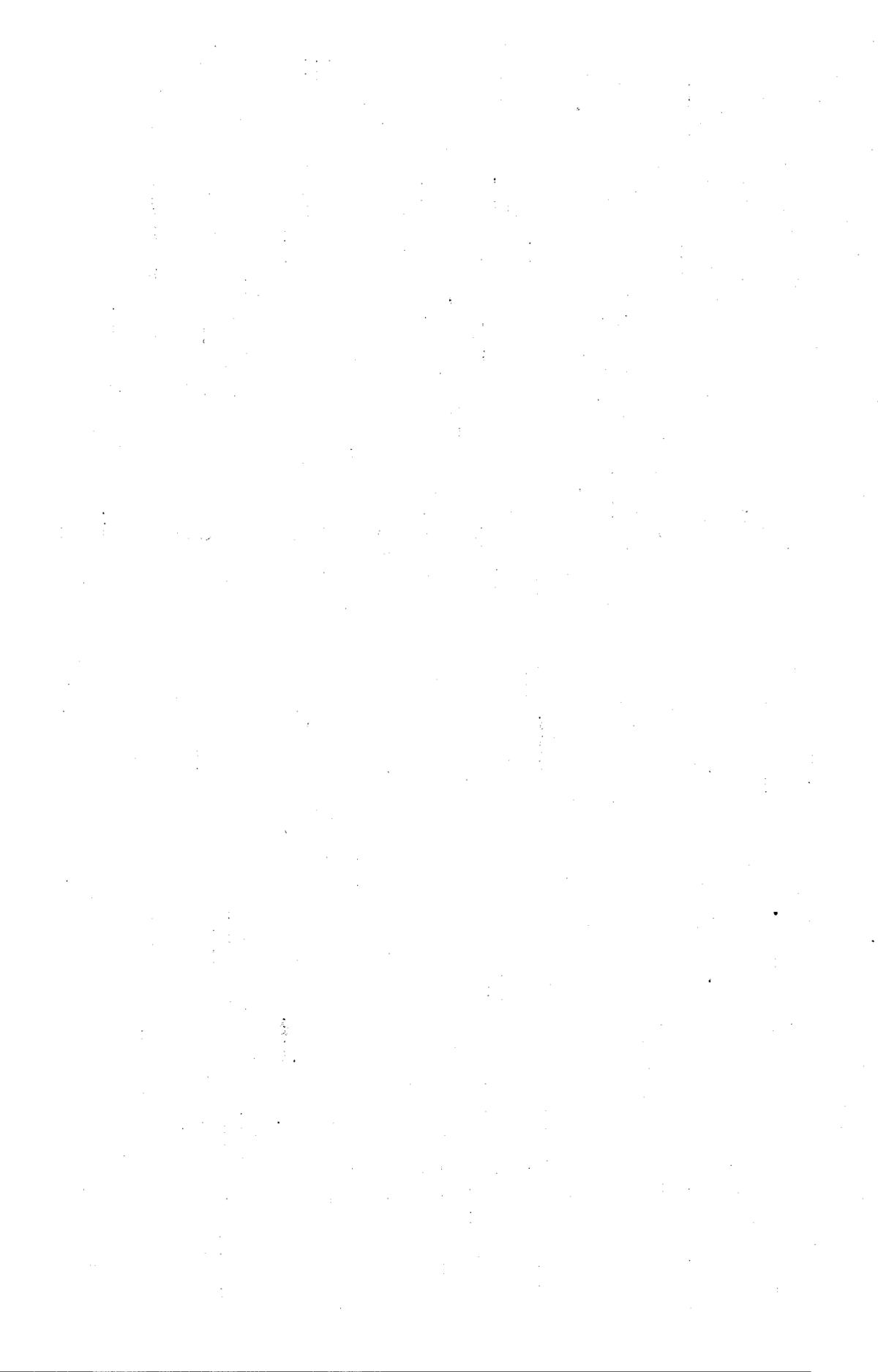


# MEMORIAL DE INGENIEROS.





MEMORIAL  
DE INGENIEROS

DEL EJÉRCITO.



COLECCION DE MEMORIAS.

TERCERA ÉPOCA.—TOMO II.

(XL DE LA PUBLICACION.)



Año 1885.



MADRID.

IMPRESA DEL MEMORIAL DE INGENIEROS.

1885.



# ÍNDICE

de las obras sueltas, legislación y documentos oficiales que comprenden las entregas del «Memorial de Ingenieros del Ejército», publicadas en el año de 1885.

---

## OBRAS SUELTAS.

---

- LOPEZ GARVAYO.—Cúpulas, casamatas y escudos metálicos, por D. Francisco Lopez Garvayo, capitán de ingenieros.—128 páginas.
- LUXÁN.—Un proyecto italiano de hospital militar, traducido y acompañado de una introducción y juicio crítico por el comandante D. Manuel de Luxán y García, capitán de ingenieros y profesor de la Academia.—71 páginas y 4 láminas.
- LUNA.—Noticia sobre una máquina trituradora instalada por la comandancia de ingenieros de Pamplona, por el coronel D. José de Luna y Orfila, teniente coronel de ingenieros.—36 páginas y una lámina.
- MIER.—Teoría de las aproximaciones numéricas, por D. Eduardo Mier y Miura, capitán de ingenieros.—47 páginas.
- GARCÍA ROURE.—Instrucción sobre heliógrafos, escrita para las tropas de telégrafos militares, por D. Jacobo García Roure, capitán de ingenieros.—15 páginas y 2 láminas.
- T. DE LA F.—Una aplicación de la teoría de los números figurados, por D. E. T. de la F., capitán de ingenieros.—16 páginas.
- CONCAS.—Desarrollo de los blindajes mixtos y de acero, recopilación y traducción por el teniente de navío de primera clase D. Víctor María Concas y Palau.—40 páginas y 2 láminas.

## DOCUMENTOS OFICIALES.

---

- 24 marzo 1885.—Instrucciones para la aplicación del real decreto de 15 de diciembre de 1884, relativo á la nueva organización de las tropas del cuerpo.—8 páginas.
- Índice de las disposiciones insertas en la *Colección legislativa del ejército*, que pueden interesar á los lectores del MEMORIAL DE INGENIEROS.—24 páginas.
-



CÚPULAS, CASAMATAS Y ESCUDOS METÁLICOS.





CÚPULAS, CASAMATAS  
Y  
ESCUDOS METÁLICOS.

---

OBSERVACIONES  
SOBRE SU FORMA Y EMPLEO EN LAS FORTIFICACIONES.

POR  
DON FRANCISCO LOPEZ GARVAYO,  
CAPITAN DE INGENIEROS.

---

MADRID:  
IMPRESA DEL MEMORIAL DE INGENIEROS.  
1885.





---

SON tantas las innovaciones que en un período de pocos años se han hecho en el material de guerra y en la manera de emplearlo, que para no desconocer por completo los medios de combatir que en la actualidad se usan, hay que registrar continuamente las revistas y publicaciones que tratan de estos asuntos.

Los datos aislados que cada periódico contiene, si bien sirven para que se conozcan los progresos y variaciones que en las armas, táctica y organización se hacen, son insuficientes para formar una idea clara y precisa de cada cuestión considerada separadamente, y el buscar entre el sinnúmero de publicaciones militares que hoy hay, los detalles bastantes para conocer bien el asunto que se quiera estudiar, no sólo exige mucho tiempo, sino que requiere además que se disponga de una bien surtida biblioteca.

Aun disponiendo de este medio y del tiempo necesario, muchas veces no basta ésto para el objeto, pues en las cuestiones militares todavía hay quien cree que conviene y debe ocultarse algún invento ó modificación, y los periódicos que dan la noticia de ello, lo hacen de una manera vaga é incompleta, á veces porque no han podido obtener ideas precisas sobre el asunto y otras también porque la precipitación con que lo escriben, por el afán de ser los primeros en dar cuenta de algo nuevo, obliga á dar la noticia con datos inexactos ó equivocados.

El deseo de conocer las innovaciones hechas en el arte de la guerra en los últimos quince años, sobre todo en lo que se refiere á la parte correspondiente al ingeniero militar, obligó al que escribe estos apuntes á revisar muchos tomos de revistas y memoriales, y como la mejor manera de quedar enterado

de un asunto es tratar de explicarlo, de aquí que diera forma á la coleccion de datos que habia tomado, y que tuvo la necesidad de completar despues con observaciones personales sobre los aparatos que quería describir ó con explicaciones y detalles obtenidos particularmente de los constructores ó de los que con ellos habian tratado.

Este ha sido el origen de los folletos sobre *Las aplicaciones militares de la luz eléctrica*, *Las ametralladoras* y del presente, creyendo que al publicar los apuntes bastantes para conocer esos asuntos, evitaba á los que quisieran leerlos el tiempo que se tarda en consultar todas las obras que para obtenerlos hay necesidad de leer.



---

## I.

### OBSERVACIONES GENERALES.



El progresivo aumento de potencia de la artillería que se emplea en los trabajos de ataque, obligó á ir aumentando las dimensiones de los parapetos en las obras de defensa y á reforzar los muros de máscara de las casamatas, dando mayor espesor á sus mamposterías, produciéndose con esto la alternativa de que, ó había que disminuir mucho el campo de tiro de las piezas ó tenía que ensancharse cada vez más la abertura de las cañoneras.

Los inconvenientes que ambas soluciones presentaban, hicieron pensar en el empleo del hierro, pues este material, por su resistencia al choque y penetracion de los proyectiles, parecía muy á propósito para reforzar los puntos débiles de las mamposterías, sin exigir que se dé á éstas los grandes espesores que sin aquél era preciso emplear.

