escuadras.*—Madrid (R. Alvarez), 1892.

GUIERRE.—*L'avenir de la torpille et la guerre future.*—Paris (Berger-Levrault), 1898.

AUBE (Th.) contr. am.—*La guerre maritime de les ports militaires de la France.*—Paris (Berger-Levrault), 1882.

COMMANDANT Z. ET H. MONTÉCHANT (seudónimos de Vignot y Fontin, ayudante y secretario que fueron del almirante Aube cuando fué ministro de Marina).—*Les guerres navales de demain. Essai de stratégie navale. Reformes navales.*—Paris (Berger-Levrault).

DEMIGNY.—*La faillite de la marine.*—Paris (Berger-Levrault), 1899.

GAVOTTI.—*Storia delle evoluzioni navali.*—Roma (Forzani), 1899.

LOCKROY (ya citado).—*La défense navale.*—Paris (Berger-Levrault), 1899.

La guerre avec l'Angleterre.—Paris (Berger-Levrault), 1899.

MAHAN.—*Guerre hispano-américaine* (1898).—*La guerre sur mer et ses conséquences.*—Paris (Berger-Levrault), 1899.

ARDOIS (D. Federico).—*Nociones de Táctica naval.*—Madrid (Imprenta de Infantería de Marina), 1891.

La marine dans les guerres modernes.—Paris (Berger-Levrault), 1897.

***

GAUTIER (D. Luis).—*Memoria sobre la defensa de las costas.*—Madrid *(Memorial de Ingenieros)*, 1851.

SCHEIDNAGEL (D. Leopoldo).—*Memoria sobre la defensa de las costas.*—Madrid *(Memorial de Ingenieros)*, 1855.

HERRERA GARCÍA (D. José).—*Medios de equilibrar la resistencia defensiva de los fuertes y baterías de costa contra la violenta destructora acción actual del ataque marítimo.*—Madrid *(Memorial de Ingenieros)*, 1864.

BERNALDEZ (D. Emilio).—*Estudios sabre las casamatas para artillería.*—Madrid *(Memorial de Ingenieros)*, 1862.

ALAS Y UREÑA (D. Genaro).—*Memoria sobre la defensa de las costas*, presentada al concurso anual de 1871 á 1872.—Madrid (*Memorial de Ingeneros)*, 1873.

CERERO (D. Rafael).—*Memoria sobre el estado de las defensas marítimas después de la introducción de la artillería rayada y buques de coraza.*—Madrid (Imprenta del *Memorial de Ingenieros)*, 1865. Fué presentada á consecuencia de la comisión desempeñada por el autor en el extranjero, siendo capitán de Ingenieros, y se imprimió en edición confidencial, que no se puso á la venta. En 1896 el general Cerero presentó otra Memoria al ministro de la Guerra como resultado del estudio para poner en estado de defensa el litoral de la Península é islas adyacentes, realizado por comisión especial y extraordinaria, para la que fué nombrado. Esta Me-

moria, por su índole reservada, permanece manuscrita, pero es digna de ser estudiada.

MAUBEUGE (traducido por APARICI).—*Empleo de la artillería en la defensa de las costas.*—Madrid *(Memorial de Ingenieros)*, 1881.

LA LLAVE.—*La artillería de grueso calibre en las defensas marítimas.*—Madrid *(Memorial de Ingenieros)*, 1882. Reproducido en el *Memorial de Artillería.*

SOROA Y F. DE LA SOMERA.—*Defensa de las costas de Alemania.*—Madrid *(Memorial de Ingenieros)*, 1885.

URZÁIZ (D. Luis).—*Apuntes sobre defensa de costas.*—Madrid *(Memorial de Ingenieros)*, 1886.

ROLDÁN Y LA LLAVE.—*Apuntes sobre defensa de las costas: Estudio de las baterías al descubierto.*—Madrid *(Memorial de Ingenieros)*, 1888.—Suplemento en 1891.

SOROA Y F. DE LA SOMERA.—*Organización defensiva de las costas de Europa.*—Madrid *(Memorial de Ingenieros)*, 1889.

RAMOS (D. Francisco).—*Algunos detalles sobre organización, pruebas y ejercicios de tiro de una de nuestras baterías de costa.*—Madrid *(Memorial de Ingenieros)*, 1892.

ROLDÁN.—*Reglas para la construcción de los emplazamientos* (*) *de los cañones y obuses Ordóñez de 21, 24 y 30,5 cm. Mod. 1891.*—Madrid *(Memorial de Ingenieros)*, 1897.

ROLDÁN.—*Datos para los tanteos de defensa, fortificación y armamento en las posiciones marítimas.*—Madrid *(Memorial de Ingenieros)*, 1897.

RUBIÓ.—*Las baterías flotantes en la defensa de Barcelona.*—Madrid *(Memorial de Ingenieros)*, 1898.

ROLDÁN.—*Organización de las baterías de costa descubiertas.*—Madrid *(Memorial de Ingenieros)*, 1898.

ROLDÁN.—*Perfil de las baterías de costa descubiertas.*—Madrid *(Memorial de Ingenieros)*, 1898.

SCHÜTZ (Julius von).—*Cúpulas y corazas alemanas y las imitaciones francesas.*—Magdeburg (Walter Ochs &. C.ie), 1893.

SCHÜTZ (Julius von).—*Les cuirassements en fonte durcie et les affûts à embrasure minima sisteme Gruson.*—Magdebourg (Walter Ochs et C.ie), 1890.

ELLENA.—*Le corazzature di ghisa indurita.*—Roma (Voghera), 1883.

BRIALMONT.—*Traité de Fortification polygonale.*—Paris (Dumaine), Bruxelles (Guyot), 1869.—Dos tomos y un atlas.—En el tomo II los capítulos XVI, XVII, XVIII y XIX tratan de las fortificaciones de costa.

(*) Sin ánimo ninguno de reprobar el empleo de esta palabra, que tiene sanción oficial en multitud de Reales órdenes, haremos observar que es la primera vez que se encuentra en el presente trabajo y que llevamos publicadas una obra de Artillería en tres tomos, otra de Fortificación, una tercera de Ataque y Defensa y la Memoria de 1892 *Estudio sobre nuestra Artillería de plaza (Tanteos de armamento)*, sin usarla ni una sola vez, como tampoco en las explicaciones orales en la Escuela Superior de Guerra. Véase á este propósito lo que dice el general Almirante en su *Diccionario Militar*, no obstante lo cual por mucho tiempo creímos que si se podía prescindir del verbo *emplazar*, no era igualmente fácil desterrar el substantivo *emplazamiento*. A fines de 1891, y á consecuencia de haber hablado de este asunto con un compañero, hicimos el ensayo de no emplearlo en algunos informes sobre artillado de la Junta Consultiva de Guerra, y de un modo casi insensible contrajimos tal costumbre de desterrarlo de nuestros escritos, que ha llegado á sernos imposible volver á usarlo.

BRIALMONT.—*La Fortification à fossés secs.*—Bruxelles (Guyot), Paris (Dumaine), 1872.—Dos tomos y un atlas.—Esta obra es un suplemento á la *Fortificación poligonal*; sólo el capítulo VI (en el tomo II) trata, entre otras cosas, de la organización de las baterías de costa.

BRIALMONT.—*La Fortification du temps présent.*—Bruxelles (Guyot), 1885.—Dos tomos y un atlas.—El capítulo XVII y último de este libro trata de la defensa de las costas.

BRIALMONT.—*La Défense des côtes et les têtes de pont permanentes.*—Bruxelles (Guyot), 1896.—Un tomo y un atlas.—Los siete primeros capítulos, de los ocho que tiene el libro, son relativos á la defensa de las costas. Obra cuyo estudio es indispensable para el que quiera completar sus conocimientos en la materia.

BRIALMONT.—*Progrès de la défense des États et de la fortification permanente depuis Vauban.*—Bruxelles (Guyot), 1898.—Un tomo y un atlas.—Pueden verse el capítulo VI, el X, XIV, XVI y XVII.

DE CORDEMOY.—*Travaux maritimes et construction des ports.*—Paris (Bernard), 1888.

ROMERO Y WALS.—*Proyecto de las obras necesarias para la mejora y abrigo del puerto de Ceuta.*—Madrid (*Memorial de Ingenieros*), 1864.

SIERRA Y ORANTES.—*Proyecto de ensanche del segundo dique de carenas del arsenal de la Carraca.*—Madrid (*Memorial de Ingenieros*), 1865.

WERBB.—*Rompe-olas y muelles de hierro.*—Madrid (*Memorial de Ingenieros)*, 1871.

ROLDÁN.—*Noticia sobre el dique de la Campana que se construye en el Ferrol.*—Madrid *(Memorial de Ingenieros)*, 1878.

APARICI.—*Proyecto de mejora del puerto de Chafarinas, en la costa de Africa.*—Madrid *(Memorial de Ingenieros)*, 1880.

GIMENO.—*Obras del puerto de Bilbao.*—Madrid (*Memorial de Ingenieros*), 1892.

OLAÑETA (D. José).—*Guerra de los Estados Unidos: Estudios sobre Artillería, Fortificación y Marina militar.*—Madrid *(Memorial de Ingenieros)*, 1868 y

SCHELIHA (trad. de *De la Chauvinière*).—*De la défense des côtes.*—Paris, 1867.

TIXON.—*La difesa delle coste.*—Roma (Voghera), 1878.

FR. D'E. (capitaine d'Artillerie).—*De l'armement des côtes en France.*—Paris (Baudoin), 1887.

FABRE.—*Étude sur le rôle et l'organisation des batteries de côte.*—Paris (Berger-Levrault), 1887.

BERMÚDEZ REINA (D. Teodoro).—*Consideraciones sobre defensa de las costas.*—Madrid (Imprenta del Cuerpo de Artillería), 1895.

LEITHNER.—*Die Küstenbefestigung.*—Wien (R. Waldheim), 1895.

BARABINO.—*Tiri radenti e curvi nella difesa fissa da costa.*—Roma (Voghera), 1881.

KENYON (E. R.), captain of. R. E.—*Notes on land and coast fortification.*—(*Profesional papers of the Corps of Royal Engineer.* Tomo XIX), 1893.

CLARKE (S.), Major of R. E.—*Fortification, its past achievements, recent development and future progress.*—London (Murray), 1890.

LEWIS (J. F.), Major of R. E.—*Tipes of works for coast defence.—(Prof. pap. of. R. E.* Tomo XIII), 1887.

PATIENS (Gastón Moch).—*La défense nationale et la défense des côtes.*—Paris (Berger-Levrault), 1894.

BERUBÉ.—*Artillerie de côte anglaise. Étude du règlement de manœuvre.*—Paris (Berger-Levrault), 1897.

SARREPONT (seudónimo de Hennebert).—*Les torpilles.*—Paris, 1883.

La torpille Lay.—(Revue militaire de l'Etranger. Tomo XXIII, pág. 44.)

SCHEIDNAGEL (D. Leopoldo).—*Minas hidráulicas defensivas.*—Madrid, 1880.

ALBARRÁN (D. Ramón).—*El material de torpedos.*—Madrid, 1879. Esta obra no se puso á la venta y los oficiales del ejército y de la armada á quienes se entregaba, firmaban el compromiso de no comunicarla.

FIN.

ÍNDICE.

Págs.

ADVERTENCIA PRELIMINAR. 5

MARINA DE GUERRA.

I.—NOCIONES ACERCA DE LA MARINA DE GUERRA ANTES DE LA ADOPCIÓN DE LOS BUQUES ACORAZADOS.=Necesidad de conocer la marina antigua.—Breve indicación de la *teoría del buque*.—Condiciones de equilibrio y estabilidad de un cuerpo flotante.—Centro de carena.—Par de estabilidad.—Metacentro.—Curvas de estabilidad.—Gobierno del buque, timón.—Marcha á la vela.—Propulsión por el remo.—Anclaje.—Sistema de construcción de los buques de madera.—Plano de flotación.—Curva de flotación.—Obras viva y muerta.—Eslora, manga y puntal, calado.—Proa y popa, babor y estribor, amuras y aletas.—Desplazamiento.—Quilla, cuadernas, roda, codaste.—Cuaderna maestra.—Tracas, calafateo.—Baos, trancanil, durmiente, puntales.—Cubiertas ó puentes.—Bodega, sollado, falso sollado, batería, cubierta.—Alojamiento de la tripulación.—Arboladura.—Palos mayor, trinquete y mesana, bauprés.—Vergas, cofas.—Palo macho, masteleros de gavias, juanetes y sobrejuanetes, tope.—Foques.—Clasificación de los buques por la arboladura: navío de línea, fragata, corbeta, bergantín, goleta, bergantín-goleta.=Marina de la antigüedad.—Galera.—Pentacóntera pelásgica.—Trirreme.—Organización y armamento de la galera.—Epoca de apogeo de la marina de vela.—Aspecto general de los combates navales: cañoneo, abordaje.—Aplicación del vapor á la navegación.—Propulsión por ruedas de paletas.—Por la hélice.—Fragatas de hélice.—Artillería Paixhans.—Sus efectos contra los buques.—Combate de Sinope; cañoneo en Sebastopol. 7

II.—BREVE RESEÑA HISTÓRICA DE LA MARINA ACORAZADA.=Cañoneras acorazadas de Napoleón III, llamadas de Kinburn.—Dupuy de Lôme, la *Gloire*, su disposición.—El *Warrior*, diferencias entre ambos buques.—Modificaciones posteriores, *Solferino*, *Bellerophon*.—Guerra de los Estados Unidos, combates de Hampton-Roads, *Merrimac* y *Monitor*.—Consecuencias que se dedujeron.—Descripción del tipo general de los monitores.—Batalla naval de Lissa.—Buques italianos y austriacos, formaciones que adoptaron.—Efectos del espolón.—Necesidad del fuego en dirección de la quilla.—Tipos nuevos que realizaban la satisfacción de esta necesidad.—**Buques de reducto:** *Hércules*.—**Buques de torres fijas á barbeta:** *Marengo*.—**Buques de torres giratorias:** *Monarch*, *Captain*.—Aumento de calibre de la artillería y de espesor de las corazas.—*Devastation*.

Págs.

—Desacorazamiento parcial.—*Inflexible*, *Duilio* y *Dandolo*.—Nuevos tipos.—*Italia* con reducto á barbeta.—Nuevos buques de torres á barbeta.—*Amiral Duperré*.—*Marceau*.—Distribución de la artillería.—Tipo inglés *Admiral*.—Nuevos buques de torres giratorias.—Buques de la *Naval Defense Act*.—Nuevos buques ingleses *Magnificent*, *Canopus*. 23

III.—Elementos que constituyen los buques de guerra modernos.=**1.° Organización del casco.**—Construcción de hierro, de acero.—Ventajas que presenta la construcción metálica.—Construcción transversal, disposiciones varias de las planchas del forro.—Sistema longitudinal: vagras y esloras.—Compartimientos estancos.—*Bracket-system*.—Forro de cobre.—Construcción *composite* ó mixta.=**2.° Propulsión y gobierno.**—Máquinas de vapor de la marina.—Hélice.—Radio, paso, fracción de paso parcial y total.—Avance, coeficiente de retroceso.—Calderas.—Calderas tubulares.—Chimeneas, tiro natural y tiro forzado.—Velocidad, *nudos*.—Timón ordinario y compensado.—Maniobra.=**3.° Aire, agua y electricidad á bordo.**—Ventilación.—Mangas, ventiladores.—Servicio de agua.—Bombas, pulsómetros.—Maniobra hidráulica.—Alumbrado eléctrico.—Maniobra eléctrica.=**4.° Espolón y torpedo.**—Espolón, su efecto.—Su colocación.—Torpedo.—Torpedos defensivos.—Torpedos divergentes.—Torpedos de botalón.—Torpedos automóviles.—Sistemas Whithead, Schwarzkopf, Berdan, Howell.—Condiciones que debe realizar un buen torpedo.—Lanzamiento, tubos por encima del agua, tubos submarinos.=**5.° Instalación de la artillería á bordo.**—Calibre y peso de los cañones perforantes.—Piezas de calibre medio.—Cañones de tiro rápido.—Altura de las piezas sobre el agua.—Torres giratorias cerradas y torres á barbeta para la artillería perforante.—Comparación entre unas y otras.—Instalación de la artillería de calibre medio.—Cañones de tiro rápido.—Palos militares, cofas.—Pañoles de municiones.=**6.° Protección del buque.**—Protección del casco y de la artillería.—*Corazas*.—Hierro forjado.—Acero dulce Schneider.—Metal compound.—Acero níquel.—Planchas Harvey.—Corazas Carnegie.—Corazas Krupp.—*Protección de la flotación*.—Faja acorazada de flotación.—Puente blindado.—Buques acorazados ó protegidos.—Puente blindado y coraza vertical de poco espesor.—Diferencias esenciales que existen entre la protección del *Royal Sovereing* y la del *Magnificent*.—Importancia que tiene la variación.—Disposición que se da á la coraza vertical.—Pernos de sujeción.—Organización del puente horizontal blindado.—Cofferdam.—Callejón de combate.—*Protección de la artillería*.—Torres acorazadas.—Caparazones y manteletes.—Blockhaus del comandante.—*Protección contra el espolón y el torpedo*.—Redes Bullivan. 47

IV.—Diversas clases de buques de guerra.=Objetos que puede proponerse una nación con su marina militar.—Clasificación de los buques.=**1.° Buques de combate.**—Acorazados de escuadra.—Tipo

Págs.

general á que tienden los actuales.—Velocidad.—Radio de acción.—Fórmula empírica de Bertin.—Aumento progresivo del desplazamiento; sus causas.—Facultad evolutiva.—Estudio particular de un buque de combate considerado como ejemplo: *Indiana*.—Acorazados de estación.—Cruceros acorazados.—*Shannon*.—*Imperieuse*.—*Orlando*.—*Cressy* y *Drake*.—Caracteres de estos tipos sucesivos.—*Dupuy de Lôme*.—La *flota homogénea*, según el almirante Fournier.—Guardacostas.—Sus caracteres.—Monitores.—Cañoneras acorazadas.—Cañoneras Armstrong de la China.—Baterías flotantes.—Popovkas rusas.=**2.° Cruceros.**—Sus condiciones.—Cruceros protegidos.—*Esmeralda*, *Edgar*.—*Columbia*.—*Powerful*.—Cruceros sin protección.—Avisos.—Cañoneros.—Aviso-torpedero y cañonero-torpedero.—Vapores correos empleados como cruceros.—Lanchas cañoneras.—Bombardas.—La *Jeune Ecole* y el *aviso-mortier*.—Combate entre el *Vesta* y el *Athar-Shevket*.=**3.° Torpederos.**—Su orígen.—Torpederos de botalón.—El almirante Aube y Gabriel Charmes.—Torpederos exploradores, de costa y de alta mar.—Progresos del torpedero desde el de Thornycroft en 1874.—*Destroyers*.—Su orígen.—Sus caracteres distintivos.=Cita de las obras que pueden consultarse para formar listas de los buques de guerra de las varias naciones.. 83

GUERRA MARÍTIMA.