Dificultades industriales en la metalurgia del hierro y lo poco práctica de la primera disposicion que se dió á las planchas de este metal empleándolas para el refuerzo de muros, pusieron por mucho tiempo en duda las ventajas de su uso; ésto y los gastos considerables que la innovacion originaba, fueron causa bastante para que hasta á mediados del siglo actual no se tuviese al hierro como elemento indispensable en las obras de defensa, y áun entónces se discutía si verdaderamente era útil su empleo.

La adopcion por la marina de la artillería Paixhans y el efecto que sus proyectiles huecos y explosivos producian en los buques de madera, efectos comprobados con la destruccion de la escuadra turca en la bahía de Sinope en 1854, obligó á proteger los buques con planchas de hierro, siendo el primer ensayo que se hizo el ataque de las baterías de costa rusas en 1855 en Kin-

burn, por los cañoneros acorazados construidos en Francia y denominados la *Lave*, la *Tonnant* y la *Devastation*, viéndose en ese ataque que la artillería de la plaza era impotente para la lucha, porque sus proyectiles no podían dañar las corazas de que los buques estaban revestidos.

Este primer éxito fué el origen de la forma que actualmente revisten las construcciones navales, en las que además de acorazar su casco se blindaba su cubierta y se coloca su artillería en torres centrales formadas por gruesas placas de hierro.

Contra semejante medio de ataque, fué preciso dar nueva forma á las baterías de costa y emplear en ellas artillería más potente, y como era natural, visto los buenos resultados del empleo del hierro en los buques, ocurrió la idea de aplicar este mismo sistema de defensa á las baterías de tierra, siendo los ingleses, por razones fáciles de comprender, los primeros que usaron las corazas en las obras que guarnecen su litoral y especialmente en las construidas en el canal de la Mancha, en la desembocadura del Támesis y del Medway y á lo largo del curso de estos dos ríos.

Como en Inglaterra la metalurgia del hierro forjado estaba muy adelantada, este metal fué el preferido, sobre todo despues del mal resultado que dieron las planchas de fundicion en las experiencias que se hicieron empleando contra ellas artillería rayada, al contrario de las planchas de hierro dulce, que resistieron bien primero en Crimea y despues en varios ensayos.

El aumento siempre creciente del calibre y potencia de los cañones, y el enorme gasto que exigían los acorazamientos de hierro, hacían que las naciones que no contaban con los recursos de Inglaterra estuviesen indecisas acerca de su aplicacion, pues tras los primitivos y modestos cañones rayados vinieron otros mucho más potentes que disparaban proyectiles cuya fuerza de penetracion parecía incontrastable: las corazas que resistían bien á un cañon determinado eran perforadas por el que le sucedía, y los espesores que se daban á las planchas, aunque cada vez eran mayores, resultaban siempre deficientes, llegándose á creer que cualquiera que fuese el espesor de una coraza se podría siempre tener un cañon susceptible de atravesarla y que por lo tanto tendría en último término que renunciarse á su empleo.

La aplicacion de los aparatos hidráulicos á la maniobra de las grandes

piezas de artillería y de sus proyectiles, facilitó el manejo de esas grandes masas y como continuaban las dificultades que había en la fabricación de planchas de hierro de mucho espesor, se confirmó más la opinión anterior inclinando las ideas á que de la lucha entre la coraza y el cañon saldría éste vencedor, pues esta lucha se presentaba como cuestion metalúrgica y entre los capitales y el tiempo, y como los gastos del aumento de peso y calibre en los cañones son menores que los de construcción y colocación de la placa que pueda resistir sus disparos, de aquí la inferioridad supuesta á ésta.

Sin embargo, mirando la cuestion bajo otro punto de vista, la defensa no está en condiciones tan desventajosas como parece. Las piezas de los parques de sitio, tienen que ser hasta cierto punto fácilmente trasportables y no pueden pasar de un calibre determinado. En Francia se considera que el cañon de 24 rayado, largo, cuyo proyectil pesa 60 libras, es el mayor que se puede llevar á los parques de sitio y aún se supone que para esto pesa demasiado, siendo necesario escoger los caminos por donde se ha de trasportar al llevarlo á las baterías y difícilmente se les puede acercar despues á la plaza. En Inglaterra el cañon de 64 Armstrong rayado, es casi igual al 24 rayado de los franceses y alemanes; pesa 3.097 kilogramos y es el mayor que se puede llevar á los parques. En España el modelo mayor para sitio es el cañon obús de 15 centímetros de acero, cierre Krupp, que, como se vé, es de menores dimensiones y peso que los anteriores.

Resulta, por lo tanto, así, fijado ya un límite para las piezas con que se han de batir las obras de defensa del interior, y por lo tanto un dato sobre la resistencia conveniente de las planchas de hierro que se empleen para aumentar su valor defensivo.

En las baterías de costa este límite de la potencia de la artillería no puede servir de dato, pues la marina puede montar en sus buques piezas de mucho mayor calibre, y con la facilidad que hoy se tiene para el manejo de éstas, hacer que converjan los fuegos de varias de ellas contra un mismo punto de la obra defensiva, el cual para resistir á este ataque debería tener una fuerza mucho mayor de la calculada para una obra del interior. Esta desventaja de las baterías de costa, puede suponerse muy bien compensada por lo más incierto de los disparos que se han de hacer desde los buques, la pequeña su-

perficie que presentan las baterías vistas desde ellos y la gran distancia á que éstos se han de situar para hacer los disparos, teniendo en cuenta la precision que en los suyos tienen las baterías de costa. Con esto puede tambien calcularse un límite admisible de resistencia para las planchas de hierro de las baterías de costa y con este dato plantear el problema de la utilidad práctica del empleo del hierro en las obras de defensa.

Presentada la cuestion en esa forma, no fué ya dudosa la posibilidad del empleo de este nuevo material, siendo tambien los ingleses los primeros que plantaron en sus obras defensivas las torres que llevaban en sus buques, en las que sólo hicieron escasas modificaciones. Los fuertes de Spithead, Breakwater y Garrison-Point, son ejemplos de ésto, que los belgas imitaron, estableciendo torres casi de igual forma en el fuerte Felipe del Escalda y que tambien los rusos emplearon en la defensa de Kronstad.

Unas de las principales objeciones que despues de estos ejemplos se pusieron á las obras de hierro, eran debidas á los inconvenientes del hierro forjado, y á lo difícil que es obtener con él las grandes piezas que se necesitan, por lo que Alemania, convencida de la necesidad de utilizar el hierro, aceptó despues de ensayos muy satisfactorios el hierro fundido, que fabricado por un procedimiento especial en los talleres de Grüson, en Buckau, está exento de los defectos que ántes habian obligado á Inglaterra á desecharlo.

El empleo de este nuevo material hizo tomar nueva forma á las obras defensivas: de elemento auxiliar pasó á ser el hierro el primero, cuando no era el único material que en ellas se empleaba y al cual se subordinó hasta la forma del resto de la construccion, como sucede en las torres propuestas por Grüson en sus frentes de baterías acorazadas, siguiendo Krupp la misma idea en su modelo de cañon acorazado.

La aplicacion del hierro, hecha en tan gran escala, presentó grandes alicientes á los principales fabricantes, los que buscando esa inmensa salida á sus productos hicieron nuevos ensayos, resultando que en competencia con la fundicion endurecida, como llamó Grüson á su hierro fundido, construyó Krupp modelos en hierro forjado de los mismos elementos que empleaba Grüson, atribuyendo aquél á sus productos decisivas ventajas sobre los otros por las modificaciones que en su fabricacion y forma habia introducido.

Como muestra de lo que en este terreno había avanzado la metalurgia del hierro, se presentó en la última exposición de París una placa de acero, de 80 centímetros de espesor y de 2<sup>m</sup>,60 de alto por 4<sup>m</sup>,20 de largo, teniendo 65 toneladas de peso.

Para obtener semejante placa, notable por sus dimensiones, fué preciso fundirla dándole un metro de espesor, sometiéndola después al prolongado martilleo de un martillo colosal, de 75 toneladas, único hasta ahora, y después pasarla por un laminador movido por una máquina de 3.000 caballos de fuerza.

Como se vé, la importancia del asunto hizo desaparecer las dificultades metalúrgicas que había para la fabricación de las placas que pudieran necesitarse en la defensa, y en esa misma exposición se mostró el medio de llevar por tierra, hasta el punto en que deban colocarse en obra, los enormes pesos que hay que trasportar.

El medio de transporte presentado por los italianos consistía en un truck de hierro, cuya longitud era de 22 metros y estaba dividida en dos partes, descansando cada una en seis ejes y siendo su peso de 50 toneladas; de manera que aún con el mayor peso que hoy se puede dar á una masa de hierro, no cargaría sobre cada eje del truck más de 14 toneladas, que es el peso que resulta en los ejes de una locomotora ordinaria: gracias al sistema de articulación de esas dos partes, el truck puede circular en camino de hierro hasta por curvas de 120 metros de radio, si bien por su longitud habrá necesidad de reforzar los puentes por donde deban arrastrarse esos enormes pesos, para no exponerse á los deterioros que puede ocasionar esa carga sobre un tramo cualquiera.

El desarrollo dado á la industria metalúrgica ha hecho desaparecer las dudas que había ántes sobre la posibilidad de obtener placas del espesor y dimensiones necesarias para la defensa, pero en cambio obliga á presentar el problema del empleo del hierro bajo otra forma.

Son tales las cantidades que la potencia actual de la artillería obliga á gastar al construir cualquier obra de fortificación permanente, si se le quiere dar una mediana importancia, y esos gastos aumentan de tal manera si la protec-

cion de las piezas de la defensa se hace por medio del hierro, que hay lugar á la duda de si esta clase de fortificaciones es conveniente, y si, áun siéndolo, convendría invertir en ellas los tesoros que exigen, sólo con la esperanza de que alguna vez fuera necesario acogerse á su proteccion, y que para entónces no resultáran ya mezquinas y defectuosas por lo anticuado de sus medios de combate.

Es cierto que las obras de defensa no se construyen para utilizarlas en el momento, sinó en el porvenir, y que el ingeniero en sus cálculos ha de tener en cuenta no sólo los medios de destruccion conocidos, sinó los que merced á los gigantescos progresos que hoy hace la industria, puede suponer lógicamente que en adelante se emplearán para atacar la obra que proyecte; pero si se tiene esto en cuenta como desde ahora se puede observar que entre los probables perfeccionamientos de los medios de destruccion, deberá contarse con la sustitucion de la pólvora ordinaria por sustancias fulminantes en las cargas de los proyectiles explosivos y áun con el empleo de estas mismas sustancias arrojadas en grandes cantidades, pues ya se estudia la manera de disparar sobre las defensas, grandes cantidades de dinamita; si esto se consigue, ¿de qué servirán la mayor parte de las obras actuales? ¿qué dimensiones habrá que dar á las nuevas planchas de blindaje?

Las nuevas formas y condiciones que se dan á las fortificaciones pasajeras hacen creer que presentarán en algunos casos una resistencia casi igual á la de la permanente, y si bien á sus parapetos de tierra se les pone el inconveniente de lo fácil que es destruirlos, en cambio á los de arena se reconoce que poseen una ventaja incontestable sobre los de tierra, pues la penetracion de los proyectiles es menor en ellos, la dispersion por las explosiones es menor tambien y el embudo que éstas producen es más pequeño, siendo á igualdad de condiciones mucho más larga y pesada la formacion de brechas que alcancen á todo el espesor de estos parapetos.

La enérgica y admirable defensa hecha en plazas abiertas, como Gerona y Zaragoza, cuando se luchaba con la antigua artillería, y la tenaz resistencia que hicieron en Plewna los turcos resguardados sólo por obras de fortificacion pasajera, contra tropas que atacaban con todas las ventajas del arma-

mento moderno, permiten que pueda manifestarse de buena fé la duda sobre las ventajas de la fortificación permanente actual, atendiendo en primer lugar á lo caro del sistema y al progresivo desarrollo con que puede contarse en todos los medios de combatir.

La importancia que tiene el número de piezas de artillería que se llevan al combate, induce también á preferir la adquisición de mayor número de éstas, en vez de invertir su importe en acorazar y resguardar ménos número de ellas; pero, sin embargo, tanto el empleo único de la fortificación pasajera como la adquisición de gran número de piezas de artillería para la defensa, no están tampoco exentos de objeciones.

El desarrollo de fortificación pasajera ó mixta que exige una plaza de regular extensión, es de cuatro á cinco millas de contorno: contando con todos los medios necesarios para ponerla en estado de defensa, se tardan en hacer aquellas obras de diez á doce semanas, trabajando en buen terreno, en el que no haya necesidad de recurrir á medios especiales porque sea excesivamente duro ó pantanoso.

Como materiales para esas obras se necesitará sólo en madera para blindajes, alojamientos, baterías, etc., la carga de millares de carros, siendo la primera dificultad el ver cómo y dónde se corta esta madera, se prepara y se trasporta. Aun empleando trenes, será menester organizar éstos de modo que no haya retardos y confusiones en la descarga y transporte al punto de obra, cosa bien difícil si al mismo tiempo se hace la concentración del ejército y las operaciones que exige el período de preparación para la lucha.

Mientras se lleva á cabo aquel servicio, é independientemente de él, 10,000 obreros, entre los que se necesita que haya unos 2,000 carpinteros y 800 carreteros próximamente, se han de ocupar en hacer los movimientos de tierra y blindajes que exigen las trincheras, baterías, parapetos, etc.; y aún contando con que en el espacio de tiempo de las diez ó doce semanas no sobrevengan lluvias que paralicen los trabajos y destruyan lo hecho anteriormente, y con que no haya entorpecimiento de ninguna clase, será difícil encontrar el personal que se ha de ocupar en aquéllos, pues si las obras se hacen después de la declaración de guerra habrán salido del terreno próximo al de la lucha todos los que puedan verificarlo, y además la mayor parte de los obreros úti-

les que queden tendrán que ingresar entre las fuerzas de la primera ó segunda reserva y dedicarse á servicios militares.

El emplear personal del ejército en estos trabajos, distrae é inutiliza para la preparacion al combate á un gran número de hombres, impidiéndoles que se dediquen á la instruccion militar y que estén dispuestos para tomar parte activa en la lucha al primer aviso, pues como no sólo habrá que poner una plaza en estado de defensa, los preparativos de esa clase inmovilizarian una gran parte del ejército. Además, desde la declaracion de guerra al primer encuentro, hoy que la concentracion de fuerzas se hace tan rápidamente, será muy escaso el tiempo para ejecutar estos trabajos, y por lo tanto, imposible de hacer durante él obras de alguna importancia.

Antes de la declaracion de guerra tampoco podría emplearse personal civil, pues no podrá obligársele á ejecutar esos trabajos, ni contando con los gastos que los preparativos de una guerra exige, podría cualquier nacion decidirse á sacrificar eventualmente las sumas que representan estas defensas provisionales, hechas todas á la vez y cuando más se necesitan de todos los recursos.

La idea de adquirir mayor número de cañones en vez de gastar en acorazarlos, puede combatirse observando que las baterías más potentes pueden acallarse si se hacen inhabitables, y ante esta eventualidad es dudoso si valdrá más tener poca artillería bien protegida que mucha expuesta á no poder continuar el fuego por las averías que en ella produzcan los proyectiles enemigos.

El tener gran cantidad de piezas disponibles para acudir con ellas á artillar las baterías de la fortificacion pasajera, exige tambien un material de parque considerable y embarazará mucho á última hora para su buena distribucion, exponiéndose á que sean inútiles los gastos hechos en él si no se terminan á tiempo sus emplazamientos, ó si por la débil proteccion que le prestan las defensas provisionales no oponen al enemigo toda la resistencia que de aquel material debia esperarse.

Es cierto que en todas las plazas hay que tener una cantidad de piezas de reserva, disponibles para artillar con ellas las baterías de contra-aproche y las

defensas que se improvisen entre los fuertes; pero estas piezas están protegidas por las de los mismos fuertes, y son sus axiliares, pudiendo encerrarlas en ellos al menor contratiempo que pueda preverse.

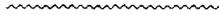
Además, respecto al coste de las piezas y de las obras de sillería y hierro debe observarse que es un error creer que una batería de seis ú ocho piezas es más barata que una torre acorazada, dados los precios de los grandes cañones, no siendo tampoco aquélla superior en potencia á dos piezas bien defendidas y colocadas en una torre acorazada, pues éstas tienen un campo de tiro de 360 grados y las de la batería siempre estarán dispuestas de modo que su accion sea limitada, habiendo puntos en que ninguna pieza pueda entrar en accion. Si para salvar este inconveniente se procura que cada punto del terreno exterior esté batido por dos piezas, la construccion de la batería que satisfaga á esta condicion exige un gasto considerable y una extension de terreno de que muchas veces no se dispondrá.

Los defensores de las torres y locales acorazados señalan como otra de sus ventajas la proteccion que prestan al material y sus sirvientes contra los cascós de los proyectiles que estallan en las inmediaciones, con lo que creyéndose seguro el personal trabaja con más serenidad y son más eficaces los disparos que de este modo se hacen.

Como se vé, el problema de las fortificaciones permanentes, desde el momento que se han de organizar para combatir con las nuevas piezas de artillería, y que en su construccion ha de emplearse el hierro en gran escala y artillarse con piezas de gran calibre, es tan complicado y hay que estudiarlo bajo tantos puntos de vista que es imposible resolver en absoluto acerca de la conveniencia del empleo de aquéllas. En la actualidad, á pesar de los grandes gastos que ocasiona este sistema de defensa, de los inconvenientes técnicos que presenta y de las cuestiones políticas que envuelve, todos los grandes Estados trabajan en perfeccionar sus plazas fuertes y todos recurren á estos poderosos medios de aumentar sus defensas naturales.

En España, aunque en menor escala, tambien hay proyectos para colocar baterías y cúpulas de hierro para resguardar algunos cañones de grueso calibre que se han adquirido, y por lo tanto, útil ó innecesaria esta innova-

cion en las fortificaciones es preciso contar con ella entre los elementos defensivos que se estudien. Además, como nada hay bueno ó malo en absoluto, y ménos en la guerra, el empleo del hierro no puede ni debe considerarse como solucion conveniente en todos los casos, ni tampoco debe desecharse por completo; debe sí aceptarse este material como un elemento más que hay que tener en cuenta al elegir en cada punto el sistema defensivo más conveniente, dada la índole y objeto que en la posicion escogida para ser fortificada haya de llenarse con las obras que se adopten.



---

## II.

### CASAMATAS ACORAZADAS.



UNA de las primeras aplicaciones del hierro en las obras defensivas, fué para acorazar con él los muros de máscara de las casamatas más expuestas al fuego de las baterías del ataque, los cuales nunca pudieron protegerse bien aunque se construyesen con sillares de granito.