V.—Operaciones en el mar.—Armada, escuadra, división.—Fuerzas ligeras, sutiles, irregulares, convoy.—Movilización de las fuerzas navales.—Escuadras permanentes.=*Táctica naval*.—Ordenes.—Elementos de las formaciones.—Buque regulador.—Matalotes.—Marcación.—Línea de fila.—Línea de frente.—Línea de marcación.—Angulos de caza y retirada.—Ordenes especiales.—Grupo ó pelotón.—Cuadrado naval.—Ordenes compuestos.—Evoluciones.=*Combates navales*.—Acorazado con acorazado.—Artillería, espolón.—Posición de máximo peligro.—Crucero con acorazado.—Dos buques sin coraza.—Importancia del alcance de la artillería.—Ataque de los torpederos.—Combate entre dos escuadras.—Breve descripción del combate del Yalú entre las escuadras china y japonesa (17 de septiembre de 1894).=*Corso*.—Su papel en las guerras anteriores al siglo XIX.—En la guerra de Secesión.—El *Alabama*.—En las guerras futuras.. . . . 109

VI.—Expediciones marítimas contra las costas.=Determinación de la cifra del ejército que puede llevar una expedición marítima.—Expedición inglesa de la isla de Walcheren.—Preparativos de Napoleón I contra Inglaterra en 1805.—Expedición de Argel.—Opinión del comandante Degouy.—Operaciones secundarias.—Papel que corresponde al ejército durante el transporte.—Papel de la marina.—Preparativos.—Distribución é instalación de las tropas, ganado y material en los buques de transporte.—Cálculo del número de bu-

Págs.

ques.—Embarque.—Protección del convoy, formación del convoy y de la escuadra, propuesta por Degouy.—Desembarco; material necesario.—Condiciones con que debe cumplir la playa elegida para el desembarco.—Ejecución del desembarco.—Organización de la base de operaciones en la costa.—Reembarque de un ejército derrotado. —Desembarcos en pequeña escala.—Objeto que pueden tener.— Ataque de un punto de la costa. 134

VII.—ATAQUE DE UNA POSICIÓN FORTIFICADA EN LA COSTA.=*Sorpresa de un arsenal.*—Importancia de la operación.—Disposiciones propuestas por el comandante Degouy.—Observaciones que sugieren.=*Paso á viva fuerza de un canal.*—Importancia de las obstrucciones.—Formación más conveniente.—Disposiciones que se adoptarán.—Forzamiento de la bahía de Mobila (5 agosto 1864).—Observaciones.=*Combate entre buques y baterías de costa.*—Un buque contra una batería. —Casos que pueden ocurrir.—Ataques lejano y próximo.—Ataque de varias baterías por una escuadra.—Ejemplos.=*Bombardeo marítimo.*—Característica.—Resultados probables.—Intensidad del fuego; consumo de municiones.—Situación precaria de la escuadra.— Distancias á que se puede emprender esta operación.—Ejemplo.= *Bloqueo marítimo.*—Condiciones que debe reunir.—Necesidad de un punto de apoyo.—Su organización.=*Sitio de una plaza fuerte marítima.*—Condiciones que se presentan en el ataque por el frente marítimo.—Ataque por tierra.—Cooperación de la escuadra.—Transporte del tren de sitio.—Su refuerzo con piezas de marina.—Bloqueo.—Combate de artillería; ocasiones en que cooperarán los buques.—Ejemplo: ataque de Puerto Arthur. 149

DEFENSA DE LAS COSTAS.

VIII.—SISTEMA DEFENSIVO DE LAS COSTAS.=Antigua diseminación de los elementos defensivos.—Defensa de las costas del Mediterráneo contra los piratas berberiscos.—Baterías.—Torres Martello.—Importancia actual de una buena red de vías férreas y telegráficas.—Semáforos. —Escuadrilla de vigilancia.—Escuadra defensora.—Su base de operaciones; necesidad de fortificarla.—Fortificación de los arsenales. —Doble frente.—Desembocadura de los grandes ríos navegables.— Puertos comerciales de primera importancia.—Puntos eminentemente favorables á un desembarco.—Defensa de una isla. 167

IX.—ORGANIZACIÓN TÁCTICA DE LAS PLAZAS MARÍTIMAS.=Rada foránea ó cerrada.—Puerto.—Puertos interiores, exteriores, cerrado, abierto, de marea, de barra; de pesca, comercio, refugio, guerra.—Antepuerto.—Dársenas de flotación.—Diferencia entre los puertos del Mediterráneo y los del Atlántico.—Esclusas.—Barcelona y Ostende.—Espigones, diques, rompeolas, escolleras.—Régimen de una costa.—Condiciones de los puertos.—Escolleras de piedra perdida. —Bloques de hormigón.—Muelles.—Astilleros.—Diques de carena.

Págs.

—Dique flotante.=Plazas de simple y doble frente.—Condiciones que deben reunir los puertos militares.—Bahías de mucho seno y entrada estrecha; cómo se defenderán.—Posición de Portsmouth, sus condiciones.=Casos concretos á que se reduce el problema de la defensa marítima.—*Paso estrecho.*—Diseminación ó concentración de las baterías.—Caso en que hay recodo.—Entrada de corta longitud.—Caso en que la boca es ancha.—*Rada foránea.*—Imposibilidad de contar con el efecto perforante de los cañones gruesos.—Reparto de las baterías.—*Puerto comercial* exterior ó en costa abierta.—Condiciones en que se presenta el problema.—Baterías de fuegos curvos.—Caracteres de esta solución. 173

X.—ELEMENTOS QUE CONSTITUYEN LA DEFENSA DE LAS COSTAS.=**1.° Artillería de costa.**—*A)* Piezas perforantes.—Calibres perforantes por los años 1878 ó 1880.—Reducción posterior de los calibres.—Conveniencia de que no hubiese más que un solo calibre perforante.—Uso que debe hacerse de estas piezas.—*B)* Piezas de calibre medio.—Perforantes de segundo orden.—Carga rápida.—Su empleo.—*C)* Cañones de tiro rápido de 5 á 9 centímetros.—Uso que se hará de ellos.—*D)* Piezas de tiro curvo.—Razones que hacen este fuego temible para los buques.—Calibres, efectos.—Su empleo.=**2.° Baterías de costa al descubierto.**—Casos en que su aplicación es ventajosa.—Montajes de marco giratorio.—Instalación, explanada de hormigón.—Parapeto, material, espesor, taludes.—Repuestos.—Traveses en diagonal.—Traveses rectangulares.—Piezas en montaje de eclipse.—Organización de las baterías para ellas.—Instalación de los cañones de tiro rápido.—Baterías descubiertas con escudo acorazado.—Baterías de fuegos curvos.=**3.° Baterías de costa acasamatadas.**—Proyectos de Montalembert.—Casamatas de sillería.—Sus defectos, casos en que pueden aún utilizarse.—Su organización.—Casamata Bernáldez, hormigón de plomo.—Casamatas inglesas de sillería con escudo de frente.—Casamatas inglesas completamente acorazadas.—Casamata de fundición endurecida de Gruson.—Su descripción.—**4.° Cúpulas giratorias de costa.**—Dudas entre la prioridad de Coles y Erickson.—Cúpulas del tipo Coles con coraza vertical de hierro forjado.—Descripción de la cúpula Gruson de fundición endurecida para dos cañones de costa de 30,5 centímetros *L*/35 *C*/86.—Observación sobre el empleo de la fundición endurecida contra ataques marítimos y terrestres.=**5.° Baterías de costa y fuertes marítimos.**—Necesidades complementarias de una batería de costa.—Repuestos de municiones.—Locales de construcción ligera, almacenes, alojamientos.—Observatorios.—Organización de la gola de una batería de costa.—Fuertes de costa.—Observación sobre las obras mixtas de defensa marítima y terrestre.—Fuertes marítimos.—Idea de la disposición general de los de Portsmouth.—Empleo de las cúpulas, aconsejado por el general Todleben.—Fuerte marítimo proyectado por el general Brialmont.—Baterías flotantes propuestas para substituir á los fuertes marítí-

Págs.

mos.—Consecuencias á que se llegó por el examen de esta cuestión en Inglaterra.=**6.° Obstrucciones pasivas.**—Importancia que tiene el barrear los pasos y canales.—Su valor defensivo.—Clasificación.—Obstrucciones fijas; buques echados á pique.—Estacadas. —*Sawyers* de los confederados.—Barreras flotantes.—Disposición del almirante Buchanan.—**7.° Torpedos y minas submarinas.** —Efecto de la voladura de un hornillo submarino contra un buque. —Partes de que consta un torpedo.—Envuelta.—Carga.—Espoleta. Torpedos de fondo y flotantes.—Radio de acción.—Breve idea de los aparatos de observación é inflamación eléctrica.—Ligera indicación de las propiedades del torpedo automático Bustamante.—Inconvenientes que presentan los torpedos fijos.—Empleo de los torpedos automóviles.—Baterías de lanzar torpedos establecidas en tierra.— Cañones neumáticos. 190

BIBLIOGRAFÍA.

Marina de guerra.—Guerra marítima.—Defensa de las costas. . . . 223

LABORATORIO DEL MATERIAL DE INGENIEROS

NOTICIA HISTÓRICA Y DESCRIPTIVA

DEL

LABORATORIO DEL MATERIAL

DE INGENIEROS

POR

D. JOSÉ MARVÁ Y MAYER

Coronel de Ingenieros



MADRID

IMPRENTA DEL MEMORIAL DE INGENIEROS

—

1899

NOTICIA HISTÓRICA Y DESCRIPTIVA

DEL

LABORATORIO DEL MATERIAL DE INGENIEROS

Desde Galileo, á quien se deben las primeras investigaciones científicas sobre resistencia de materiales, estos estudios han cobrado enorme desarrollo, merced á los notables trabajos de Rondelet, Coulomb, Vicat, Navier, Wertheim, Morin, etc., y más recientemente á los de Kirkaldy, Cornut, Barba, Wöhler, Tresca, Unwin, Bauschinger, Durand-Claye, Candlot, Tetmajer, Le Chatelier y otros doctísimos profesores. Este movimiento en el estudio de las cualidades físico-químicas y mecánicas de los materiales ha realizado dos objetos: la determinación de los caracteres específicos de aquéllos (datos preciosos y fundamentales de la doctrina científica), y el desenvolvimiento perfectible de las industrias productoras de materiales que, por derivación natural, han venido á crear otras nuevas.

Tan interesantes fines, realizados por los laboratorios de pruebas de materiales, han convertido estos establecimientos en verdaderos centros impulsivos del progreso industrial, adquiriendo así un carácter tan manifiesto de necesidad, que todas las naciones cultas se han apresurado á crear y favorecer la instalación de esta clase de establecimientos.

Francia sostiene los laboratorios de ingenieros de Caminos, del Conservatorio de Artes y Oficios y otros en París, además de los que las Compañías de ferrocarriles de París-Lyon-Mediterráneo, del

Oeste, etc., tienen en dicha capital; los de ingenieros civiles é ingenieros militares en Boulogne y otros puertos de mar. Existen también los laboratorios que costean las grandes empresas metalúrgicas y, finalmente, no pequeño número de laboratorios particulares, donde los ensayos se verifican mediante módica retribución.

Inglaterra cuenta con los laboratorios de Londres, Birmingham, Brístol, Manchester, y los de las Universidades de Sidney y Melbourne, en Australia.

Alemania es por excelencia el país de los laboratorios: los hay en gran número consagrados al ensayo de materiales, mereciendo especial mención los de Charlottenburgo (Berlín), Munich, Chemnitz, Stuttgart, Dresde y Brunswick; son numerosos los laboratorios particulares abiertos al público.

El Gobierno federal suizo sostiene el famoso laboratorio de Zurich; Austria, los de Viena, Praga y Budapest; Bélgica, el de Malinas; Rusia, los de San Petersburgo, Moscou, Riga y Elsingfors; Suecia, el de Stockolmo; Italia, los de Roma, Turín, etc. Portugal tiene también un laboratorio oficial. Finalmente, la necesidad de impulsar este movimiento, y la no menor de unificar y mejorar los métodos de ensayo, ha hecho surgir una Asociación internacional para el estudio y ensayo de los materiales de construcción, de la que forman parte ingenieros y fabricantes de todos los países. Esta Asociación se constituye en Congreso cada dos años, habiéndose celebrado ya los de Berlín, Munich, Viena, Zurich, Stockolmo, etc.

España, fuerza es consignarlo, ha vivido ajena á esas vigorosas pulsaciones de la vida industrial, mas no sin que, en silencio, se hayan realizado plausibles tentativas dignas de mayor resonancia.

Al Cuerpo de Ingenieros del Ejército corresponden los honores de la prioridad en la empresa de establecer en España laboratorios de ensayo de materiales. En 1881, la Academia del Cuerpo disponía de una máquina Thomasset de 25 toneladas de fuerza, con la que se han hecho pruebas de hierros y aceros de producción nacional, así como de algunas maderas y piedras de la Península.

El éxito alcanzado en esta primera tentativa dió margen á que por el Ministerio de la Guerra se dictara la Real orden de 14 de Junio de 1885, disponiendo la creación de un laboratorio técnico de ensayos y análisis de materiales. El proyecto no llegó á realizarse por la carencia de un solar á propósito para erigir el edificio.

Posteriormente, con motivo de la construcción del Hospital Mi-

litar de Carabanchel, el director de estas obras organizó otro pequeño laboratorio de ensayos, cuyas máquinas forman parte del actual. En aquél llevó á cabo dicho jefe numerosas experiencias, especialmente con cementos y productos hidráulicos.

Por último, siendo Ministro de la Guerra el ilustre Teniente General D. Marcelo de Azcárraga, á quien no se ocultaban los valiosos servicios que esta clase de establecimientos puede prestar al país en general y al ramo de Guerra en particular, organizó, por Real orden de 22 de Abril del año 1897 (publicada en el núm. 89 del *Diario Oficial del Ministerio de la Guerra*), el actual LABORATORIO DEL MATERIAL DE INGENIEROS. A la creación de este centro ha contribuído poderosamente el General Jefe de la Sección de Ingenieros D. José de Luna, cuya inteligente intervención ha servido de potente auxilio para allanar las dificultades anejas á empresas de esta especie.

Objeto del Laboratorio.

Aunque está bosquejado en las líneas anteriores la misión de esta clase de establecimientos, no huelga explicar la que se ha conferido, oficialmente, al Laboratorio de Ingenieros del ejército, y con este objeto copiamos á continuación la Real orden de su organización:

«5.ª SECCIÓN. — *Circular.* — Excmo. Sr.: Asignadas por Real orden-circular de 31 de Marzo último (*Diario Oficial*, núm. 72), 200.000 pesetas para la instalación del Laboratorio del Material de Ingenieros, y siendo necesario dar algunas instrucciones que determinen el servicio que esta dependencia ha de desempeñar y las relaciones que deba tener con las demás del Cuerpo de Ingenieros, por no ser ya aplicable lo dispuesto en la Real orden de su creación, fecha 14 de Junio de 1885, una vez que ya no existe la Junta especial del Cuerpo de Ingenieros, y desde entonces ha sufrido radicales transformaciones la organización de las distintas dependencias de este Ministerio, el Rey (Q. D. G.), y en su nombre la Reina Regente del Reino, teniendo además en cuenta la importancia del cometido del Laboratorio del Material de Ingenieros, se ha servido disponer que constituya una comandancia exenta de Ingenieros,

dependiente tan sólo de este Ministerio, que tenga á su cargo los asuntos siguientes:

»1.° Determinar las constantes específicas y características de los materiales que se empleen ó puedan emplearse en las obras y servicios á cargo del Material de Ingenieros, utilizando para ello no sólo las máquinas y herramientas de su gabinete de ensayos, sino también los datos de carácter práctico que las dependencias del referido Cuerpo le suministren sobre este asunto.

»2.° Coleccionar cuantos datos de índole técnica y económica pueda ser conveniente conocer respecto á los materiales de construcción aplicables á obras de carácter militar, á cuyo fin los Comandantes de Ingenieros remitirán muestras de aquellos que puedan obtenerse en sus respectivas demarcaciones y que por sus buenas condiciones pudiera ser conveniente que fueran conocidos en las demás dependencias del Cuerpo, á las cuales proporcionará también los datos que pidan respecto á determinados materiales de construcción. Para facilitar este servicio, podrán comunicarse directamente entre sí el Director del Laboratorio y los Jefes de las demás dependencias del Cuerpo de Ingenieros.

»3.° Estudiar la formación de las unidades de obra compuestas, y dar á conocer aquellas que juzgue de mejores resultados en la práctica.

»4.° Emitir cuantos informes se le pidan por este Ministerio, respecto á las propiedades y aplicaciones de toda clase de máquinas, herramientas y materiales utilizables en las obras y servicios á cargo del material de Ingenieros.

»5.° Adquirir las herramientas y utensilios que, no habiendo de ser fabricados en los talleres del Establecimiento Central de Ingenieros, deban sujetarse á un modelo determinado, aprobado como reglamentario y único para los parques ó tropas de dicho Cuerpo.

»6.° Llevar á cabo las experiencias necesarias para comprobar si la calidad de los materiales es la marcada en los pliegos de condiciones aprobados para su adquisición, cuando para ello sean remitidos por alguna dependencia del Cuerpo en la que no se disponga de los elementos necesarios para la comprobación de sus propiedades.

»7.° Construcción de cebos y mechas necesarios á las tropas de Zapadores-Minadores, y de cohetes y petardos para señales en las vías férreas, y ensayo de materiales de esta clase que se obtengan de la industria particular.

»8.° Estudiar los explosivos desde el punto de vista de su aplicación y empleo por las tropas de Ingenieros, para determinar sus características y las cargas que deban emplearse para producir efectos determinados en campaña.

»9.° Llevar á cabo en el polígono de Carabanchel y en combinación, cuando sea posible, con la Escuela Central de Tiro, el estudio del efecto de los explosivos sobre blindajes y mamposterías, para determinar la disposición que sea más conveniente darles en las obras de fortificación.

»De Real orden lo digo á V. E. para su conocimiento y demás efectos. Dios guarde á V. E. muchos años. — Madrid 22 de Abril de 1897.—AZCÁRRAGA.»

Importancia de los servicios que ha de prestar el Laboratorio.

La importancia de los servicios que ha de prestar el Laboratorio se deduce inmediatamente de su objeto, consignado en la precedente Real orden de organización. Pero no está demás insistir sobre este punto, aun á riesgo de ofender la ilustración de nuestros lectores.

Los pliegos de condiciones facultativas para la recepción de materiales, ó son fórmula irrisoria, formalidad innecesaria que en obsequio al sentido común hay que desterrar, ó constituyen una defensa contra las adulteraciones y el comercio de mala fe y una garantía segura de solidez de las construcciones y fundado motivo de economía para el Estado, en cuyo caso, para hacerlos efectivos, no hay otro medio que el de disponer de elementos de comprobación de las cualidades exigidas á los materiales.

Verificación de los pliegos de condiciones facultativas.

No creemos que haya ingeniero alguno que sostenga la primera afirmación. El pliego de condiciones facultativas no es simple fórmula de nuestro Reglamento de obras, sino necesidad reconocida por todos los ingenieros del Estado, por las corporaciones, sociedades industriales y hasta por los particulares, en España y en el Extranjero. Y esta necesidad común á las obras públicas civiles y á las particulares, sube de punto cuando se trata de obras y material militares, por las funestas consecuencias, en la paz y en la guerra, que

puede tener la adopción de malos materiales, ya en las obras de defensa, ya en el material de las tropas, ya en la construcción de edificios militares de todas clases.

Los defectos de fabricación y preparación de materiales son, por desgracia, más frecuentes de lo que fuera de desear, y las adulteraciones no son escasas. No es raro ver en el comercio hierros llenos de escoria; aceros mal soldados ó con sopladuras, cementos mal cocidos ó adulterados con cenizas, escorias y sulfato cálcico, ó conteniendo otras sustancias nocivas, piedras heladizas, etc., etc.

No solamente es el pliego de condiciones documento ineludible de todo proyecto, sino que en su redacción, estudiada cuidadosamente, se consignan numerosas cláusulas relativas á la confección y preparación de los materiales, y á las cualidades físicas, químicas y mecánicas que han de poseer. Véase el estudio dedicado á tan interesante objeto por las eminencias de la ingeniería, por la Asociación internacional de ensayo de materiales en sus congresos, por los ingenieros de las Compañías ferroviarias y de otras sociedades industriales, y por los ingenieros que el Estado tiene á su servicio en los diversos Ministerios.

Cierto es que en algunos pliegos de condiciones predomina un laconismo lamentable. No olvidaremos nunca un pliego particular en el que á la recepción de *cementos* se dedicaba tan sólo el siguiente artículo: «*Los cementos serán de buena calidad.*» Pero excepciones tan singulares no hacen regla. Resulta, por tanto, que, para la comprobación de las características exigidas á los materiales en los buenos pliegos de condiciones, son necesarios muchos elementos que solamente pueden existir en los laboratorios; porque los ingenieros á quienes se encomienda una obra ó un servicio, ni disponen de tiempo y recursos en máquinas y aparatos para hacer los ensayos, ni sería posible proveer á todos de tan costosos medios de experimentación.

Estudio de los materiales nacionales.

En todos los pueblos cultos ha tenido gran desenvolvimiento en estos últimos años el estudio de los materiales de construcción.

Poco, por no decir nada, se ha hecho en España, hasta ahora, en este terreno. El estudio de los materiales de construcción nacionales está por hacer, y, sin embargo, bien interesante es para la ingeniería é industria españolas.

Véanse los libros de construcción, y se observará que las tablas

de constantes específicas solamente se refieren, con raras excepciones, á materiales extranjeros.

¿No es ya hora de que conozcamos las cualidades de los nuestros, y sepamos aplicar, de modo racional, los coeficientes de trabajo y de seguridad que, sin aquellos datos, merecen el dictado de *coeficientes de ignorancia* que les dió un ingeniero americano?

Ahora bien; el estudio metódico y completo de los materiales solamente puede hacerse en un laboratorio que disponga de todos los recursos y medios de análisis y ensayo.

Ventajas que reporta el Laboratorio á la industria nacional.

La industria honrada de los materiales de construcción ha de encontrar en el Laboratorio de Ingenieros militares el modo de que sus productos sean apreciados y distinguidos de los que adulteran los industriales de mala fe. El Laboratorio hace toda clase de ensayos en los materiales que los particulares envían con este objeto, y puede facilitar á los fabricantes consejos y noticias útiles deducidos de los ensayos y análisis, que aquéllos pueden aplicar al afino y mejora de los materiales en beneficio de la producción y del consumo.

Las facilidades que concede el Laboratorio á los industriales y particulares para la remisión de los productos que han de someterse á prueba, son grandes y están consignadas en un reglamento especial.

El Laboratorio como instrumento de investigación y de estudio.

Los laboratorios constituyen arma poderosa de investigación á favor de la cual pueden realizarse adelantos en las ciencias y en sus aplicaciones. Para estos fines, y para el estudio de las diversas aplicaciones de la ingeniería, el Laboratorio está á disposición de los oficiales del Cuerpo, dentro de los recursos con que cuenta; y puede ser una escuela para los jóvenes oficiales en la que consoliden, con la práctica, los conocimientos que adquieren en nuestra Academia de Guadalajara.

Experiencias con explosivos. Cebos, mechas. Explosores.

La misión encomendada al Laboratorio, referente á la prueba y experiencias de explosivos, á la confección de cebos y mechas, y al reconocimiento de explosivos, es una de las más interesantes.

Dotando á este Centro de todos los aparatos que permiten determinar las características de los explosivos, podrán hacerse estudios serios comparativos entre los hoy conocidos, determinar los más convenientes para los diversos empleos que de ellos hacen las tropas de zapadores-minadores, tanto en campaña como en plazas, y reconocer y ensayar los que suministren, ya las fábricas del Estado, ya la industria nacional ó extranjera.

Los cebos empleados por nuestros zapadores para la detonación

de los explosivos que en campaña emplean en las minas militares, son de fabricación extranjera, y para adquirirlos han de encargarse con bastante anticipación á la fecha de su empleo. Es imposible seguir siendo tributarios de la industria extranjera en punto tan interesante, y lo mismo puede decirse de todas las otras materias pirotécnicas que son de uso corriente en las minas.

Rendimiento útil del Laboratorio.

El Laboratorio no es establecimiento industrial, y, pòr tanto, la utilidad que reporta al Estado no hay que medirla por el método que se aplica á una oficina fabril. El rendimiento del Laboratorio, la utilidad que el Estado saca de él es indirecta, pero positiva, de gran valor.

Si en obras de defensa, en la construcción de explanadas, locales á prueba, etc., se emplean millares, y aun millones, de metros cúbicos de hormigón, ¿son indiferentes las cualidades del cemento que se emplee en su confección? Un solo ensayo hecho en el Laboratorio, por el cual se evite el empleo de malos cementos, es bastante para justificar la existencia de este centro; y esta afirmación puede hacerse extensiva á otros muchos materiales.

El material que las tropas de Ingenieros llevan á campaña ha de ser de excelente calidad, porque ha de emplearse al frente del enemigo, y en condiciones de tiempo y lugar excepcionales. Júzguese si es de consecuencias el que este material no tenga las características de aptitud que las necesidades de su empleo exigen.

Constrúyanse edificios militares de todas clases con medianos materiales, y la vida útil de estas construcciones será breve, y los gastos de entretenimiento considerables. La sencilla prueba de una teja heladiza evitará muchas veces gastos de importancia.

Carácter de las pruebas que hace el Laboratorio.

Como quiera que se trata de un elemento nuevo de progreso poco conocido en nuestro país, no es de extrañar que se emitan, por algunos, especies equivocadas respecto á los fines y resultados del Laboratorio.

No hay que decir que nos referimos á personas ajenas á la ingeniería militar, indoctas unas y sugestionadas otras por intereses de clase ó particulares, ó por móviles no tan elevados como fuera de desear.

Exponen esas cuantas individualidades el temor de que, sometidos los materiales de construcción á análisis y ensayos repetidos, sean pocos en número los que salgan triunfantes de las pruebas.

En primer lugar, conviene hacer constar que las pruebas á que se someten los materiales ni son tan rudas, ni son caprichosas. Están reglamentadas por eminencias de la ingeniería; han sido, y son, objeto de estudio de la Asociación internacional de ensayo de materiales de construcción, de la que forman parte, no solamente ingenieros distinguidos, sino gran número de fabricantes; y estos últimos se muestran y han mostrado interesadísimos en que la producción de materiales se haga con todas las seguridades, para el servicio público y privado, que el estado de la ciencia permita.

Por otra parte, el Laboratorio no da patentes de bondad, ni de malas cualidades de los materiales que ensaya. El Laboratorio se limita á determinar las características físicas, químicas y mecánicas de los productos que para prueba se le envían, y al ingeniero ó particular queda el deducir consecuencias de los datos que contienen los certificados que expide el Laboratorio y hacer de los materiales ensayados el uso y aplicación que considere más convenientes.

Y no es pequeño servicio el que, de este modo, presta el Laboratorio al constructor y al fabricante de buena fe. ¿Qué más puede, en este terreno, desear un ingeniero que conocer las cualidades específicas de los materiales que ha de emplear, y tener así datos que no puede encontrar en los libros, noticias que le pondrán al

abrigo de fracasos, y sobre las cuales ha de fundamentar, no solamente los cálculos de resistencia, sino hasta el proyecto completo de una obra?

Ocasiones habrá en que tal vez emplee materiales medianos; pero lo hará con conocimiento de causa, los empleará en condiciones convenientes, les hará representar en el conjunto el papel acomodado á sus cualidades específicas y conocerá el precio que les corresponde.

¿No es de conveniencia indiscutible al industrial conocer las constantes específicas de los materiales que fabrica, si de buena fe desea mejorar los productos y dotarlos de las cualidades más sobresalientes?

Cuando los industriales acuden al Laboratorio con este objeto, no como contratistas del Estado, el resultado de los ensayos no se hace público, á no desearlo el interesado.

A los que no conviene de ningún modo la existencia de Laboratorios es á los fabricantes y contratistas de mala fe, que tienen por norte de sus acciones la ganancia que permite enriquecerse en plazo breve, aunque sea contraviniendo á todas las leyes de la moral.

Otros laboratorios creados con posterioridad al de Ingenieros militares.

La feliz iniciativa del General Azcárraga se vió secundada por los Generales Correa (D. Miguel) y Polavieja, los cuales al suceder á aquél en el Ministerio de la Guerra concedieron al nuevo Laboratorio su inteligente y poderosa ayuda. Y prueba la bondad de la idea del General Azcárraga la extensión que de ella se ha hecho y los imitadores que ha tenido. Por Real orden de 26 de Febrero de 1898 se dispuso la creación de un taller de precisión y laboratorio de artillería, y según nuestras noticias se estudia en la actualidad la situación y proyecto del edificio que ha de construirse con ese objeto.

El ejemplo dado por el Ministerio de la Guerra ha repercutido en en el de Fomento, y en 13 de Agosto de 1898, esto es, diez y seis meses más tarde, publicó la *Gaceta* el Real decreto de organización

de un laboratorio de ensayo de materiales de construcción, anejo á la Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (1), dedicándose á este objeto, como primera asignación, la cantidad de 320.000 pesetas.

Extensión dada al Laboratorio.

El desarrollo dado al Laboratorio ¿es excesivo ó se limita al cumplimiento de las necesidades que ha de satisfacer? Fácil es ver que en la organicación del nuevo centro no se ha hecho más que procurar la satisfacción del objeto para que ha sido creado, claramente consignado en el articulado de la Real orden de su fundación.

Y para demostrarlo, examinemos lo que constituye el material de tropas y de obras, y las pruebas que han de verificarse con los diversos elementos de dicho material. Los cuadros siguientes resumen estos extremos, y por ellos podrá determinarse, con fundamento científico, si los recursos con que cuenta el Laboratorio están en relación con lo que exigen las pruebas á que ha de someterse el material de Ingenieros del ejército.

---

(1) En el preámbulo del citado Real decreto se dice:

«No ha permanecido España alejada del movimiento científico en cuanto afecta al estudio de los problemas teóricos de resistencia de materiales; pero prácticamente, y en lo relativo al conocimiento de los productos de su suelo, no se han montado más que algunos laboratorios de carácter especial, en su mayor parte dedicados al estudio exclusivo de algunos cementos, hormigones, hierros y aceros; pero sin las condiciones que requiere un laboratorio general y central, en el que se ensayen productos de todas clases y procedencias, ya sea por la demanda é iniciativa del Estado, ya por el interés particular.»

Grave error padeció el redactor del preámbulo en cuestión al hacer afirmaciones tan gratuitas, sin duda por desconocer lo que, con anticipación, habían hecho el Ministerio de la Guerra y el Cuerpo de Ingenieros militares. Fácil es, aun hoy, comprobarlo.

El Laboratorio de Ingenieros militares, de más antigua creación, tiene las condiciones generales que requiere un laboratorio general y central, y en él se pueden ensayar, no tan sólo materiales de construcción de todas clases y procedencias, sino también los combustibles, materias lubrificantes, tubos y vasos metálicos, material eléctrico, explosivos, mechas, cebos, etc., etc., con arreglo á lo dispuesto en los artículos 1.°, 4.°, 6.°, 7.° y 8.° de la Real orden circular de 22 de Abril de 1897.

1.°—MATERIAL DE LAS TROPAS

TROPAS.	MATERIAL.	PRUEBAS.		
		Físicas.	Químicas.	Mecánicas.
	METALES. **Hierro, acero y fundición.**			
Zapadores-Minadores. Ferrocarriles. Telégrafos. Pontoneros. Aerostación.	Carros de transporte del material y bastes. Muelles ó ballestas. Ejes. Cañoneras. Platillos. Rastras. Argollones y garfios. Cadenas. Traversas. Brancales. Varas de guardia. Herrajes diversos. Herramienta: Zapapicos, palas, hachas y demás herramienta de Zapador-minador. Herramienta de oficios.	Pesos y densidades. Estudio de las fracturas. Resonancia. Metalografía microscópica.	Análisis. Dosificación de carbono y de otros metales y metaloides.	Coeficientes de elasticidad. Pruebas de fractura por tracción, compresión y flexiones simples ó repetidas. — Fractura por esfuerzo cortante. Choques longitudinal y transversal. — Pruebas de dureza y de temple. Pruebas en frio y en caliente, de plegado, curvado, punzonado y mandrilado, embutición, abatimiento, etc., soldabilidad. Pruebas de roblonaduras. Medición de deformaciones elásticas y permanentes.
Ferrocarriles..	Material fijo y móvil de vías, normal y estrecha. Carriles. Bridas. Placas de junta. Pernos, escarpias, etc. Ejes, llantas, ballestas. Aparatos de choque y tracción. Largueros, traviesas y demás piezas de bastidores. Material de puentes desmontables.			
Pontoneros....	Pontones, anclas y zapatas. Cabezas de cumbrera y de viguetas. Cadenas de suspensión de cumbreras.			
Telégrafos.....	Carretillas. Ejes y bastidores de bobinas para alambre y cable. Grapas. Trépanos y machos para hincarlos. Trepadores, etc.	Idem.	Idem.	Idem. Principalmente, tracción, dureza y choque.
Zapadores-Minadores.	Planchas de acero cromado ó especial, para escudos, blindajes y cajas á prueba de bala de fusil, cascos de granada ó balines de Shrapnel.			

TROPAS.	MATERIAL.	PRUEBAS.		
		Físicas.	Químicas.	Mecánicas.
Pontoneros-Zapadores. Minadores. Ferrocarriles. Telégrafos. Aerostación.....	Alambres de hierro, acero y cobre, desnudos y formando cables armados eléctricos. Jarcia de alambre, fiadores, guindalezas, sondalezas, prolongas y toda clase de alambres de tracción.	Pesos y densidades. Estudio de las fracturas. Resonancia. Metalografía microscópica.	Análisis. Dosificación de carbono y de otros metales y metaloides.	Tracción. Flexibilidad. Torsión simple ó combinada con la tracción. Enrollamiento. Dobladura.
	Otros metales. Cobre, aluminio, níquel y sus aleaciones, empleados en aparatos y material de toda clase.		Idem. Pureza. Proporción de metales simples.	Tracción. Compresión. Dureza. Choque.
Zapadores-Minadores. Ferrocariles. Telégrafos. Aerostación.	**Aparatos varios.** Acústicos. Aparatos telegráficos y telefónicos. Galvanómetros. Amperómetros y vóltmetros. Relevadores. Explosores. Pilas. Alambres y cables telegráficos, telefónicos y de minas. Torpedos, cebos.	Conductibilidad eléctrica, esmero de construcción, aislamiento, etc.	Análisis. Pureza y proporción de las substancias que forman los cebos y detonadores.	Idem.
Pontoneros. Ferrocarriles. Zapadores-Minadores. Telégrafos. Aerostación....	**Maderas.** Carros: lanzas, limones, traversas, varas de guardia y piezas de bastidores y cajas. Pinas, rayos y cubos. Escalas. Cumbreras, pies de caballetes, viguetas, tablones, etc. Postes telegráficos.	Color. — Sanidad. — Acción de la sequedad y humedad. Densidad.	Composición química.	Coeficiente de elasticidad. — Fractura por extensión, compresión, flexión y desgarramiento longitudinal.
Idem.	**Correas y cueros.** Material de atalajes para secciones rodadas ó de montaña. Tirantes de tronco, guías y cuartas, cejaderas, cinchas, ataharres, aciones de estribo, etc. Correas, mochileras y mochilas, sacos, portaútiles, etc.	Características físicas. — Flexibilidad. — Colchado. Homogeneidad.		Resistencias á la tracción. Alargamientos.