El empleo del hierro en esta forma tuvo que desecharse desde luego por los inconvenientes que para las cañoneras presentaba, pues disminuía su campo de tiro sin aumento sensible de resistencia en la obra, teniendo por esto necesidad de suprimir las mamposterías y cerrar las casamatas con solo escudos de hierro: éstos en la actualidad se emplean de tres maneras distintas: en una la coraza es parcial y se aplica únicamente en el frente que corresponde á cada pieza para cerrar el espacio que queda entre los piés derechos de la casamata y su bóveda; en otra todo el frente de la batería acasamatada forma una muralla de hierro continua, con la cual se cubren tambien los pilares de las bóvedas, en los que se sujeta aquélla; y otras veces la coraza es continua y se apoya en pilares tambien de hierro, que forman parte de ella, como sucede en las casamatas Gruson.

La composición y forma de los primitivos escudos fué muy variable: el primer proyecto aceptado fué debido al fabricante Thorneycroft, y el escudo que presentó tenía de 3 á 4 metros de ancho y 2 metros de alto, y estaba formado de barras de hierro de 0<sup>m</sup>,25 de espesor y 0<sup>m</sup>,12 de altura, colocadas unas sobre otras y ensambladas todas entre sí á ranura y lengüeta: para enlazar este escudo en las mamposterías de los piés derechos, las terceras barras superior é inferior tenían un saliente en cada extremo por los que atra-

vesaba una barra de hierro de 0<sup>m</sup>,07 de diámetro que quedaba vertical y á la que se unian dos pernos del mismo grueso, los cuales pasaban á través del estribo de mampostería.

Estos pernos se fijaban con sus tuercas sobre un poste de madera de 0<sup>m</sup>,30 de escuadría, adosado contra el muro al interior de la casamata.

La cañonera situada en el centro del escudo tenía 0<sup>m</sup>,70 por 0<sup>m</sup>,90, y como su poco espesor permitió suprimir los derrames, quedó reducida á 0<sup>m</sup>,63 la superficie abierta que se presentaba á los proyectiles enemigos.

Para reducir el frente de la casamata á las dimensiones indicadas para el escudo se ensanchaban los estribos de la bóveda hasta que el espacio que quedaba entre cada dos, fuese casi la mitad del ancho que cada casamata tiene en su interior.

Las experiencias hechas en 1859 en Portsmouth con esta coraza, hicieron concebir esperanzas de que se llegaría á obtener un resultado satisfactorio en el empleo del hierro, por más que á este sistema se le encontraron los inconvenientes de que las barras centrales, cortadas para formar la cañonera, quedaban muy debilitadas, y la union del hierro con las mamposterías presentaba poca resistencia, siendo fácil arrancar el escudo con pocos disparos que se le hicieran.

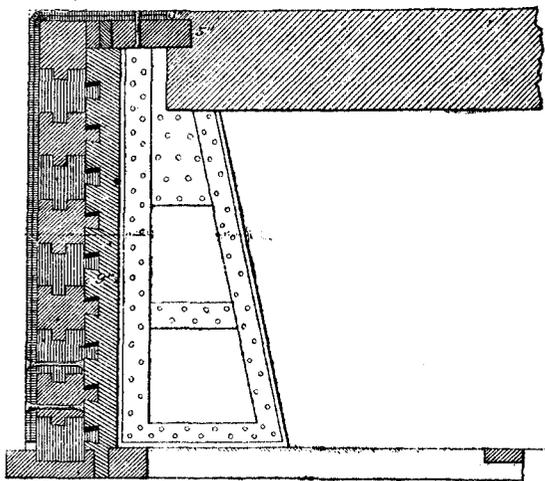
Para corregir estos inconvenientes, se propuso en 1860 que algunas ó todas las barras tuvieran en su cara interior una ranura de seccion trapecial que sirviera para enlazarlas entre sí (figura 1.<sup>a</sup>) por medio de otras barras verticales que entráran en esas ranuras, lo que además de proporcionar un punto de apoyo á los extremos de las cortadas, haría al escudo más independiente de las mamposterías empotrando las barras verticales por sus extremos.

Los escudos entraban además en ranuras practicadas en los sillares, y los pernos, en esta modificacion, no atravesaban todo el muro, sino una parte de su espesor, asegurándose á unas escuadras de hierro que se empotraban en aquél.

En la figura se representa el escudo sujeto, no en las mamposterías, sino en vigas de hierro.

En 1862 el capitán Inglis propuso otro escudo cuya forma era rectangular y se componía de planchas de hierro forjado, batidas primero y laminadas

después, teniendo cada una  $0^m,356$  de anchura por  $0^m,128$  de espesor, las que se colocaban cruzadas en ángulo recto y en capas alternadas, unas horizontales y otras verticales.

FIGURA 1.<sup>a</sup>

Las planchas estaban unidas entre sí por pernos de  $0^m,062$  y cada uno tenía dos planchitas, una de plomo y otra de hierro para apretar contra ellos las tuercas. En las pruebas que se hicieron con un modelo de éstos, se pensó en colocar otras planchas de plomo entre las de hierro, pero no fué posible hacerlo á causa de que los pernos construidos resultaron algo cortos.

Estos escudos pueden hacerse de solo dos capas de planchas ó sea de  $0^m,256$  de grueso, ó de tres, lo que dará  $0^m,40$  de espesor.

Para colocarlos en la casamata, al hacer la construcción se ensanchaban también los estribos de la bóveda, como se dijo ántes, hasta reducir á  $3^m,80$  el frente que quedaba entre éstos, y el escudo se sostenía en los extremos por tornapuntas en forma de columnas tubulares compuestas de planchas y hierros en escuadra, análogas á las que se ven en la figura. Estas tornapuntas se unían por su extremo inferior á una fuerte viga de hierro que se empotraba en el suelo de la casamata: cerca de la cañonera se colocaban otras dos tornapuntas hechas con vigas de sección doble T, quedando con este medio de sujeción la coraza independiente de las mamposterías.

Cuando con ella se ha de proteger dos pisos de casamatas, puede hacérsela de barras de las dimensiones convenientes para que alcancen á defender las dos piezas; pero entónces ha de llevar dos sistemas de tornapuntas, unas en la casamata inferior como ántes se ha indicado, y otras que se apoyan encima de la bóveda de ésta.

Otro modelo de escudo es el ideado por el capitán de ingenieros Schumann. Se compone de fuertes piezas de hierro forjado, cuyo espesor es de 18 pulgadas á lo ménos, las cuales están ligadas unas á otras por lengüetas en forma de cola de golondrina y todas encajan en otras piezas más gruesas y que las rebasan. Este medio de sujecion impide que los proyectiles que choquen normalmente contra el escudo y obren en las juntas á modo de cuña, separen sus piezas.

Con las dimensiones dadas á las piezas de hierro tenían éstas bastante resistencia á la flexion, y al chocar en ellas los proyectiles que entónces se empleaban no producian ni curvaturas ni grandes vibraciones. La supresion de los pernos evita una causa de debilidad y una dificultad de construccion, resultando este escudo relativamente barato.

Cuando se empleaban estos sistemas de corazas las mamposterías correspondientes á los piés derechos de las bóvedas, se solían cubrir tambien con planchas de hierro de 0<sup>m</sup>,07 á 0<sup>m</sup>,10 de espesor, sujetas por medio de tornillos que los atravesaban para asegurar mejor el escudo y colocarlo con más facilidad; las mamposterías se cortaban en escalones al interior.

#### *Casamatas Schumann.*

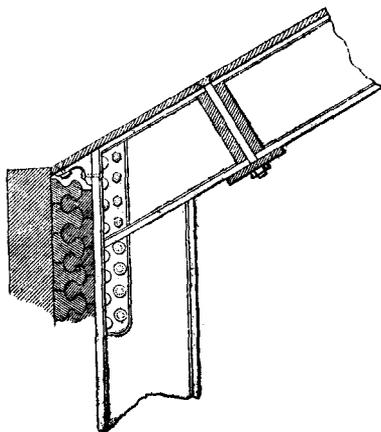
En Mayo de 1866 el capitán Schumann propuso otro modelo que se construyó en Maguncia, donde se sometió á unas experiencias, obteniéndose en ellas un buen resultado.

Este escudo se componía de una plancha de hierro de 12 pulgadas de longitud, 5 piés de altura y 6 pulgadas de espesor, que se apoyaba en una doble fila de carriles Vignole (fig. 2), dispuestos horizontalmente y sostenidos por otra plancha de una pulgada de espesor.

En vista de algunas observaciones hechas en las pruebas, el espesor de la

plancha se aumentó á 8 pulgadas, suprimiéndose los carriles Vignole y rellenándose con maderos los intervalos que quedaban vacíos entre los hierros de doble T que servían de apoyo á la plancha.

FIG. 2.



El blindaje de la casamata se formó tambien al principio con viguetas de hierro, dispuestas como indica la figura y sobre ellas una capa de hormigon recubierta de tierra.

Esta coraza permitía que la casamata tuviera un campo de tiro de 60°: la abertura de la cañonera era la menor posible, y como el escudo estaba á prueba contra las mayores piezas admitidas entónces en los parques de sitio y el blindaje resistía bien al choque y explosion de las bombas de grueso calibre, se consideró la casamata como un modelo muy aceptable.

Las escasas dimensiones dadas á la cañonera no presentaron ninguna dificultad para la puntería, y el ruido de la detonacion no molestaba demasiado á los sirvientes; pero desde el momento que se emplearon para cerrar las casamatas los escudos de hierro con cañoneras reducidas, ya se notó en aquéllas la dificultad que había para la evacuacion del humo producido por los disparos.