2.°—OBRAS Y OTROS SERVICIOS

MATERIAL.	PRUEBAS.		
	Físicas.	Químicas.	Mecánicas.
Metales.			
Hierros y aceros en chapas, planos, redondos, cuadrados y secciones de forma variada para entramados, vigas compuestas y armadas, máquinas y aparatos de todas clases. Hierros y aceros moldeados. Cables. Cadenas. Alambres. Cables telegráficos, telefónicos y de minas. Cobre, aluminio, níquel y sus aleaciones. Plomo, zinc y otros metales.	Iguales pruebas que las consignadas á los metales en el cuadro núm. 1, relativo al material de tropas.		
Tubos de conducción de agua, gases y vapores.	Impermeabilidad.	Composición química.	Pruebas por presión hidráulica, flexión y tracción.
Piedras naturales y artificiales.			
Piedras, arcillas cocidas, hormigones. Hormigones y cementos armados.	Densidad. Examen de la textura. Examen micrográfico.	Análisis.	Compresión. Extensión. Flexión. Desgarramiento. Dureza. Desgaste por rozamiento y por choques reiterados.
Materiales de agregación.			
Cales, cementos, puzolanas, yesos, etc.	Densidades aparente y real Examen microscópico. Molido. Homogeneidad. Permeabilidad. Acción del agua y del hielo.	Análisis químico. Fenómenos de fraguado.	Tracción. Compresión. Flexión. Adherencia. Esfuerzo cortante. Punzonamiento.
Arenas.	Densidad. Composición granulométrica. Naturaleza mineralógica.	Análisis químico.	Resistencia comparativa de morteros fabricados con las arenas de prueba y con arenas normales.
Aguas.	Densidad.	Composición química.	

TROPAS.	MATERIAL.	PRUEBAS.		
		Físicas.	Químicas.	Mecánicas.
	Materias textiles.			
Pontoneros. Ferrocarriles. Zapadores. Minadores. Telégrafos. Aerostación.	Cuerdas: Jarcias de cáñamo para puentes reglamentarios y del momento.	Características físicas.		
	Prolongas, cuerdas de trócolas, cabrias, cabrestantes, etc.	—		Resistencias á la tracción. Alargamientos.
	Cuerdas de carros, atalajes, etc.	Flexibilidad.		
	Telas: Toldos de carro, tiendas de campaña, sacos terreros, cubos, cinchas, cubrecargas, cinturones de seguridad para telegrafistas.	— Colchado, homogeneidad.		

Descripción del Laboratorio.

Se compone de un edificio principal, que consta de plantas de sótanos, baja, principal y segunda; de dos galerías de máquinas, talleres, pabellón destinado á la producción de electricidad para todos los usos del Laboratorio, y otro con destino á los reconocimientos y ensayos del material pirotécnico de las tropas y almacenes.

FÁBRICA DE ELECTRICIDAD.—El pabellón destinado á la producción de electricidad (véase plano general y lámina núm. 3) contiene una máquina de gas Otto, de 20 caballos, con sus correspondientes depósitos de agua para la refrigeración del cilindro; dinamo, cuadro de distribución y batería de 60 acumuladores Tudor. El flujo eléctrico aquí obtenido se emplea en mover los electromotores, que á su vez ponen en marcha las máquinas de las galerías y talleres, y sirve también para las necesidades de los gabinetes de electrometría, microfotografía, radiografía y fotometría, y para el alumbrado del edificio.

Sala de máquinas núm. 1. (Véase plano general y lámina número 4.)—Esta sala, cuyas dimensiones son 21 metros de longitud y 10,5 metros de luz, contiene las máquinas de ensayo de metales, piedras y maderas que, por su potencia, han de ser puestas en marcha por medio de motor. Cada máquina está ligada directamente con un electromotor de fuerza adecuada al trabajo que ha de ejecutar aquélla, provisto de sus correspondientes resistencias reguladoras de arranque y de velocidad.

Las principales máquinas instaladas en esta sala son:

Falcot de 100 toneladas, horizontal, movida por electromotor de nueve caballos, con numerosos accesorios que permiten pruebas de extensión, compresión y flexión de probetas y de piezas grandes, metálicas; palastros hasta de 300 milímetros de ancho; cables metálicos redondos y planos; cables de cáñamo, cadenas, etc.

Motor de 50 toneladas, vertical, para ensayo de probetas metálicas por extensión, compresión, flexión y esfuerzo cortante, movida por electromotor de seis caballos.

Amsler Laffon de 200 toneladas, para compresiones de maderas, piedras hormigones y metales, y flexión de carriles y vigas de acero y hierro de todas clases, con electromotor de un caballo.

Falcot de 15 toneladas, para pruebas de muelles de carruaje, provista de electromotor de cuatro caballos.

Mohr para curvado de hierros, movida por electromotor de 2,5 caballos.

Para el servicio de las máquinas hay un puente-grúa de 3.000 kilogramos, y una completa colección de aparatos que permiten medir alargamientos elásticos y de fractura, coeficientes de elasticidad, etc.

Sala de máquinas núm. 2. (Véase plano general y lámina número 5.)—Es de dimensiones iguales á la núm. 1, y en ella están situadas las máquinas de ensayo de metales, maderas, correas y telas, papeles y cementos, que se mueven á mano. Contiene una máquina Ehrhardt, hidráulica, de 100 toneladas; Amsler Laffon, de 30 toneladas y de 5; Falcot, de 15, y Mohr, de 3; martinetes para las pruebas por choque longitudinal y transversal, máquinas y aparatos para pruebas de plegado en frío, de torsión y dobladura de alambres, de flexión de barretas de fundición y de acero ó hierro; de tracción, compresión, flexión y esfuerzo cortante de cementos y morteros; de pruebas de tubos y vasos destinados á contener lí-

quidos, gases ó vapores á grandes presiones; de tracción de correas y tejidos; de tracción, dobladura, etc., de papeles, etc., etc.

Talleres.—Entre las salas números 1 y 2 (véase plano general y lámina núm. 5) están situados los talleres destinados á la preparación de las probetas y á la reparación de máquinas. Disponen los talleres de una fragua provista de fuelle de doble viento, sierra de cinta y máquina universal para el trabajo de la madera; sierra, torno, tijera punzonadora, taladradora, acepilladora, fresadora, y rueda esmeril para el trabajo de metales. Todas las máquinas están movidas por un electromotor provisto de las resistencias reguladoras de arranque y de velocidad.

El edificio principal se encuentra distribuído del modo siguiente:

PLANTA DE SÓTANOS. (Véase la planta de sótanos y las láminas 7 y 8.)

1-9. Preparación de probetas de cementos y otros materiales de agregación. Se dispone de todo el material necesario en moldes, espátulas, balanzas, vasos de todas clases, etc. De martinetes Tetmajer y Böhme para la fabricación de probetas de mortero comprimido.

Aparato para pruebas de permeabilidad de materiales de agregación, de arcillas, etc.

Máquina frigorífica Douanne, al cloruro de metilo, para pruebas de resistencia á las heladas, de piedras, cementos, tejas y otros materiales de arcilla cocida.

2. Cámara húmeda, con 13 pilas de mármol artificial y armario húmedo para la conservación de las probetas en atmósfera saturada de vapor de agua.

3. Pruebas de fraguado, estabilidad de volumen, finura de molido, plasticidad de cementos y otros materiales de agregación, y determinación de densidades específicas y aparentes. Contiene esta sala un aparato ingenioso de Amsler-Laffon para prueba de fraguado, otro de Bauschinger, variedad de estufas, agujas de consistencia y de fraguado, conos alemanes, embudos de tamiz, aparato Tetmajer para determinar la finura de molido de los cementos, aparato Erdmenger, y otros muchos que fuera prolijo enumerar.

Los conos alemanes están movidos por un pequeño electromotor de $\frac{1}{15}$ de caballo.

8. Sierra de piedras, movida por electromotor, y otros accesorios destinados á la preparación de probetas de piedra.

Máquina Dorry, para pruebas de resistencia de las piedras al desgaste por rozamiento.

4. Almacenes.

6. Dormitorio de ordenanzas.

PLANTA BAJA. (Véase el dibujo de la planta baja y las láminas 9, 10, 11, 12, 13 y 14.)

1-2. La sala **1** está destinada á mediciones eléctricas. Contiene colección numerosa de aparatos-tipos, de galvanómetros, electrómetros, electrodinamómetros, wátmetros, amperómetros y vóltmetros, mesa Breguet para medida de resistencias, reostatos de precisión, voltámetros y otros varios aparatos necesarios para las experiencias de electrometría.

Hay, además, colección de explosores de los empleados por las tropas de zapadores y otros varios aparatos destinados á su reconocimiento y al de los cebos.

En la habitación inmediata, en armarios acondicionados al efecto, están las baterías de pilas que proporcionan el flujo eléctrico para las mediciones eléctricas, á más de los cables que conducen el que procede de la gran batería de acumuladores Tudor. Mediante conmutadores dispuestos convenientemente, se puede tomar de estas diversas fuentes de electricidad la cantidad que exijan las operaciones de electrometría.

La sala **2**, destinada á subastas en los casos de adquisición de material de ingenieros encomendada al Laboratorio, se utiliza para museo de materiales, del que forman parte los ejemplares ensayados que presenten alguna particularidad y los modelos del material de tropas.

3. Laboratorio químico propiamente dicho, provisto del material necesario para los análisis que han de realizarse.

4. Sala que contiene las estufas y hornos empleados en los análisis químicos y el alambique para destilación del agua.

Tanto esta sala como la anterior, están abundantemente provistas de agua y gas.

5. *Sala de balanzas.*—Contiene las de gran precisión, otras para pesar papeles y telas, para determinación de pesos específicos de líquidos y de sólidos, una colección de aparatos de precisión para medición de longitudes y espesores, y otra de instrumentos de cálculo.

6. *Material de radiografía y fluoroscopía.*—Entre otras aplica-

ciones se utiliza para el examen y reconocimiento de cables telegráficos. Consta de un potente carrete, con interruptor rotatorio, cuadro de resistencias, excitador, mesas y caballetes construídos para la mayor facilidad en las operaciones radiográficas y fluoroscópicas, y todo el material de entóscopos posómetros, ixómetros, ampollas, pantallas reforzadoras, chasis, etc.

Material de fotometría.—Banco fotométrico y colección de fotómetros diversos, de lámparas Carcel y material correspondiente á esta clase de experiencias. Empléase este material, entre otras cosas, en la determinación de la potencia luminosa de lámparas eléctricas.

En el mismo local existe una máquina neumática de cilindro oscilante, que se utiliza en las variadas experiencias que exigen su concurso.

PLANTA PRINCIPAL.—(Véase el dibujo de la planta principal y las láminas 15 y 16.) Está dedicada esta planta á oficinas y biblioteca.

PLANTA SEGUNDA.—(Véase el dibujo de la planta segunda y las láminas 17 y 18.)

1. Sala de dibujo.
2. Fotografía.
3. Taller de positivas y cámara obscura.
4. Sala de ensayos microfotográficos.

La fotografía es un auxiliar de los demás gabinetes y laboratorios particulares. Se emplea principalmente en la radiografía y en las experiencias de metalografía microscópica. Á este efecto dispone el Laboratorio de buenos microscopios Zeiss y Reichter; de cámara Nachet, y otra Zeiss con aparato de proyección, y de todos los accesorios indispensables que permiten hacer experiencias con luz polarizada y con luz reflejada.

Empléase este material para ensayos microscópicos de papeles, tejidos, y especialmente de hierros, aceros, cobres, bronces y otros metales y aleaciones.

Existe también una colección de aparatos registradores Richard para montar una estación meteorológica.

Pruebas que puede realizar el Laboratorio.

Á continuación enunciamos las principales pruebas que puede hacer el Laboratorio:

I. METALES.—*Hierros y aceros.*—Análisis químico. Determinación del peso específico y del de la unidad de volumen. Pruebas de corrosión y estudio fotomicroscópico.

Tracción. Coeficientes de fractura y módulos de elasticidad. Alargamientos elástico, permanente y de fractura.

Compresión. Coeficientes de fractura. Acortamientos elásticos. Módulos de elasticidad.

Choque. Flexión por choque, plegado, tracción por choque longitudinal.

Plegado y curvado en frío. Punzonado, embutición.

Pruebas de resistencia al esfuerzo cortante.

Fundición de hierro. — Análisis químico. Densidades. Dureza. Pruebas por corrosión y estudio fotomicroscópico. Tracción, compresión, flexión, choque. Coeficientes de fractura, deformaciones elásticas y permanentes y módulos de elasticidad.

Bronces, latones, cobres, y otros metales y aleaciones.— Pruebas físicoquímicas y mecánicas, y pruebas en frío, iguales á las indicadas para los demás metales.

Pruebas con piezas metálicas enteras.—Palastros y barras laminadas de todas formas. Tracción en barras cilíndricas, cuadradas ó tableadas hasta de 4 metros de longitud y 2000 mm.^{2} de sección transversal. Tracción en palastros hasta de 300 milímetros de ancho y 4 metros de longitud. Flexión, punzonado, embutición, curvado y aplastamiento en frío. Plegado, embutición, curvado, taladrado, rebatimiento, soldabilidad, estirado y aplastamiento en caliente.

Vigas laminadas, roblonadas ó fundidas.— Compresiones céntricas ó excéntricas en piezas de longitudes hasta de 3,50 metros. Flexión, con distancia máxima de apoyo de 2 metros.

Roblones.—Esfuerzo cortante. Tracción. Aplastamiento, etc.

Carriles y bridas de unión.— Flexión estática y flexión por choque. Dureza. Pruebas de corrosión.

Muelles de carruaje y en hélice.—Flexión y aplastamiento por carga permanente y carga oscilante.

Ejes.—Flexión.

Cadenas. Cables.—Pruebas de tracción, deformaciones, flexibilidad.

Alambres.—Pruebas de tracción, plegado, enrollamiento, torsión, choque longitudinal. Adherencia, cantidad y calidad de los revestimientos protectores.

Tubos metálicos.—Prueba por presión hidráulica.

Vasos metálicos destinados al transporte y conservación de gases comprimidos.—Impermeabilidad. Prueba de presión interior, resistencia y deformaciones.

II. MATERIALES DE AGREGACIÓN.—*Cales hidráulicas, cemento y otros aglomerantes hidráulicos.*—Análisis químico, densidades, pérdida de peso por calcinación, homogeneidad, alcalinidad, hidraulicidad, extinción, finura de molido, estabilidad de volumen, fraguado, elevación de temperatura en el fraguado. Rendimiento, composición volumétrica, permeabilidad y porosidad de los morteros. Magnesia y cal libres. Resistencia de los morteros á la congelación.

Pruebas mecánicas.—Resistencia á la extensión, compresión, flexión, punzonamiento y esfuerzo cortante de pastas y morteros. Adherencia. Resistencia del cemento formando hormigones.

Cales grasas.—Análisis químico, rendimiento, extinción, peso específico.

Yeso.—Análisis químico, finura de molido, densidad específica, rendimiento, fraguado, estabilidad de volumen. Resistencia á la tracción, compresión y flexión. Adherencia con otros materiales.

Arenas.—Composición granulométrica, densidad específica, peso de la unidad de volumen, naturaleza mineralógica, comparación de resistencias de los morteros de arena normal y de los fabricados con la arena sometida á ensayo.

III. PIEDRAS Y HORMIGONES.—Peso específico y de la unidad de volumen. Poder absorbente. Análisis químico. Resistencia á la congelación.

Fractura por compresión, flexión y esfuerzo cortante.—Acortamientos. Módulos de elasticidad.

Piedras artificiales. Cementos y hormigones armados.—Como para los hormigones ordinarios.

IV. ARCILLAS.—Composición, plasticidad, contracción. Pesos es-

pecífico y aparente. Permeabilidad, porosidad. Proporción de las sales solubles. Resistencia á la congelación.

Ladrillos, tejas y otros materiales de arcilla cocida.— Pruebas físicoquímicas como las anteriores. Pruebas de compresión, flexión y desgaste por rozamiento.

V. PIZARRAS.— Pruebas físicoquímicas y mecánicas. Densidad, porosidad, permeabilidad y resistencia á la congelación. Fractura en seco y en estado de congelación.

VI. ASFALTOS.—Proporción de bitumio. Materias insolubles y volátiles. Piritas. Brea de hulla.

VII. MADERAS.—Densidad específica. Humedad. Peso de la unidad de volumen. Resistencia á la tracción, compresión, flexión y desgarramiento.

VIII. CABLES DE CÁÑAMO Ó DE CUALQUIERA OTRA MATERIA TEXTIL.—Colchado. Peso. Humedad. Cenizas. Fractura por tracción. Alargamiento y flexibilidad.

IX. CORREAS, CUEROS Y TEJIDOS.—Fractura y alargamiento por tracción.

X. PAPEL.—Peso, espesor, proporción de cenizas y análisis cualitativo de ellas, humedad, encolado, transparencia. Fractura por tracción, alargamientos. Dobladura.

XI. MATERIAS LUBRIFICANTES.—Densidad, temperaturas de vaporización y congelación, viscosidad, estabilidad química, ensayo químico. Rozamiento. Duración del engrasado.

XII. COMBUSTIBLES.—Densidades, humedad, composición y propiedades de la substancia seca. Poder calorífico.

XIII. AGUAS.—Ensayo hidrotimétrico. Análisis químico.

XIV. ELECTROMETRÍA.—Mediciones eléctricas de todas clases. Reconocimiento y pruebas de explosores y de cebos.

XV. FOTOMETRÍA. RADIOGRAFÍA Y FLUOROSCOPÍA.—Experiencias variadas.

Observación final.