Para corregir este defecto Schumann abrió chimeneas en los piés derechos de las bóvedas, con las que consiguió disminuir aquél en el interior; pero en el exterior, sobre todo cuando se han de hacer muchos disparos, el humo

no se disipa fácilmente, sino que queda suspendido delante de la cañonera y oscurece aún más el interior de la casamata que ya cuenta con poca luz.

La molestia que causa en algunos momentos llega á ser tal, que obliga á suspender ó hacer más lento el fuego. Cuando hay que disparar contra objetos fijos, como en las defensas de plaza, este inconveniente no es muy grande; pero en las baterías de costa, en las que debe poderse disparar con gran rapidez y contra objetos móviles, que el humo oculta fácilmente á la vista del apuntador, la desventaja es muy grande.

Para disminuir sus efectos al exterior se propuso sacar más el cañon sobre la coraza, y cuanto más se avance así, más cerca estará el que apunta de la abertura de la cañonera y verá mejor los objetos exteriores, pudiendo hacer un tiro más exacto.

#### *Corazas inglesas modernas.*

Después de largas y costosas experiencias, los ingleses han adoptado para sus corazas un tipo compuesto generalmente de tres capas de planchas de hierro laminado de 5 pulgadas (125 milímetros) de grueso cada una, y separadas una de otra por un acolchado del mismo espesor, hecho de encina, y á veces de cemento de hierro (1).

Las capas de planchas están ligadas entre sí dos á dos por pernos Inglis de 7 pulgadas de largo y de 2,8 pulgadas de diámetro. Los huecos que para ellos se abren en las planchas son de un diámetro algo mayor que el del perno, al que sujetan dos tuercas esféricas que entran holgadamente en estas aberturas. Cada fila de planchas se compone de varias de éstas, cuyo peso viene á ser de 8 á 12 toneladas, y sus dimensiones de 12 piés de largo por 8 piés 2 pulgadas de ancho. Según el coronel Inglis, este sistema de acorazado es conveniente porque la interposicion del acolchado de madera ú otro material ofrece cierta elasticidad, y porque el apoyo que una capa dá á la anterior es muy eficaz, pues así se deja libre entre ellas el espacio que necesitan

---

(1) El cemento de hierro se compone de 100 libras de limaduras de hierro, 42 de nafta, 42 de asfalto y 7 de alquitran, cuya mezcla forma una especie de hormigon muy resistente.

los rebordes y colgajos que se forman en los hierros por el paso del proyectil: además, el grueso dado á las planchas es una garantía de la buena calidad del metal, pues ésta puede ser mejor que si se hicieran más gruesas.

Las uniones pueden alternarse en las varias capas: sin embargo, las intermedias resultan siempre con muchos agujeros, debidos á los pernos de las otras dos que á ellas se ligan.

Estas corazas se emplean de dos maneras: como escudos independientes para cada casamata de mampostería, ó como coraza continua en todo el frente de las baterías; los primeros se usan en los fuertes que defienden los pasos de anchura limitada, donde los buques no pueden fondear para atacar abiertamente las obras de defensa y la coraza continua se adopta para las posiciones expuestas á los ataques envolventes.

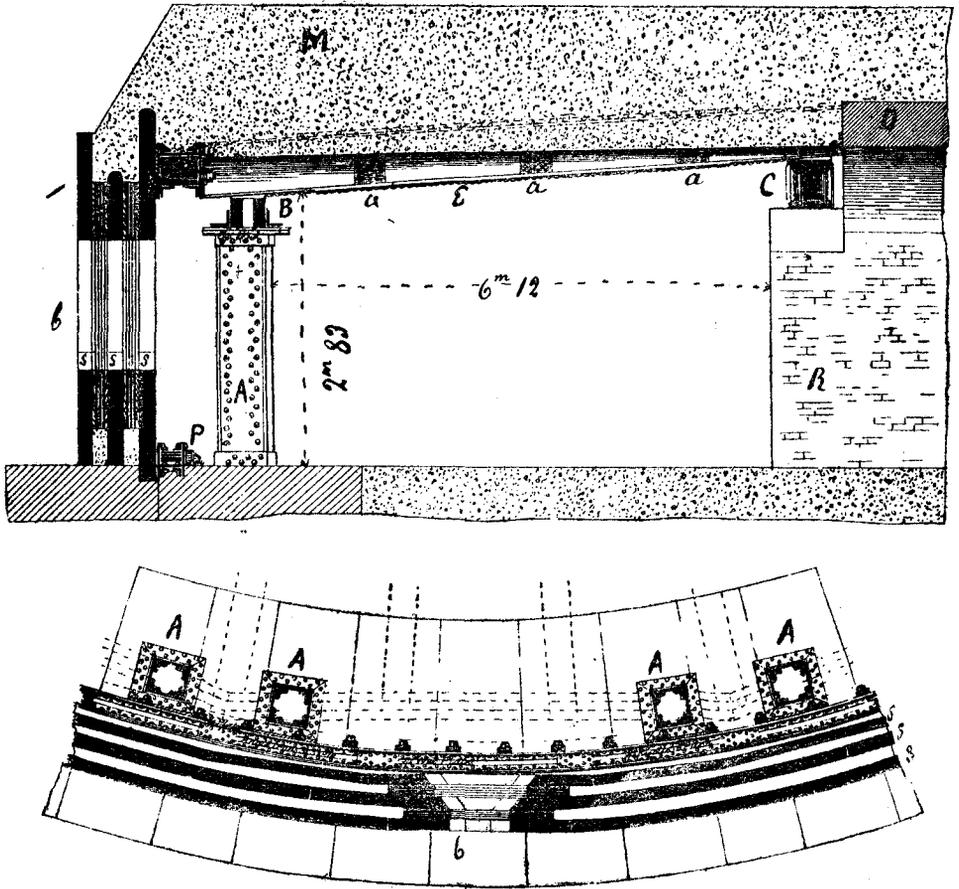
Entre todas las variantes del sistema general indicado, el que más se emplea es el usado en el fuerte Breakwater (fig. 3), y se compone de tres capas de planchas *s* de hierro de á 5 pulgadas cada una, excepto en la cañonera que está reforzada por otra pieza adicional que hace subir á 20 pulgadas el espesor total del escudo.

Las planchas de la cara exterior de la coraza se colocan horizontales y detrás de éstas hay otras de  $16 \frac{1}{2}$  pulgadas de ancho y 11 piés de longitud, dispuestas en sentido vertical; la que corresponde á la cañonera tiene sólo 5 piés y 3 pulgadas de ancho y la misma longitud que las otras.

Las piezas en la cara interior del escudo están dispuestas tambien horizontales y como sigue: primero, una de un pié de ancho y 21 piés 9 pulgadas de largo; sobre ella otra de la misma longitud, pero de 4 piés y 2 pulgadas de ancho; ésta está cortada en la parte *b* correspondiente á la cañonera y sobre ella van dos planchas, una en la prolongacion de otra, y despues tres superpuestas y de una longitud igual á la de la casamata: una de estas tres planchas está cortada en la parte que corresponde al alto de la cañonera. Entre la segunda y tercera capa de la coraza se encuentra otra de cuero de  $\frac{3}{8}$  de pulgada de espesor y entre la tercera y cuarta una delgada de plomo.

Este escudo es independiente de los piés derechos que sostienen la bóveda de la casamata; puede colocarse verticalmente y tambien inclinado á  $\frac{1}{11}$  como se proyectó para el fuerte de donde tomó su nombre: en éste la altura que

FIG. 3.



se le dió fué la de 15 piés, comprendiendo la parte enterrada en el blindaje de la bóveda.

Con esta disposicion no se puede obtener un enlace íntimo entre la coraza y el suelo de la casamata aunque se arme el escudo al mismo tiempo que el resto de la construcción. Los proyectiles que choquen en lo alto producen trepidaciones que destruyen pronto la trabazon de sus piezas, sobre todo teniendo en cuenta que hay que dejar en la parte superior y á cada lado un espacio libre entre la coraza y la mampostería de la casamata para impe-

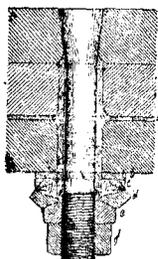
dir la trasmision de vibraciones. El pié de la coraza va empotrado en el mazo de mampostería como indica la figura.

Cinco apoyos verticales refuerzan la coraza por el interior: los dos más próximos á la cañonera se componen cada uno de tres espesores de hierros, de 14 piés de longitud, 12 pulgadas de ancho y 5 de grueso, y de una pieza de madera de encina, de 6 pulgadas de espesor y de la misma longitud y anchura que las dichas de hierro. Los otros tres refuerzos están formados por dos planchas de hierro que abrazan una pieza de encina de las mismas dimensiones que la anterior. Aquéllas y las piezas de madera están ligadas por barras de hierro de una y media pulgada, que sirven de apoyo á las tuercas de los pernos que atraviesan el espesor del blindaje. Entre los apoyos y la cara interior de la coraza se colocan dos láminas de cuero de  $\frac{3}{8}$  de pulgada de grueso. Las tuercas aprietan contra una roldana de madera de olmo, pues de este modo hacen más efecto.

Toda la coraza se sujeta con pernos Palliser y los agujeros hechos en las planchas para su paso están guarnecidos por una especie de tubo de madera de fresno, por el cual pasan.

Estos pernos, inventados por Palliser, resisten muy bien á los choques de la coraza. Su cabeza es cónica como se vé en la figura 4, y su diámetro ma-

FIG. 4.



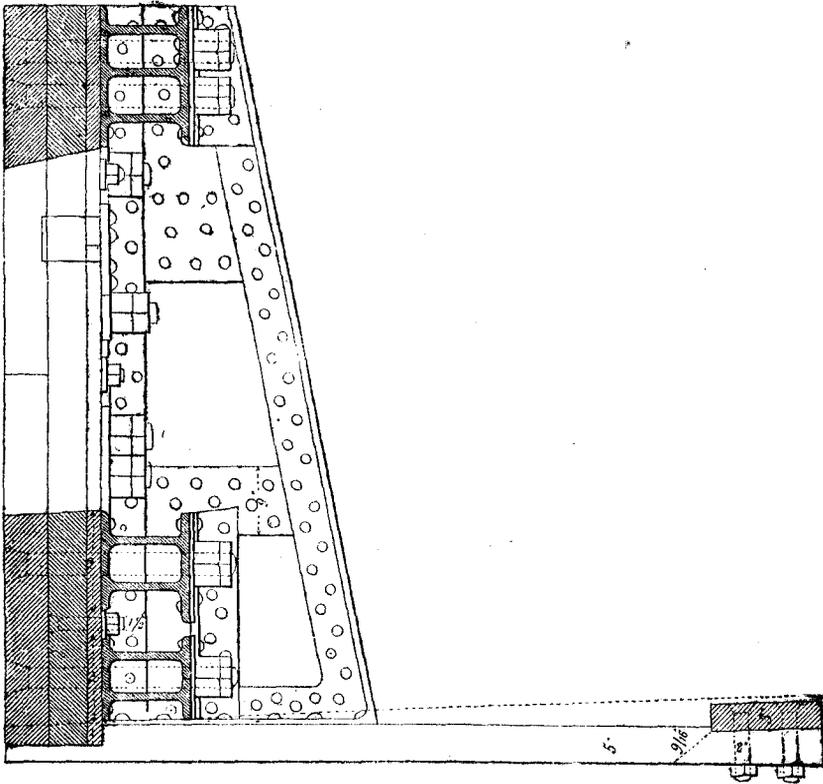
yor es de 4 pulgadas, y el menor de 3, que es tambien el grueso de la parte en que lleva tornillo: su cuerpo es de 2 pulgadas 8 líneas de diámetro, sus estrías son redondeadas, y tienen un paso de  $5\frac{1}{2}$  vueltas por pulgada. La figura representa el perno pasado en las planchas sin acolchado, siendo *a*

la banda de cuero, *b* la roldana elástica, *c* la de alma, *d* el tubo de fresno y *e*, *f* las dos tuercas que entran en los tornillos. La segunda y tercera capa de planchas de la coraza se sujeta con ocho pernos de  $2 \frac{1}{2}$  pulgadas, y en los extremos se colocan 17 más gruesos que los otros y que tienen una cabeza en forma de tornillo, la que se atornilla en la plancha exterior; su grueso es de  $3 \frac{1}{2}$  pulgadas.

*Escudo de Gibraltar.*

El escudo llamado de Gibraltar (fig. 5) es análogo al anterior y sirve

FIG. 5.



para cerrar las casamatas y también para emplearlo en baterías al descubier-  
to: en las casamatas las planchas de hierro de cada capa se colocan como en

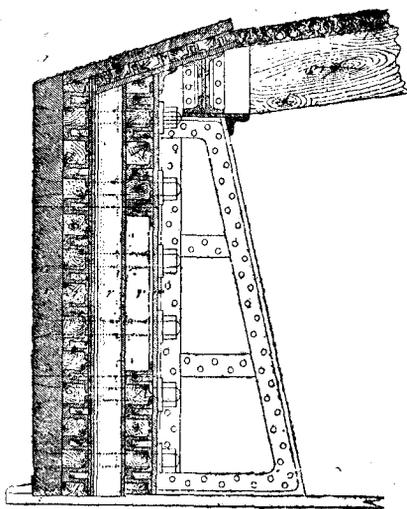
el escudo anterior: son de 2 pulgadas de grueso y se sujetan con pernos Inglis. En las baterías de costa se dá á las planchas 5 pulgadas de grueso.

Para sostener la coraza se emplean contrafuertes de hierro como se vé en la figura 5, ó tambien se reemplazan éstos por cajas de palastro rellenas de hormigon, las cuales sirven no sólo para sostener el escudo, sino tambien en las baterías al descubierto para preservar los sirvientes y las piezas de los disparos de enfilada.

*Escudo de Hughes, fabricado por Milwall.*

Este es más sólido y barato que el Breakwater, y se compone de planchas de hierro de 9 pulgadas (fig. 6) sostenidas por piezas tambien de hierro,

FIG. 6.



huecas y rellenas de encina: la coraza que se coloca frente á cada cañon pesa  $37 \frac{1}{2}$  toneladas.

Las piezas huecas están dispuestas horizontalmente y van recubiertas por dos placas de  $\frac{3}{4}$  de pulgada y el conjunto del escudo queda sostenido por contrafuertes de palastro semejantes á los del llamado *Gibraltar*.

Para reforzarlo cuando sea necesario se emplean otras vigas de hierro co-

locadas detrás de él y verticalmente contra las planchas, excepto por debajo y encima de la cañonera, donde se ponen horizontales.

Estas vigas se sostienen con otras huecas de 12 pulgadas de espesor, colocadas detrás y horizontalmente: á cada lado de la cañonera van dos semejantes, dispuestas á ángulo recto con las primeras, y el todo unido á una placa de  $1 \frac{1}{4}$  de pulgada; el conjunto de la construcción se consolida por pernos de  $3 \frac{1}{2}$  pulgadas.

Los apoyos huecos, las vigas y los intervalos que quedan entre ellos se rellenan de piezas de encina, que es la madera más conveniente, porque resiste mucho tiempo á la humedad.

A los apoyos debe dársele el mismo espesor que á las planchas, ó sea 9 pulgadas. Las contraplacas dichas resultaron débiles en las pruebas, y se debían sustituir por otras de  $1 \frac{1}{4}$  de pulgada en vez de  $\frac{3}{4}$ , y los pernos por otros de  $3 \frac{3}{4}$  en vez de  $3 \frac{1}{2}$ .

#### *Forma de las casamatas.*

Los ingleses construyen sus casamatas con los modelos de corazas indicados anteriormente, empleándolos de varios modos: unas veces el escudo está empotrado entre las mamposterías de las bóvedas y defiende uno ó dos pisos de casamatas; otras va fijado sobre las mamposterías y reforzado con columnas hechas en forma de pilastras de hierro huecas y rellenas de hormigon, y otras la casamata es toda de hierro.

Las casamatas de los fuertes *Picklecombe* y *Garrison Point* son del primer tipo, y tienen dos órdenes de fuego. Su coraza está formada por tres capas de planchas de hierro de á 10 pulgadas, contenidas entre una fuerte armadura hecha con barras y hierros de ángulo, la cual está unida á la mampostería con pernos, piezas en forma de cola de milano, etc. En los fuertes de *Santa Elena*, *Portsmouth*, *Malta* y *Gibraltar* las corazas también de la misma clase están formadas con tres planchas de á 6 pulgadas ó por dos de á 9 y reforzadas con un acolchado entre ellas: estas corazas están sostenidas con pilastras-cajones de hierro rellenos de hormigon.

En el fuerte *Breakwater* las bóvedas de la casamata (fig. 3) se sostienen

por viguetas de hierro *E* apoyadas en vigas *B* huecas, que están empotradas por sus extremos en los piés derechos *A* y por otras vigas más pequeñas que unen las *E*. Estas bóvedas son de ladrillo y tienen  $13 \frac{1}{2}$  pulgadas de espesor; por el intradós están forradas con planchas de palastro grueso y cubiertas en el trasdós por una capa de hormigon de 3 á 4 piés de gruesa.

Los piés derechos *A* son de hormigon hecho con cemento Portland, el cual vá dentro de un encofrado de palastro de  $\frac{1}{2}$  pulgada de grueso, reforzado con hierros de ángulo.

Las vigas huecas *B* se hacen de planchas de  $\frac{3}{8}$  de pulgada, y con hierros de ángulo de  $\frac{3}{4}$  de pulgada. La primera tiene una altura de 18 pulgadas y está llena de hormigon de cemento Portland. La altura de la segunda es de 2 piés. Una traviesa de encina liga entre sí los dos apoyos próximos á la cañonera á la altura de la bóveda central. La parte anterior de la capa de hormigon es de cemento de hierro.

Las baterías de *Horse-sand* y *No-Mans-Land*, en la rada de Spithead, son todas de hierro y su coraza está sostenida por pilastras-cajones llenas de cemento y por barras de hierro verticales que desde el pavimento inferior van hasta el techo, y cuyo pié está empotrado en una larga plancha encorvada que corre alrededor del fuerte y va sujeta en la cimentacion: otras dos de aquéllas encorvadas del mismo modo sostienen estas barras, una á la altura del plano superior y otra á la altura del techo.

En el de *No-Mans-Land* la plancha intermedia es independiente del sosten del pavimento del piso superior, para que las pequeñas deformaciones que la coraza experimenta en los choques, no produzcan efecto en los órganos de maniobra de los cañones.

Estos fuertes están contruidos de modo que pueda añadirseles encima torres giratorias armadas con dos cañones. Los de Spithead pueden recibir cada uno cinco torres, y las de *Spitbank* y de *Plymouth*, dos.

#### *Corazas rusas.*

El sistema de corazas aplicado en Rusia y más especialmente en Cronstadt, varía esencialmente del inglés.