Concedido por ley de 30 de Agosto de 1896 un crédito extraordinario de Guerra, fuí nombrado vocal de la Junta que, bajo la pre-

sidencia del Excmo. Sr. Teniente General Rodríguez de Rivera, se formó con jefes y oficiales de todas las armas y cuerpos, para la distribución de dicho crédito. Encargado de exponer las necesidades del material de tropas de Ingenieros, redacté la Memoria en que se expresaba con todo detalle cuanto había que hacer en punto tan interesante, para que nuestros regimientos y batallones de zapadores-minadores, pontoneros, telégrafos, ferrocarriles y parque de aerostación dispusiesen del material necesario, en cantidad, variedad y calidad para cooperar con sus medios y recursos técnicos á los fines tácticos y estratégicos, acompañando al propio tiempo presupuestos parciales y el total, en el que figuraban:

1. El material en pie de guerra del Batallón de Telégrafos.
2. Adquisición de cuatro unidades de puentes del modelo danés, con las cuales había de resultar el Regimiento de Pontoneros con el material de pie de guerra que le asigna el Real decreto de organización del año 1893.
3. Herramientas y efectos para los nuevos parques de campaña de las tropas de zapadores-minadores, compuestos de 32 parques rodados de compañía, 32 secciones á lomo y 16 parques divisionarios. Toda esta nueva herramienta, de la mejor calidad y regularidad de formas.
4. Material de transporte para los parques anteriores.
5. Herramienta para el Batallón de Ferrocarriles.
6. Veinte kilómetros de vía portátil Dolberg, cien vagonetas y 70 atalajes para tracción animal.
7. Cien metros de puente desmontable para vías férreas.
8. Almacenes en Madrid para el material del Batallón de Ferrocarriles.
9. Idem íd. para los parques de telégrafos y zapadores.
10. Parque de aerostación.
11. Ensanche de los talleres de Guadalajara.
12. Laboratorio del material.

Recayó aprobación superior respecto á esta propuesta, y en las distribuciones de crédito extraordinario correspondientes á los tres primeros años, se propuso, y tuvo lugar, la asignación de créditos, por los cuales se han cubierto por completo las necesidades 1, 2, 3, 5, 6, 9, 11 y 12, y parcialmente las 4 y 10.

Resulta, en definitiva, que el Laboratorio ha sido creado con fondos del crédito extraordinario de Guerra, sin menoscabo de las

cantidades asignadas para material de Ingenieros en el crédito ordinario anual, y que esta creación, íntimamente relacionada con las nuevas adquisiciones de material de tropas, y con las cantidades dedicadas á obras de defensa en el ya citado crédito extraordinario de Guerra, ha tenido lugar sin olvidar la satisfacción de las necesidades del expresado material de tropas.

Las sumas invertidas hasta ahora en la creación del Laboratorio, son:

Erección del edificio, 396.000 pesetas.

Adquisición de aparatos y máquinas, cimientos y montaje de éstas, mobiliario y accesorios de toda clase, 272.700.

Las obras del edificio, hábilmente dirigidas por el capitán D. Francisco Díaz Domenech, en un principio, y después, hasta la terminación, por el comandante D. Juan Montero Esteban, han sido realizadas con gran rapidez. Baste decir que en Noviembre de 1897 se abrieron los cimientos del edificio principal, y en Mayo del año actual ya estaban instaladas las máquinas y funcionando el Laboratorio. Éste ha tenido á su cargo también, durante el tiempo de la instalación, la adquisición de la herramienta de zapador-minador de los nuevos parques de compañía y divisionarios, y de algún otro material, á cuyo efecto se le han consignado las cantidades correspondientes.

Hemos bosquejado el Laboratorio del material de ingenieros, cuya existencia ha de redundar en beneficio del Estado y ser arma de progreso para los oficiales estudiosos que quieran utilizar los medios de investigación que posee, con un fin científico, de los muchos que son de la competencia del ingeniero militar.

En otra ocasión nos ocuparemos, con más detalle, de la descripción de lo que sea más digno de ser conocido de nuestros lectores.

Madrid, 1.º de Diciembre de 1899.

José Marvá.