En Cronstadt el fuerte Constantino tiene dos frentes cubiertos de planchas de hierro forjado de 17 á 24 centímetros, inclinadas á 22° con la vertical y fijadas sobre un acolchado de madera de encina que va apoyado en la mampostería; el tercer fuerte tiene una coraza vertical del sistema Thorneycroft, compuesta de dos capas de hierro separadas por un acolchado de madera; cada capa se compone de barras horizontales de seccion de V que encajan unas en otras y están reforzadas interior y exteriormente por planchas de 12 centímetros de espesor.

Las corazas se sujetan con pernos y se apoyan en contrafuertes muy resistentes.

#### *Casamatas Grilson.*

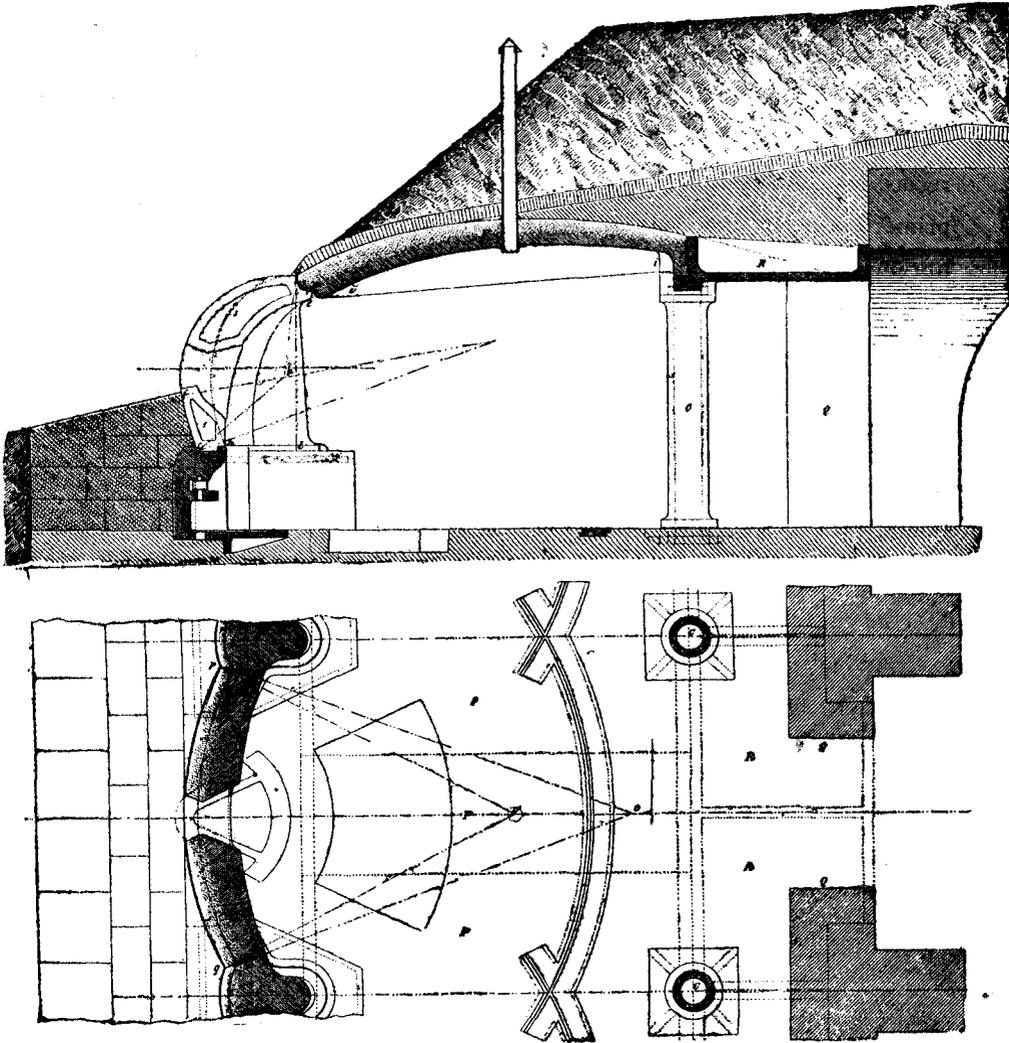
Son todas de hierro, de fundicion endurecida y se construyen para baterías de varios cañones, los que se colocan unos al lado de otros, dejando entre ellos el menor intervalo que permitan las dimensiones de los afustes y el campo de tiro que debe tener cada pieza.

El emplazamiento necesario para cada cañon se compone de la coraza, las planchas de techo que forman la bóveda de la casamata, las piezas en que descansa la coraza y los estribos que dividen cada casamata de las otras contiguas.

Las corazas sucesivas de los varios cañones unidas á las piezas que sirven de estribos forman la pared frontal de la batería, que se presenta toda ella descubierta.

La forma de las piezas de fundicion endurecida que constituyen la coraza es la que se vé marcada en la figura 7 de  $p$  á  $q$  en la proyeccion horizontal, y la correspondiente  $ii$  en la vertical. La superficie exterior de las planchas es de revolucion alrededor del eje que se proyecta en  $o'$ ; la interior tambien es de revolucion y su eje está en  $o$ . La seccion de ambas superficies es la que se vé en la proyeccion vertical; la curva exterior se forma por un solo arco, y á veces por dos, estando más encorvado el que corresponde á la parte superior del escudo; la forma de esta curva se determina en relacion al grueso de la plancha y al desarrollo que debe tener segun la clase de cañon que se ha de instalar en la casamata, y al campo vertical de tiro que se le ha de dar.

FIG. 7.



En las casamatas construidas ó estudiadas para cañones del calibre comprendido entre 12 y 45 centímetros, montados en afustes del sistema Gruson, el radio de la curva varía entre 1 y 2 metros, y su centro está en la directriz de la cañonera ó por bajo de ella; el ángulo  $p o' q$  viene á ser de 135 grados.

La curva interior es excéntrica respecto de la exterior, y está trazada de

manera que el grueso máximo del escudo caiga alrededor de la pared de la cañonera, y desde ésta vaya gradualmente disminuyendo hasta que en el extremo venga á tener poco más de la mitad del grueso máximo.

Los bordes superior é inferior de la seccion son, como se ve en la figura, el primero en forma de ángulo obtuso y el segundo con un diente ó escalon.

La seccion horizontal de la coraza la forman dos arcos de círculo y dos rectas: los centros de los arcos están sobre la directriz de la cañonera y el primero se determina segun el espacio que necesite el afuste para recorrer libremente el campo de tiro, y el segundo de modo que la distancia entre ambos centros haga que el grueso del escudo en los extremos  $p$  y  $q$ , venga á ser de  $\frac{1}{5}$  á  $\frac{1}{9}$  menor que en el medio.

En las construcciones hasta ahora hechas, ó estudiadas, el sector horizontal de tiro varía entre 40 y 80 grados, segun su amplitud, ó segun el calibre y la longitud de la boca de fuego, el radio  $op$  varía de 3<sup>m</sup>,7 á 6<sup>m</sup>,5 aproximadamente.

La cuerda del arco  $p q$  mide de 2<sup>m</sup>,4 á 4<sup>m</sup>,5.

Esta coraza se forma de una ó varias planchas, las cuales tienen sus cantos cepillados, pero tan sólo en los bordes, como se vé en la figura, para facilitar el ajuste de unas con otras, el que sería difícil si todo el canto tuviera que ajustarse. Entre los dos bordes cepillados queda una ranura con la que despues de adosadas dos placas en su sitio, se forma una canal que se rellena con plomo ó zinc derretido. Esta union y el enorme peso de las piezas dan la suficiente estabilidad al conjunto, que además vá reforzado por unas fuertes barras circulares que atraviesan las planchas inferiores, y las unen á los pilares de mampostería de la gola de la casamata en que quedan empotradas; en el emplazamiento de cada cañon hay dos de estas barras, que van por debajo de las esplanadas.

El grueso de estas corazas varía entre 60 centímetros y 1<sup>m</sup>,10 á lo más en su parte de mayor espesor.

Entre las casamatas de dos cañones consecutivos van las piezas que sirven de pilastras ó estribos para dividir los emplazamientos y sostener la bóveda. Estas planchas, que son las que se ven en  $S$  en la figura y en proyeccion vertical llegan hasta  $e l$ , hacen el oficio de cuñas para la union y estabi-

lidad de las corazas. Su forma es como indican las figuras 7 y 8, con una base ancha empotrada en la cimentacion de sillería ó de piedra de la casamata: su union con la coraza en sentido vertical es sólo por contacto y con el plomo derretido, que en la figura 7, cerca de  $p$  y  $q$ , se marca con tinta más oscura.

Estas planchas son las de mayor peso, pues llegan á alcanzar hasta 37.000 kilogramos.

Las placas del techo  $P$  tienen la forma rectangular y suelen ser de 7 metros por 1<sup>m</sup>,75 próximamente; los lados mayores, segun los cuales se unen una á otra, están dispuestos en sentido de la profundidad de la casamata, y como las de la coraza, tienen los cantos cepillados y llevan unos nervios en los bordes, que además de reforzarlas hacen más ancha la cara de junta. La superficie exterior de cada una de estas planchas tiene una doble curvatura, como se representa en la vista. La superficie interior es semejante á la de afuera.

El grueso máximo está en  $u$  en su union con la coraza y su espesor en este punto viene á ser próximamente los  $\frac{2}{3}$  de el del escudo en el mismo sitio y á veces algo menor, pues en general su grueso no pasa de 15 á 20 centímetros.