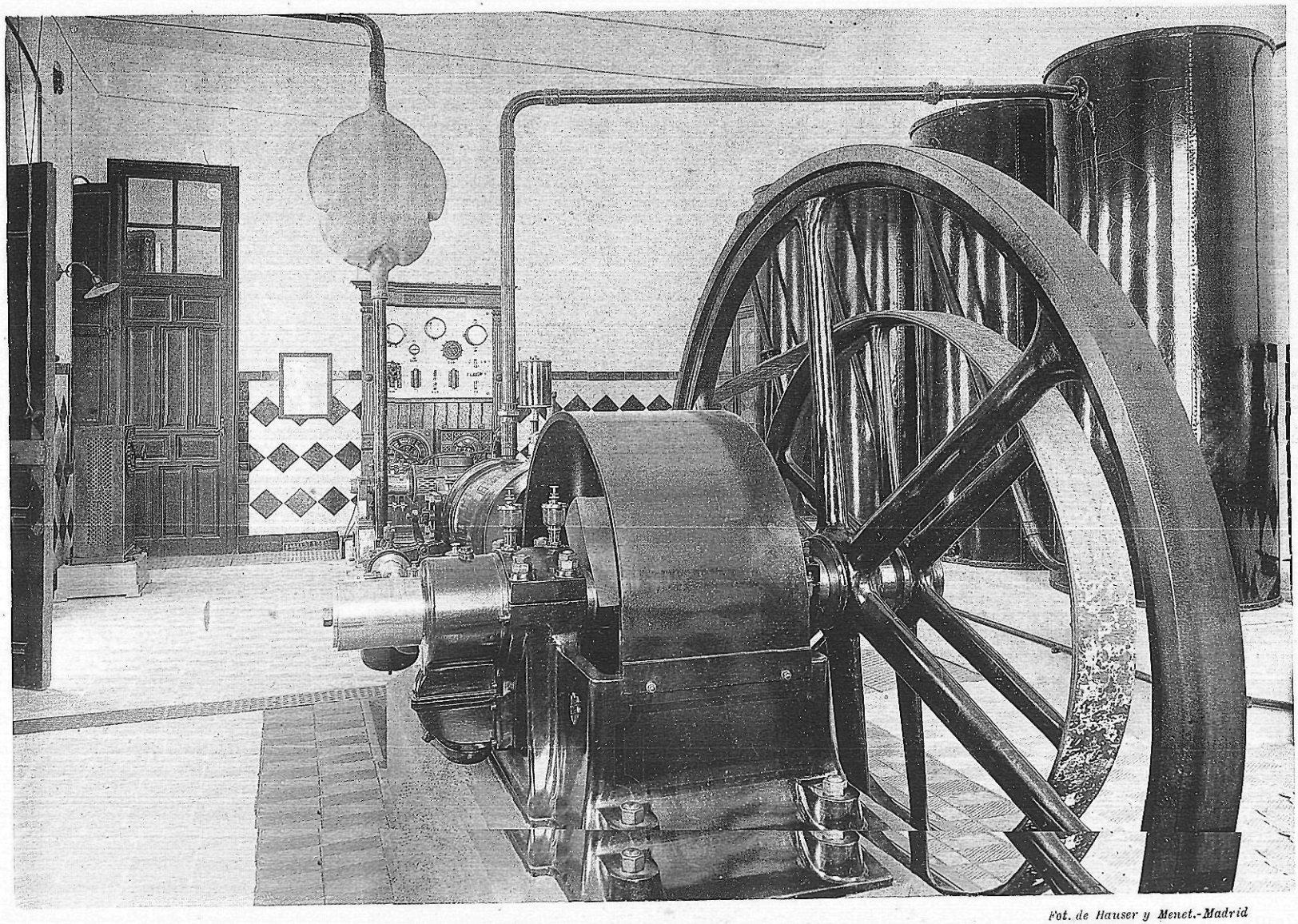
Fot. de Hauser y Menet.- Madrid

VISTA EXTERIOR DEL EDIFICIO PRINCIPAL



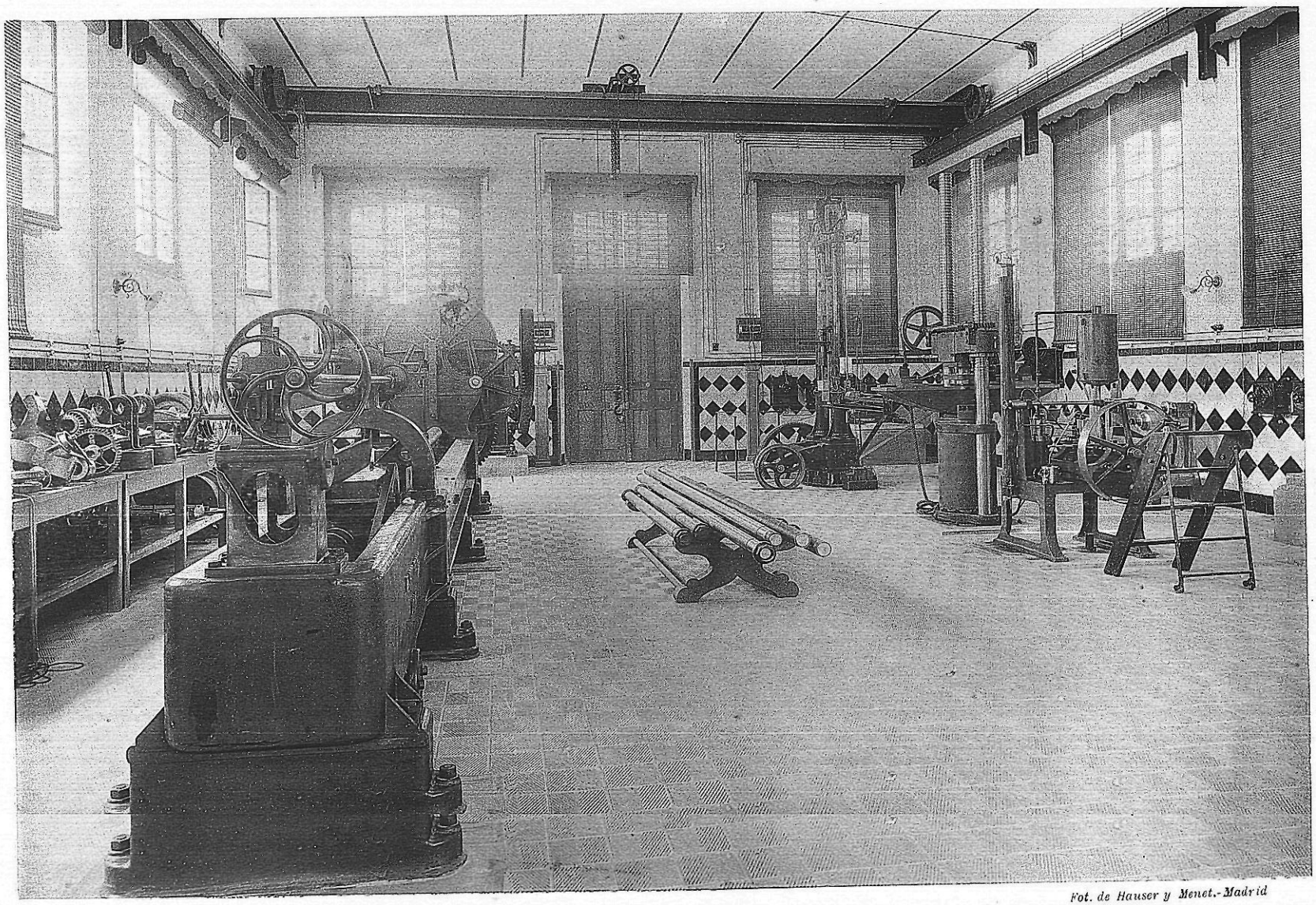
Fot. de Hauser y Menet.-Madrid

VISTA DE LAS FACHADAS INTERIORES DE LOS EDIFICIOS



Fot. de Hauser y Menet.-Madrid

DEPARTAMENTO DEL MOTOR



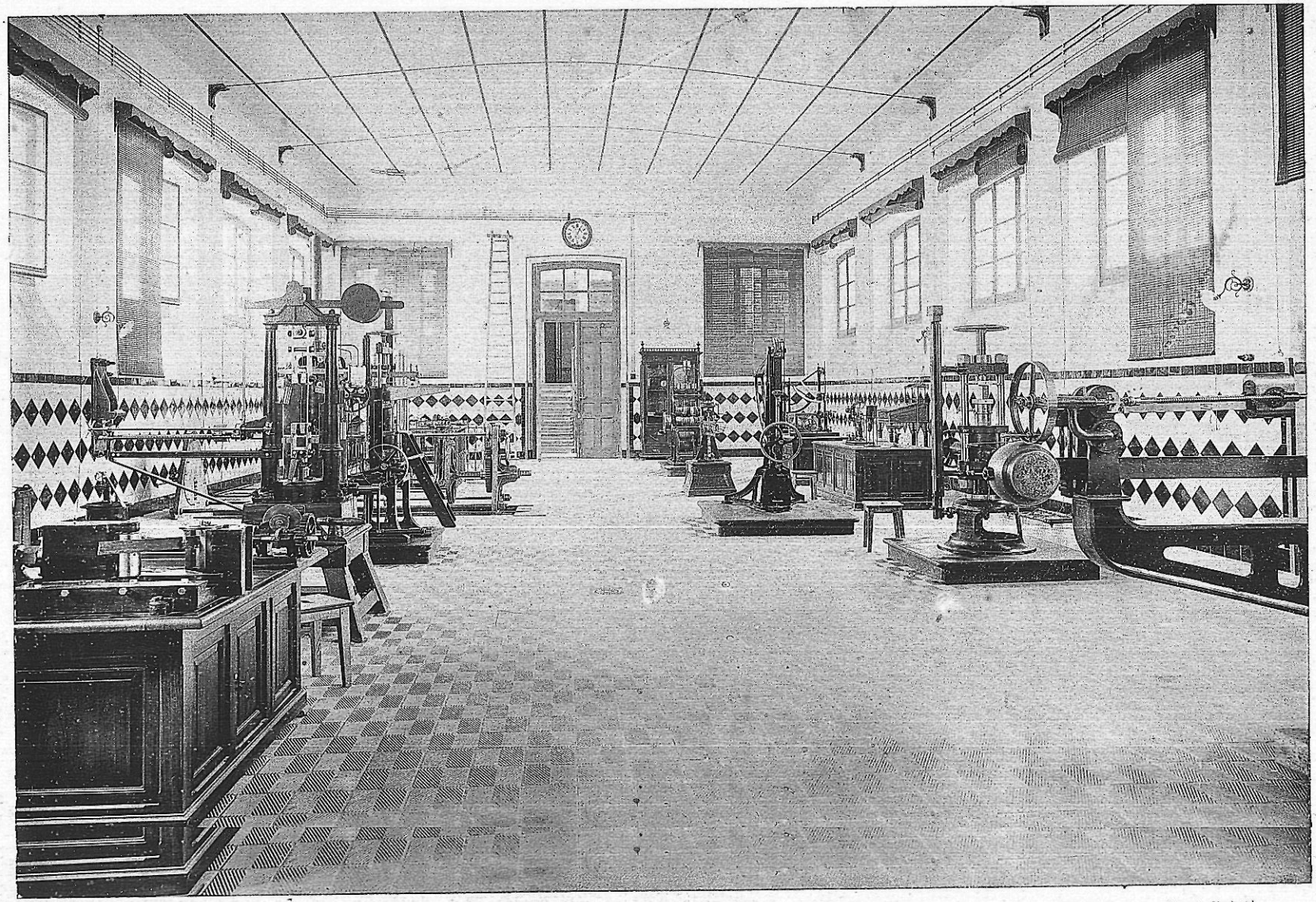
Fot. de Hauser y Menet.-Madrid

SALA DE MÁQUINAS N.º 1



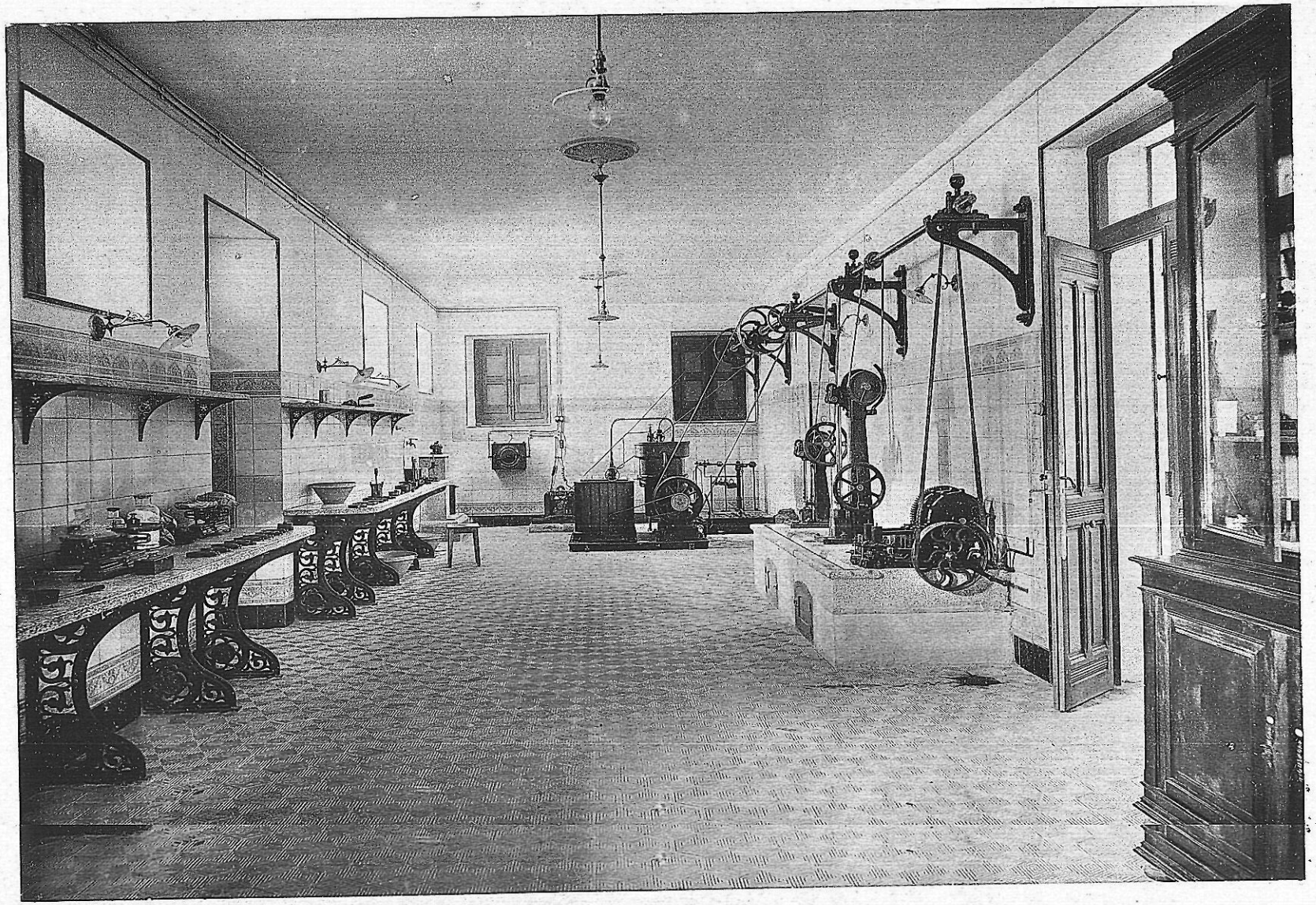
Fot. de Hauser y Menet.-Madrid

TALLERES



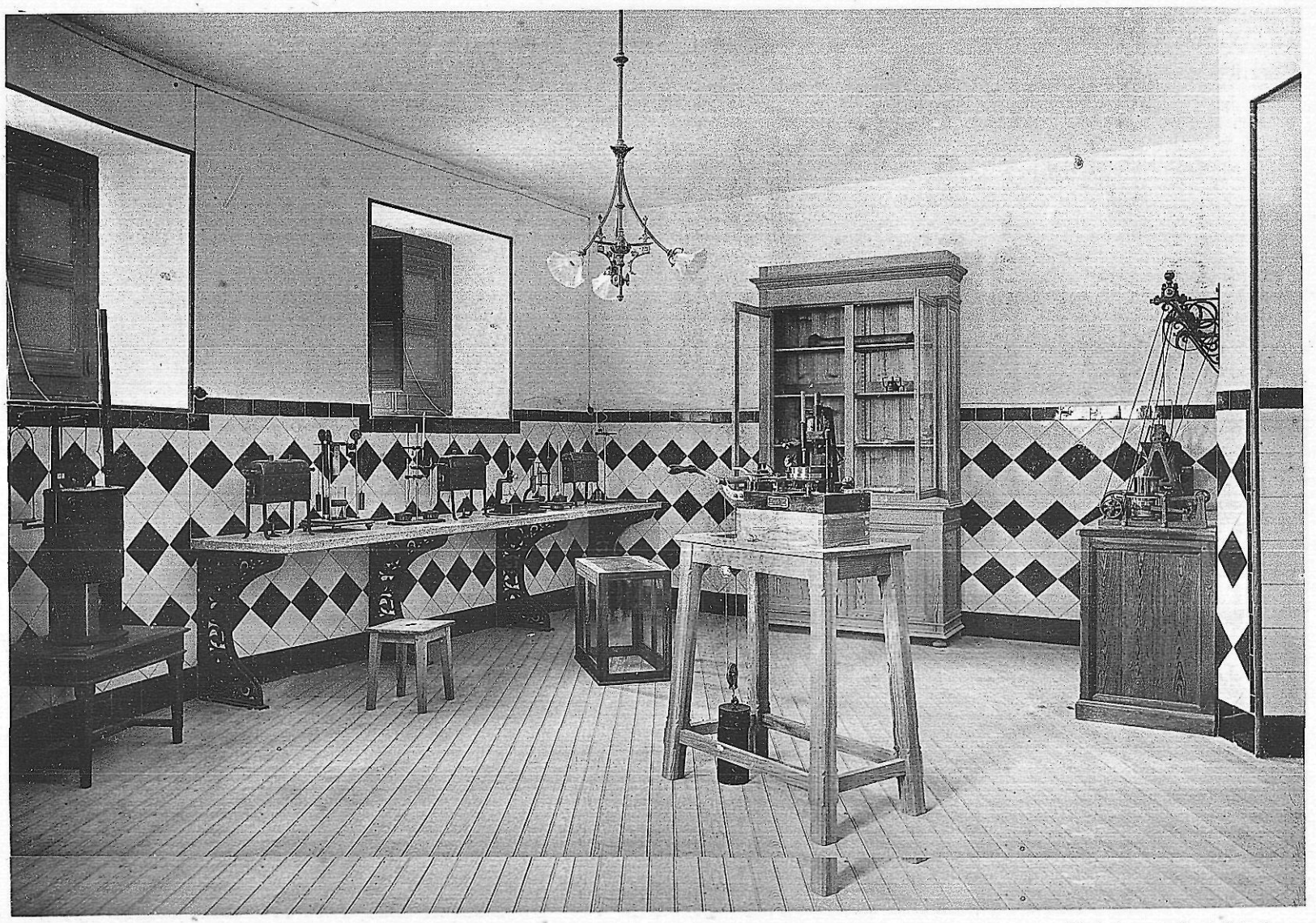
Fot. de Hauser y Menet.-Madrid

SALA DE MÁQUINAS N.º 2



Fot. de Hauser y Menet.- Madrid

FABRICACIÓN DE PROBETAS DE CEMENTO Y ENSAYO DE PIEDRAS



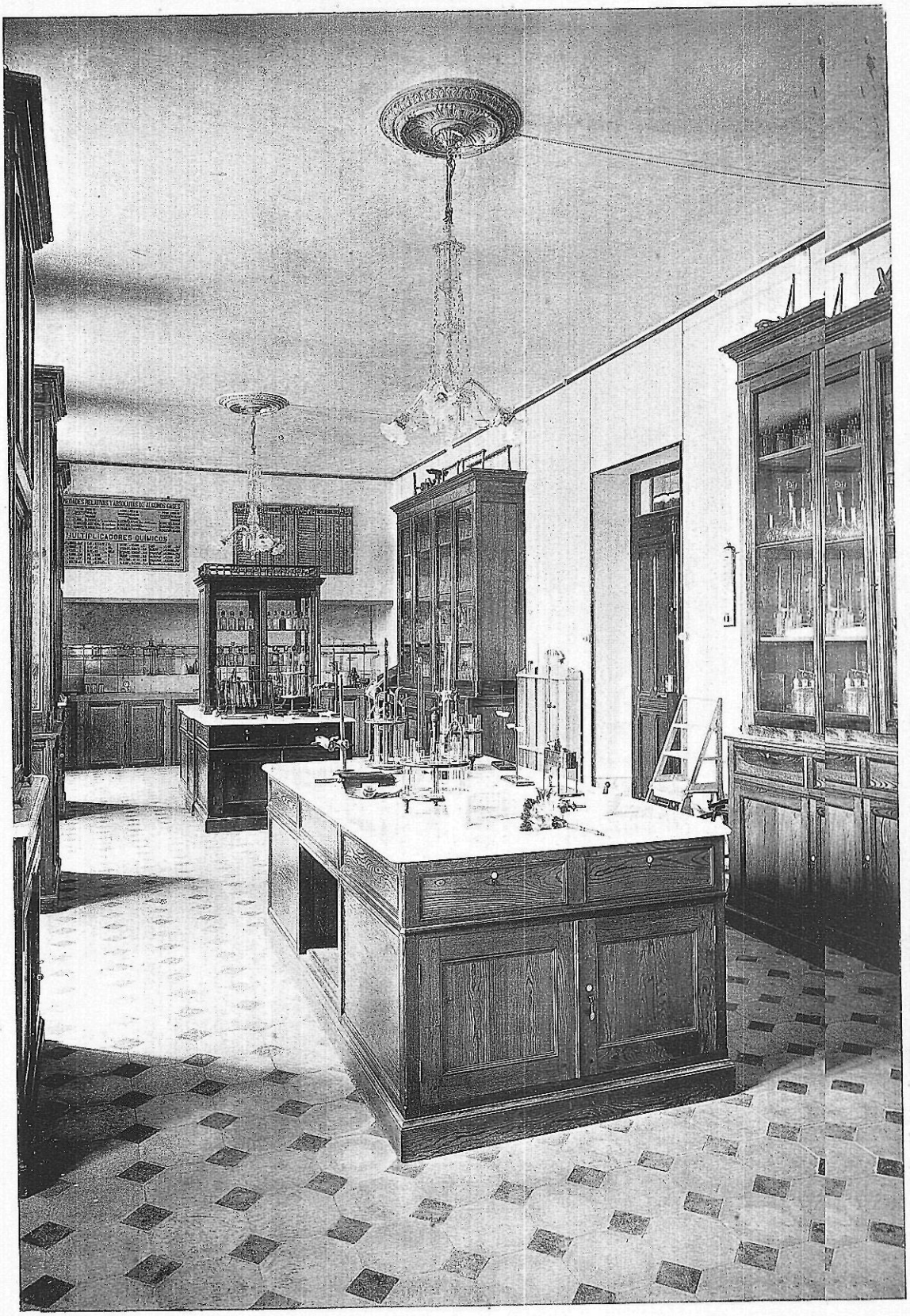
Fot. de Hauser y Menet.-Madrid

MATERIALES DE AGREGACIÓN MEDICIONES VOLUMÉTRICAS



Fot. de Hauser y Menet.-Madrid

SALA DE HORNOS Y ESTUFAS



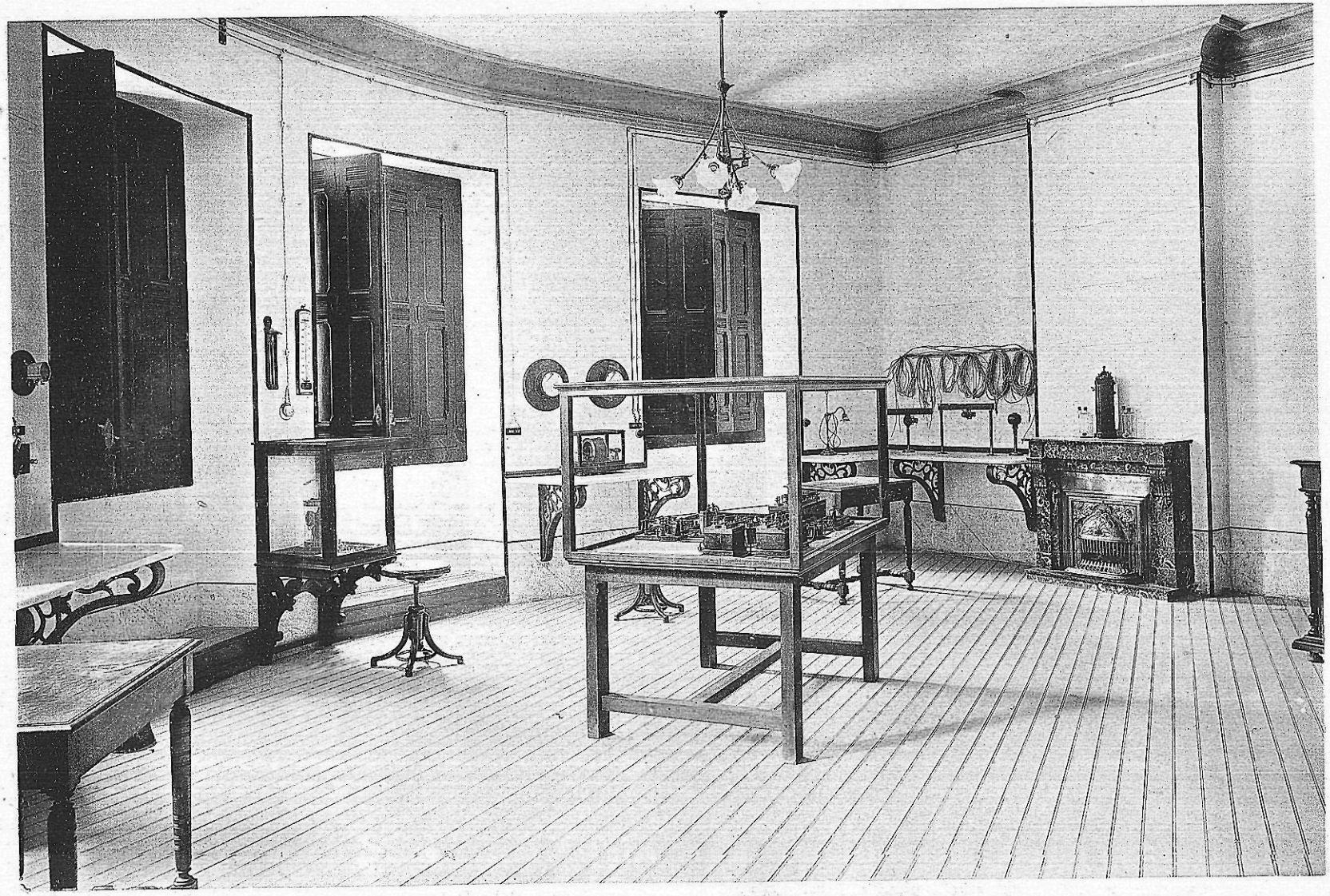
Fot. de Hauser y Menet.-Madrid *rid*

GABINETE DE QUÍMICA



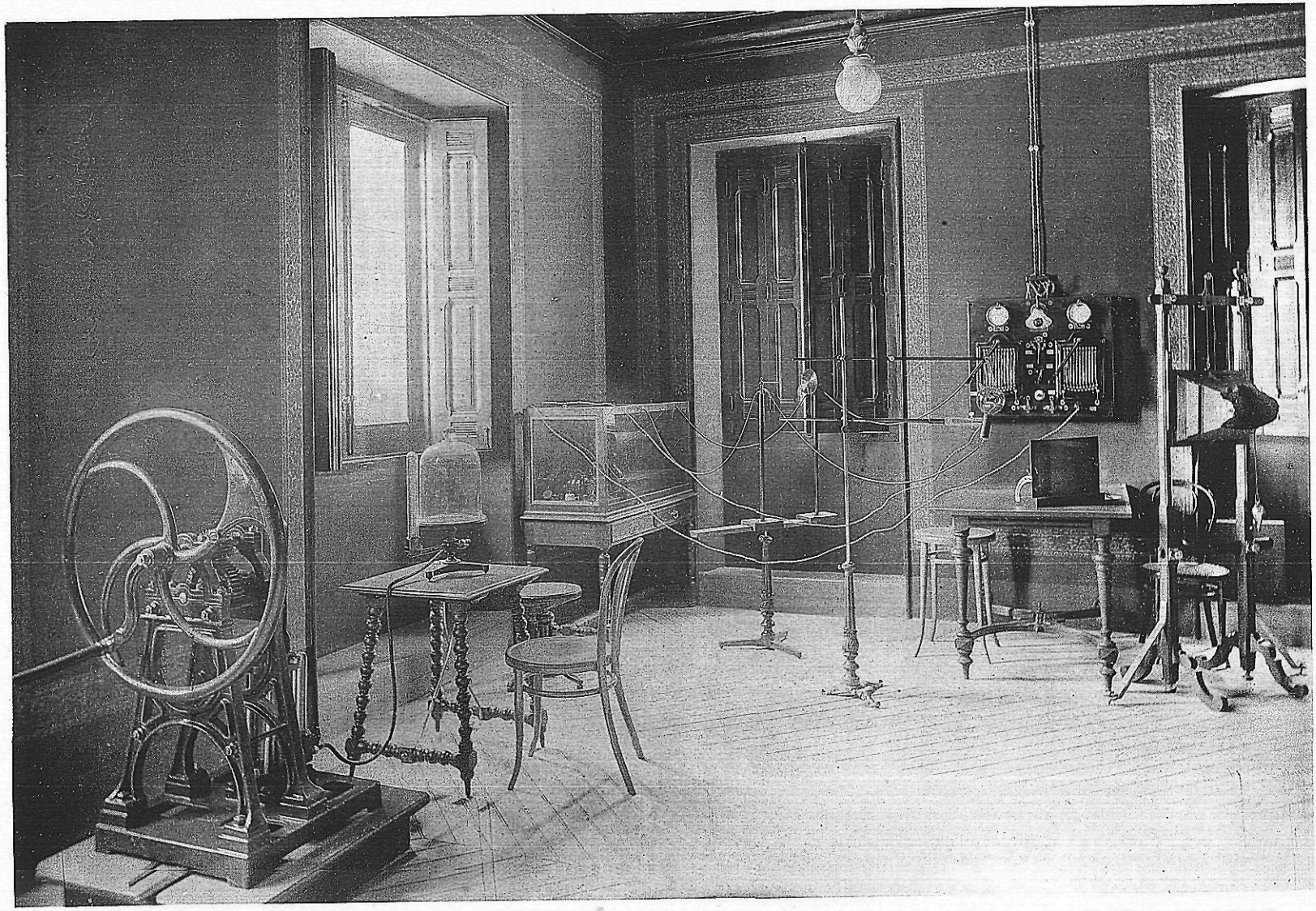
Fot. de Hauser y Menet.-Madrid

SALA DE SUBASTAS



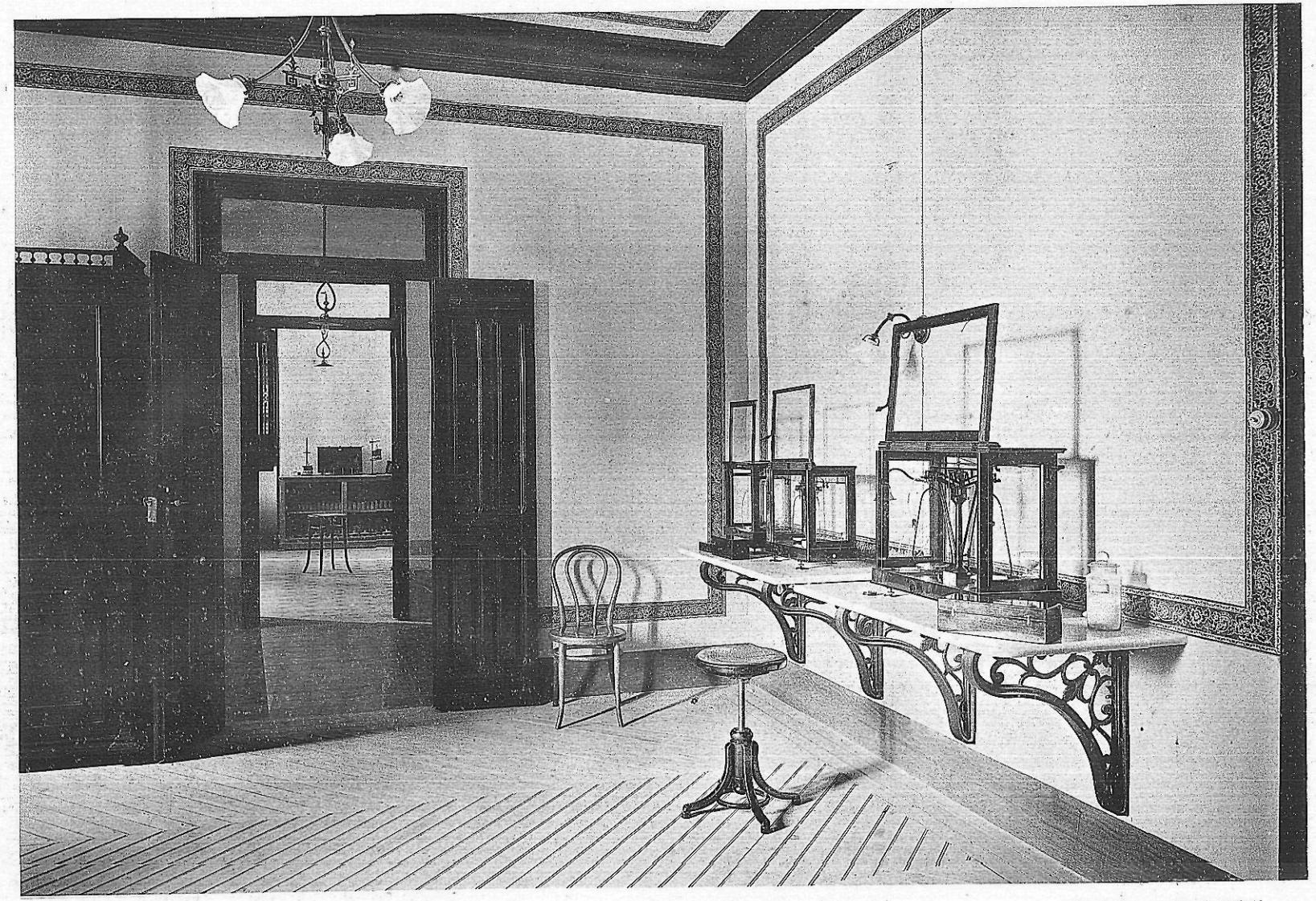
Fot. de Hauser y Menet.-Madrid

MEDICIONES ELÉCTRICAS



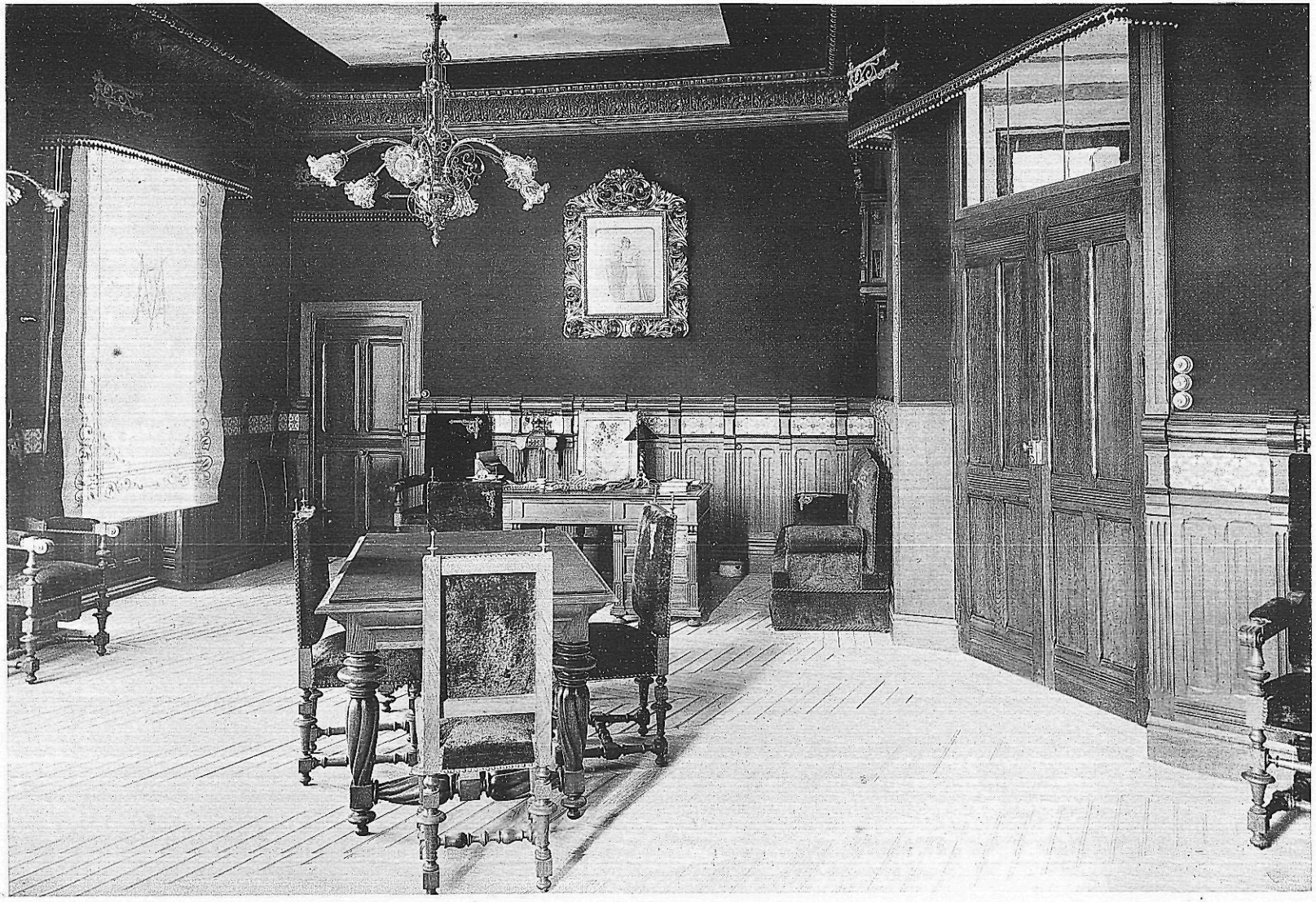
Fot. de Hauser y Menet.- Madrid

RADIOGRAFÍA Y FOTOMETRÍA



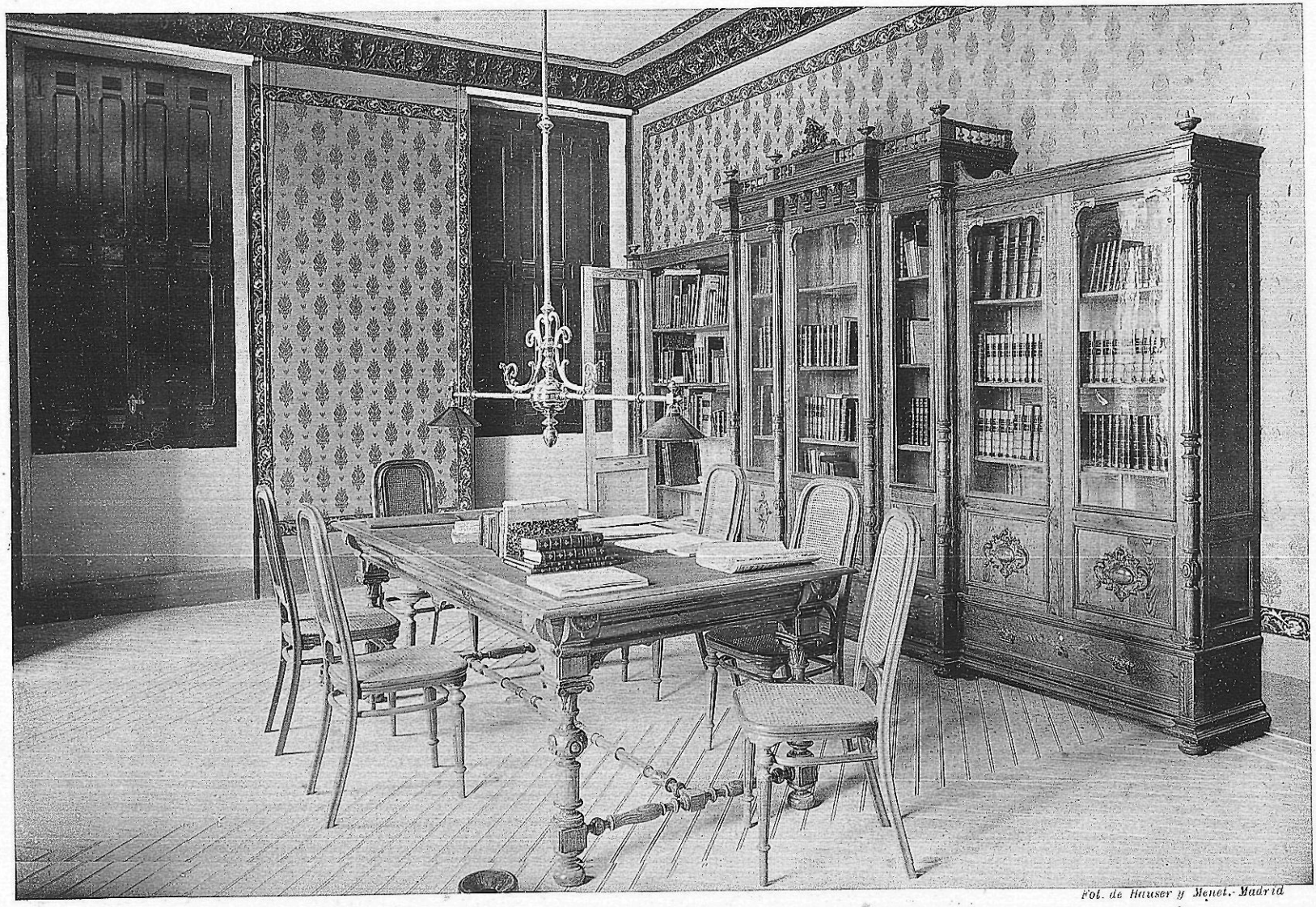
Fot. de Hauser y Menet.-Madrid

SALA DE BALANZAS



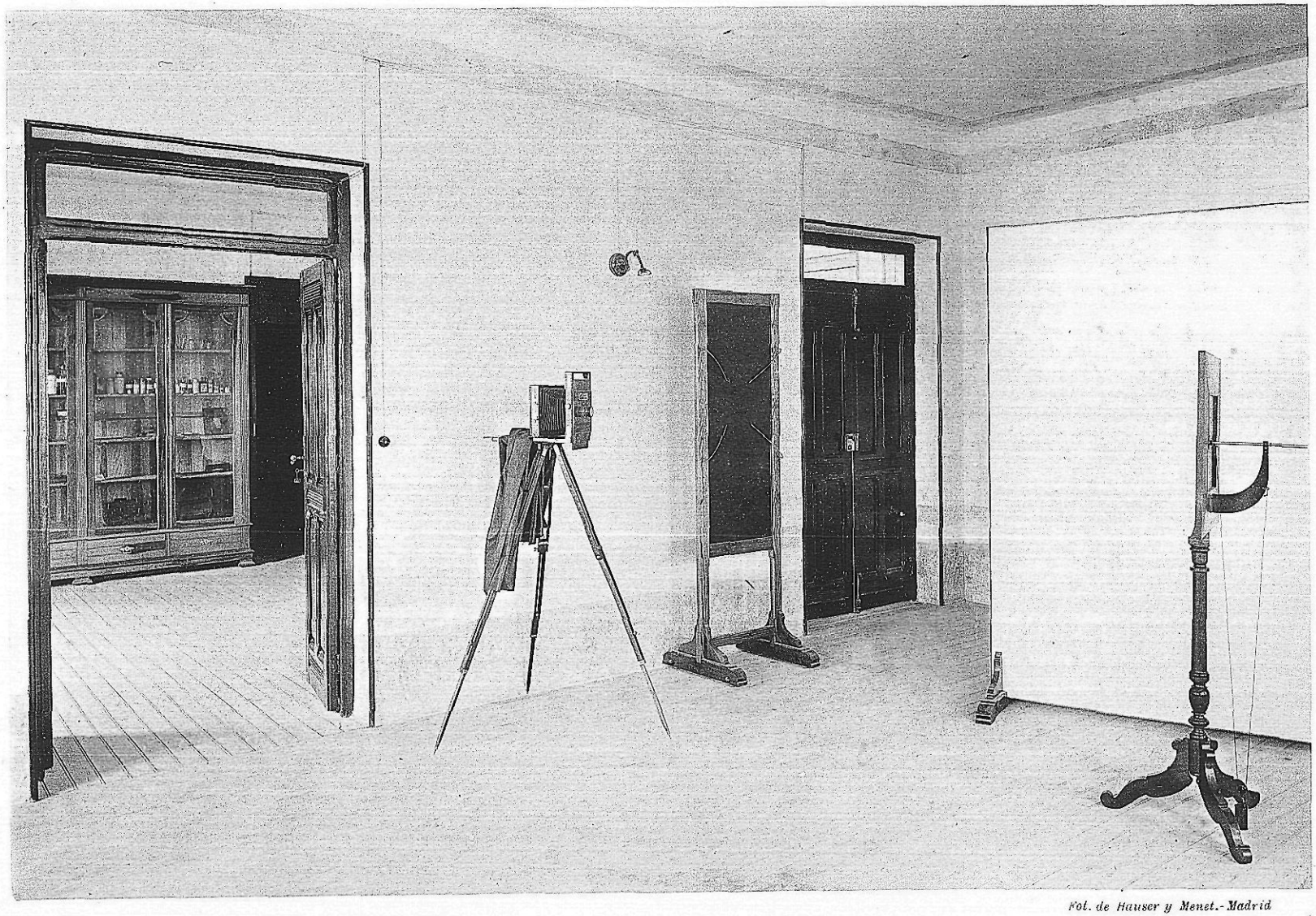
Fot. de Hauser y Menet.- Madrid

DIRECCIÓN Y SALA DE JUNTAS



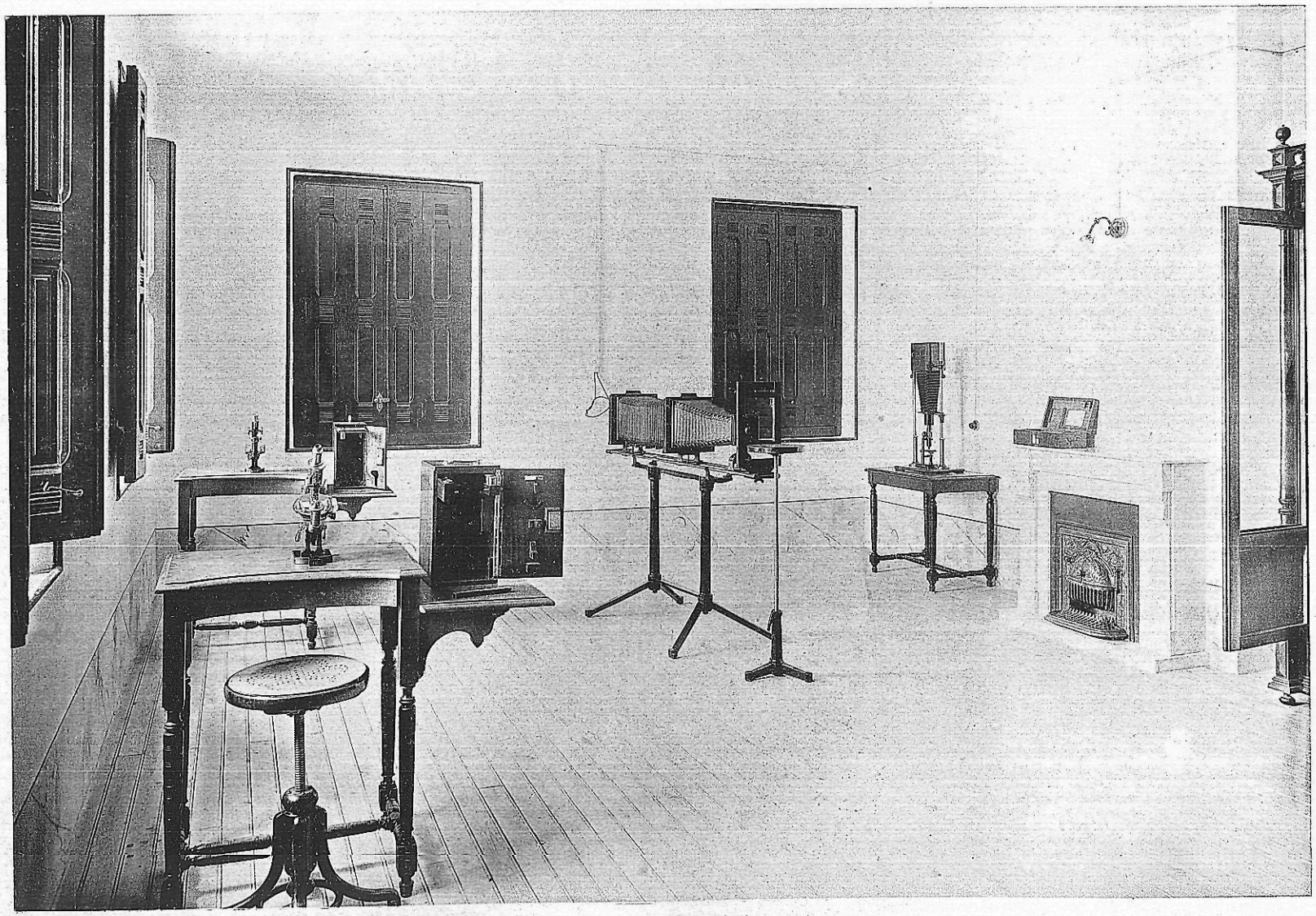
Fot. de Hauser y Menet.- Madrid

BIBLIOTECA



Fot. de Hauser y Menet.- Madrid

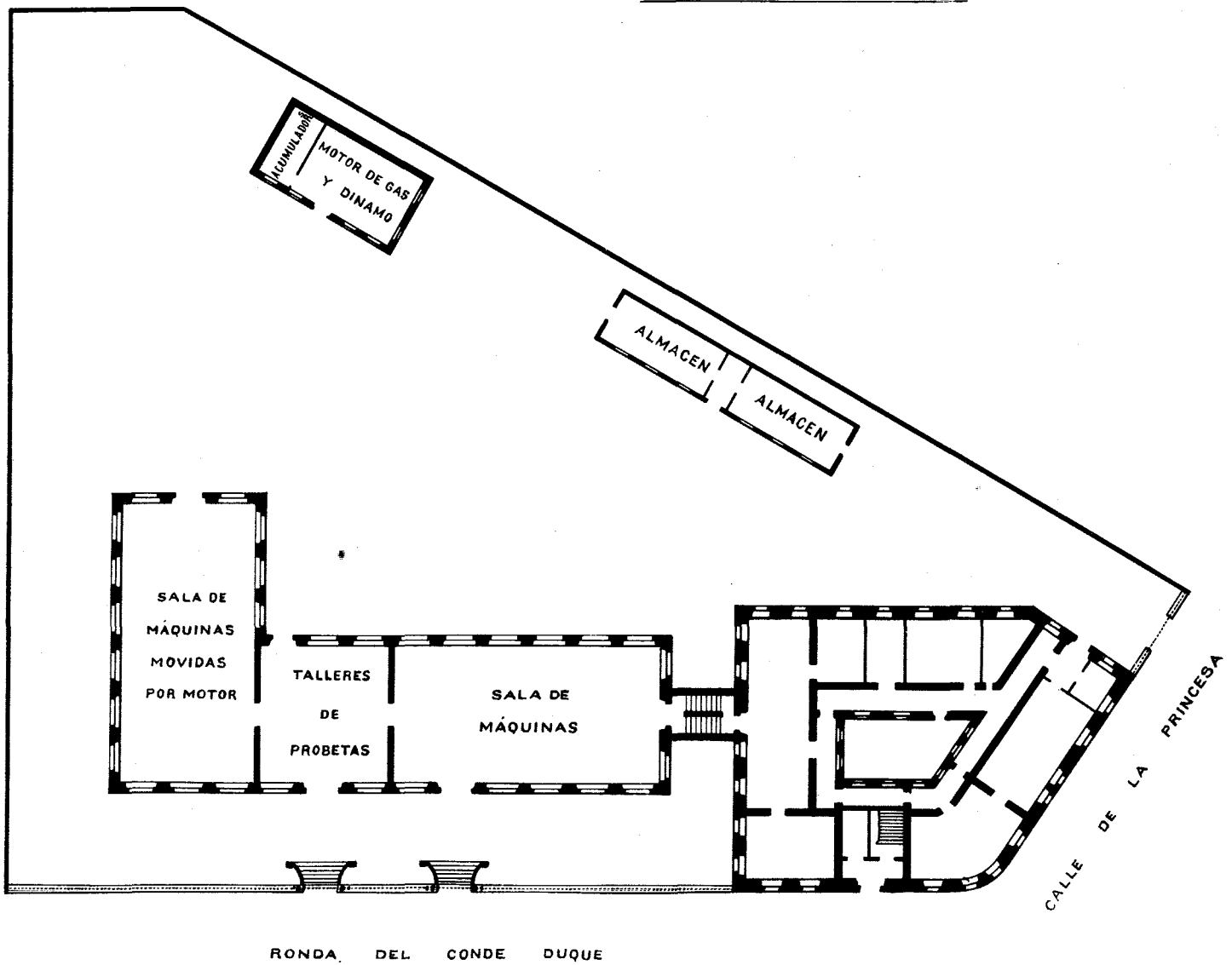
FOTOGRAFÍA Y TALLER DE POSITIVAS



Fot. de Hauser y Menet.- Madrid

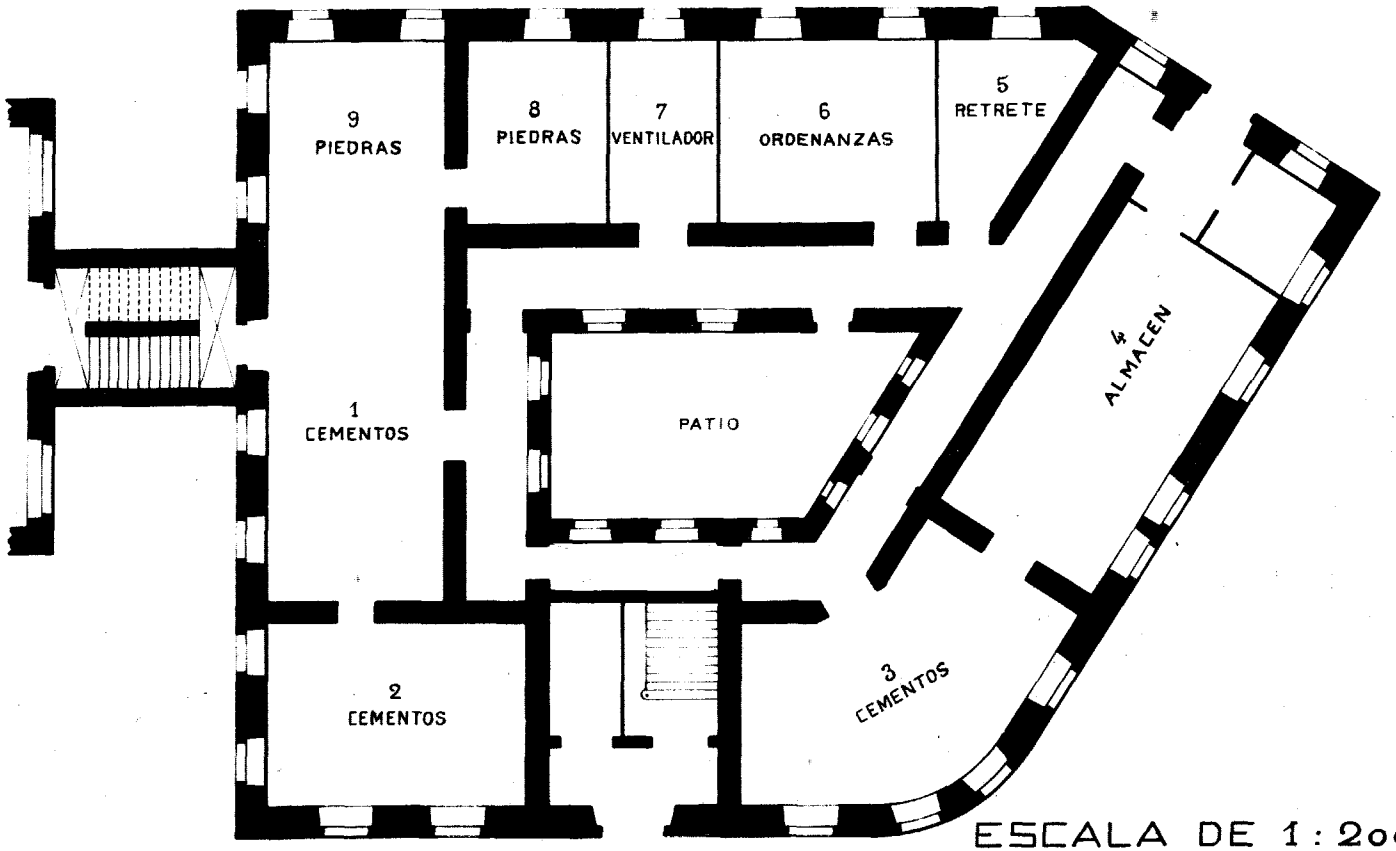
MICROFOTOGRAFÍA

PLANO GENERAL



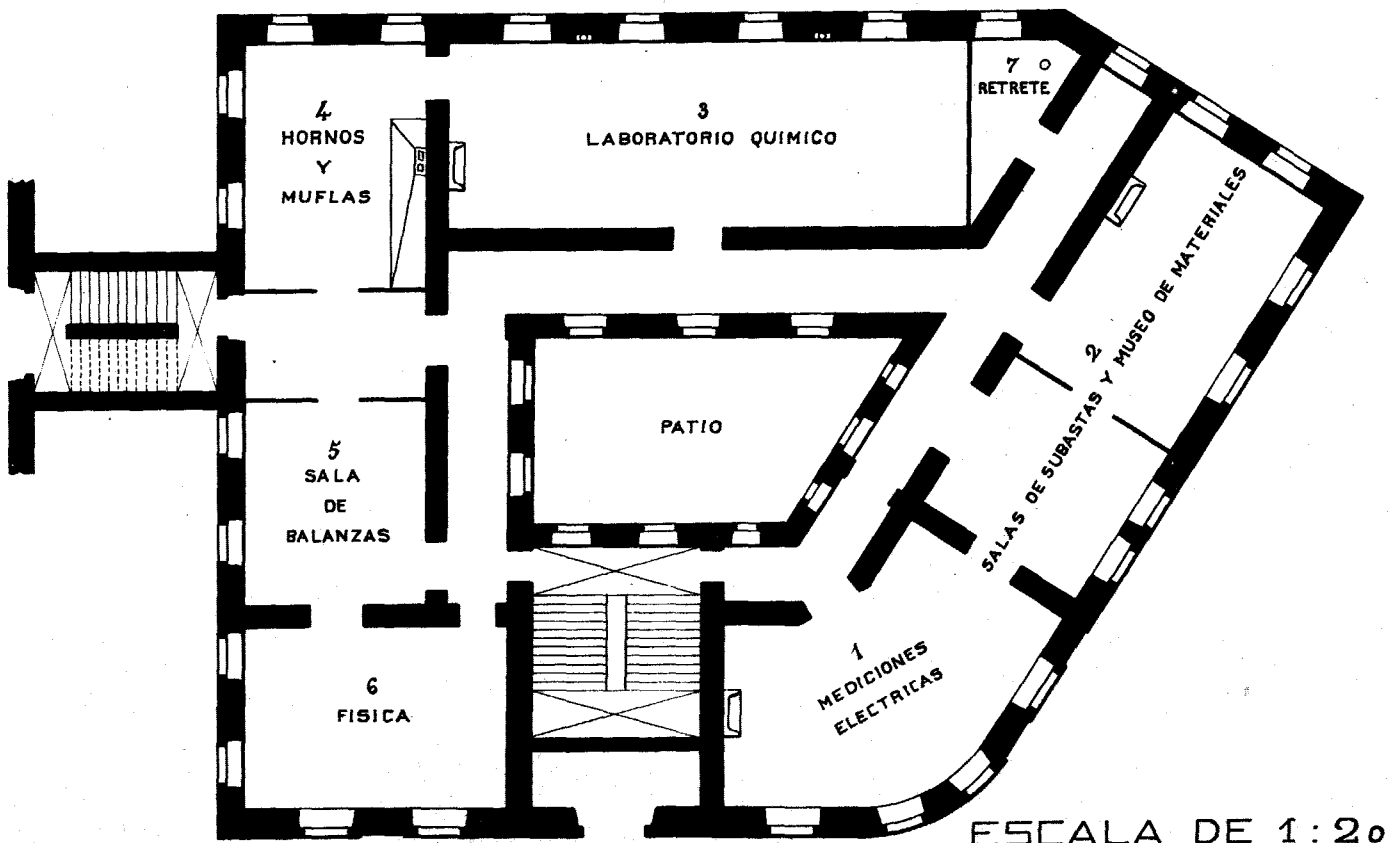
ESCALA DE 1:500.

PLANTA DE SÓTANOS.



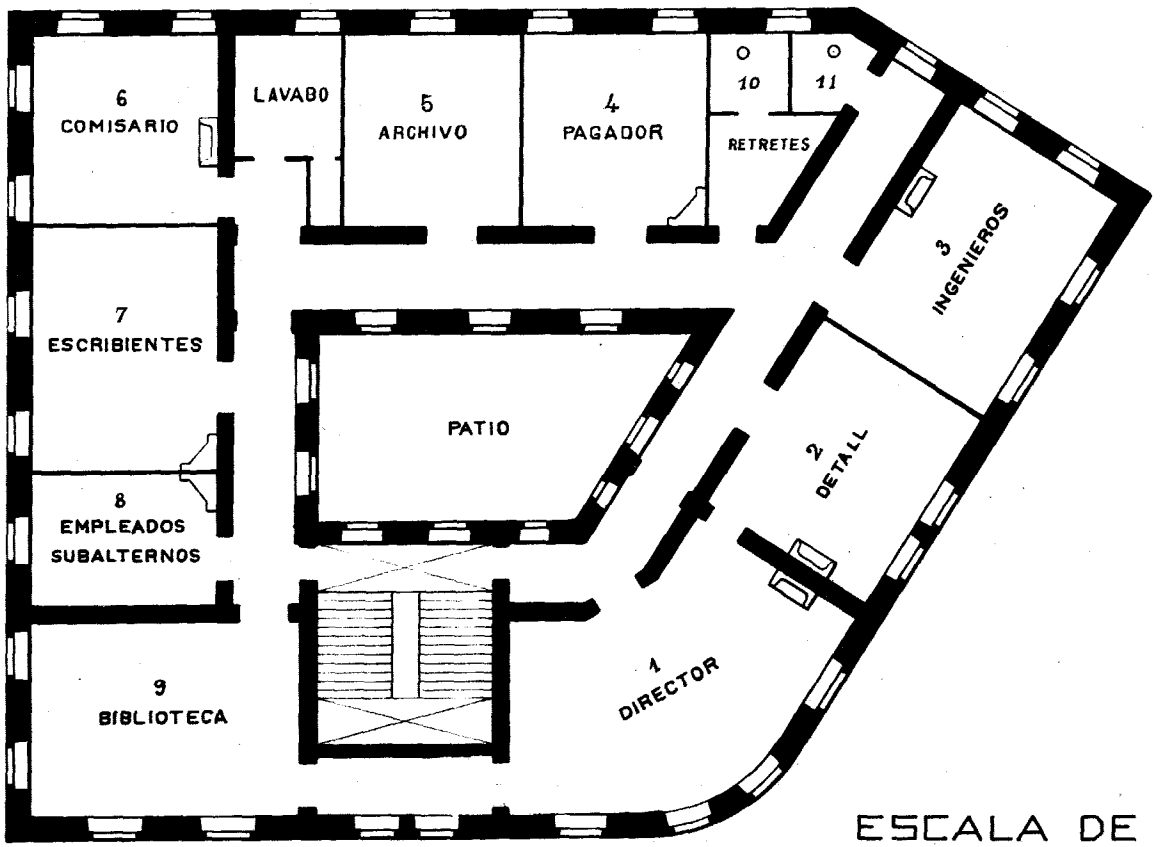
ESCALA DE 1:200.

PLANTA BAJA.



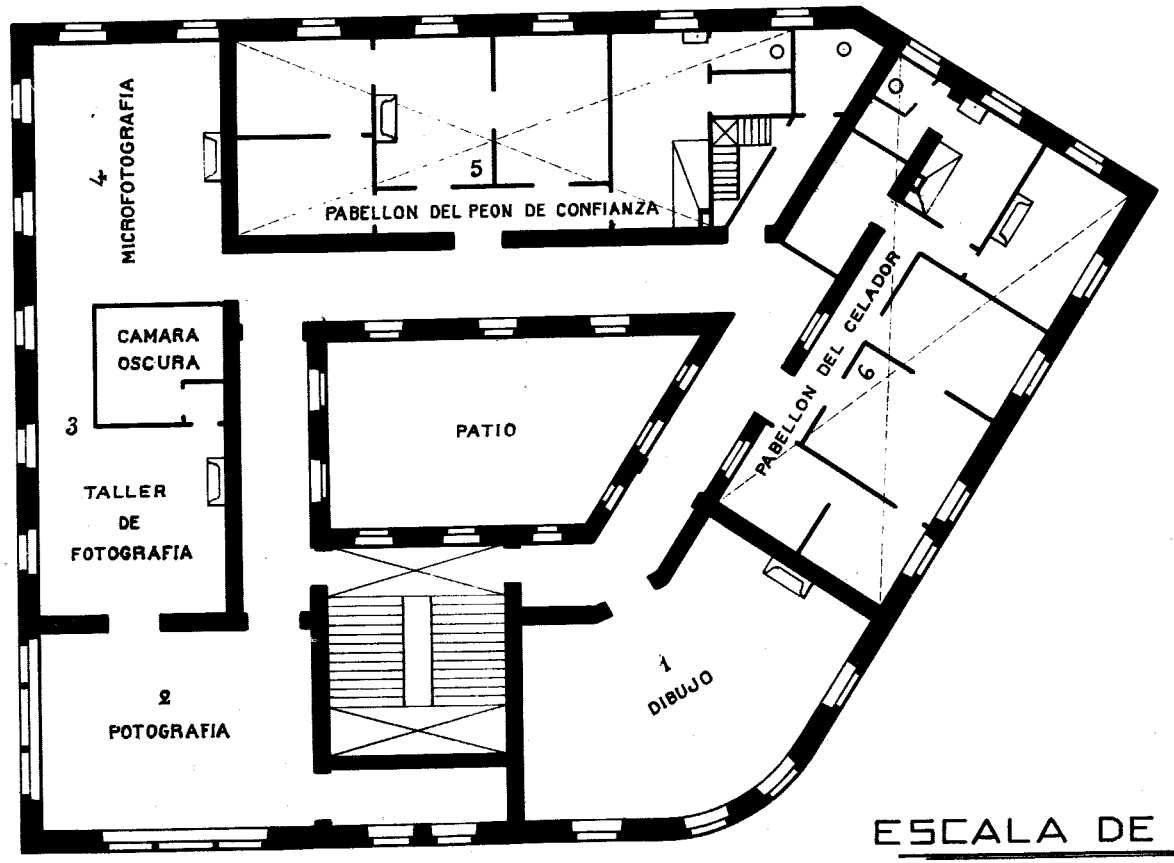
ESCALA DE 1:200.

PLANTA PRINCIPAL.



ESCALA DE 1:200.

PLANTA SEGUNDA.



ESCALA DE 1:200.