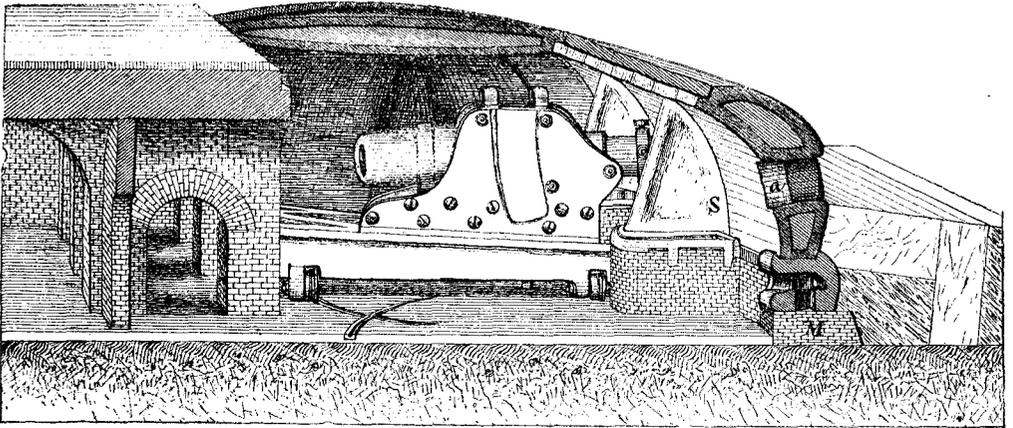
El número de planchas de techo depende de la distancia que haya entre las directrices de las cañoneras, pues una de aquéllas se coloca en el centro, correspondiéndose con la cara de union de las dos de coraza contiguas y en los intervalos que resultan se ponen una ó dos de techo, segun su anchura. Las condiciones de resistencia á los disparos, y las de la fabricacion, limitan la anchura de éstas á 7 ú 8 metros á lo más.

Colocadas en la casamata apoyan por delante en la coraza, mediante un resalto que llevan en el canto, el cual se sujeta en el ángulo del corte de la coraza: por detrás están sostenidas en las columnas de fundicion huecas  $G$  que hay empotradas sobre el pavimento de las casamatas y en los muros que cierran la gola. Unas y otras juntas se rellenan de plomo ó zinc fundido, como en la coraza, cuidando de dejar un hueco de 3 á 5 milímetros para las dilataciones.

En el centro de cada cubierta hay una chimenea que sobresale unos cuantos centímetros sobre el techo y sirve para ventilar el interior de la batería.

Las planchas de la coraza apoyan sobre un zócalo de fundición *M* (fig. 8), situado sobre el pavimento que sirve de apoyo al marco en que va la pieza; para esto, hácia el interior y correspondiéndose con el centro de la cañonera,

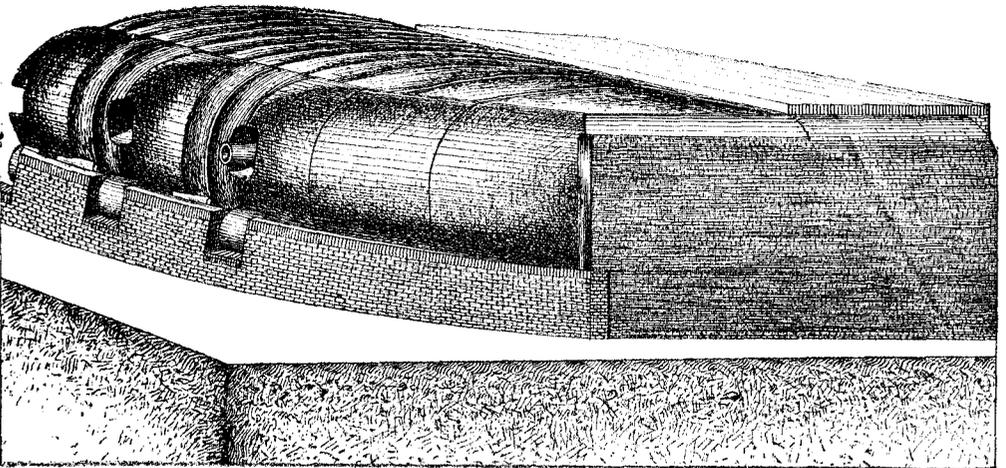
FIG. 8.



llevan los dados de fundición una cavidad, como se vé en la figura, en la cual está colocado el perno de rotación de la esplanada.

El borde superior de este zócalo cubre las juntas de las planchas de coraza, como se vé en la figura 9, y el inferior encaja en las mamposterías de la parte subterránea de la construcción.

FIG. 9.



Estas mamposterías se elevan sobre el zócalo lo bastante para que con ellas pueda cubrirse la union de la coraza, excepto bajo la cañonera: para que el rebufo del cañon no las destruya están protegidas por varias capas de hormigon revestidas con un paramento de granito, que aumenta la resistencia de la plancha del pinzote y constituyen una especie de corredor al frente y por debajo de las cañoneras. Sobre las columnas *G* y sobre las pilastras *Q* (fig. 7) que forman parte del muro de espalda de la casamata, están colocadas tocándose unas con otras las planchas *R*, tambien de fundicion y encorvadas, en las que apoyan por un lado las de techo y por el otro encajan en el muro, y sirven para asegurar la estabilidad de la coraza.

La forma particular de las planchas *R* varía segun la altura de los locales, la anchura del corredor comprendido entre las columnas *e* y las pilastras *Q*, y con el peso de la coraza.

El pavimento de la casamata es de mampostería mezclada á veces con sillería, y debajo de él hay locales que generalmente sirven de almacen de proyectiles y municiones, comunicándose con el piso de las baterías por pozos y escalas.

Los flancos de la obra apoyan, segun las circunstancias, en el terreno, ó están cerrados por muros transversales (fig. 9), en los cuales se empotran las planchas de coraza extremas, la correspondiente plancha de techo y las últimas piezas del zócalo.

A espaldas de la casamata suele haber otras bóvedas de piedra á prueba de bomba, que sirven para acuartelamiento de la tropa. Las tierras que protegen la parte superior de estas bóvedas alcanzan tambien á cubrir las planchas de techo, que van además protegidas por una capa delgada de asfalto, sobre la cual hay otra de mampostería de unos 25 centímetros, á la que se le carga con la de tierra, á veces revestida de sillería. La forma exterior del conjunto es la que se vé en la figura 9, y corresponde á una batería de 21 centímetros, como todas las otras figuras.

Las pilastras dividen el interior en compartimentos, en cada uno de los que se coloca una pieza de artillería. Para que la seguridad de ésta sea la mayor posible, la cañonera que hay en la coraza es de las dimensiones estrictamente necesarias para el juego de la pieza. Esto exige una disposición

especial en el afuste, el cual permite que los muñones suban ó bajen para la puntería, permaneciendo fija la boca del cañon, y colocando así el centro de giro en el centro de la misma cañonera. El giro horizontal se obtiene como de ordinario por medio del marco.

Con las dimensiones dadas á la cañonera, mientras el calibre y la longitud de los cañones están por bajo de ciertos límites, la boca de las piezas queda casi á nivel de la superficie exterior de las corazas y si salen algo es muy poco. Esta disposicion no puede convenir en las casamatas para cañones de grueso calibre ni en los de calibre pequeño pero muy largos, y para emplearla sería preciso hacer retroceder considerablemente la esplanada del afuste respecto al perno de giro, y entónces ó se tendría un desarrollo excesivo de frente de coraza ó el campo del sector horizontal de tiro sería muy pequeño. Este retroceso del perno no puede tampoco hacerse á causa de las planchas del techo, cuya longitud es limitada: por esto para las piezas grandes hay que dar una salida considerable á los cañones sobre el escudo, lo que si bien hace ménos probable la entrada en la cañonera de los cascos de los proyectiles lanzados contra la batería, expone las piezas á más pronta destruccion, sobre todo si el tiro enemigo tiene una direccion oblícua respecto á la de la coraza. Así al ménos se comprobó en Prusia en una batería de nueve cañones de 21 centímetros, cuyas dimensiones principales se indican en el cuadro siguiente.

La luz dentro de estas casamatas, por lo reducido de la cañonera y por estar cerradas por la gola, es algo menor que en las ordinarias; se remedia en parte esta falta pintando de blanco las paredes interiores, pero casi siempre es indispensable recurrir al empleo de luces artificiales para ver bien. El espacio disponible dentro de la casamata es muy escaso y molesta para el servicio por lo reducido. Tambien molesta el humo á pesar de las chimeneas.

En alguna batería se han hecho casamatas con dos cañoneras para la misma pieza, la que se varía de una á otra por medio de los carriles del piso.

*Datos y observaciones referentes á las corazas de casamatas construidas hasta ahora por la casa Gruson.*

NACION.	Cañon instalado en la casamata.			Dimensiones principales de la casamata.			Grados del sector de tiro de los cañones.		Grueso máximo de la plancha en centímetros.		Peso en toneladas de la coraza y de las otras partes de fundicion.	
	Calibre en centímetros.	Longitud en calibres	Peso en toneladas.	Intervalos entre las directrices en metros.	Anchura en metros.	Altura interior en metros.	Horizontal.	Vertical.	De los escudos.	De techo.	Para cada casamata de ángulo.	Para las intermedias.
CORAZAS EN LAS OBRAS DE COSTA.												
Bélgica.	24	25	17	5	7	28	60	$\left. \begin{matrix} +12 \\ -6 \end{matrix} \right\}$	80	33	157	131
Alemania.	21	22	10	6'3	6'6	27	80	$\left. \begin{matrix} +12 \\ -6 \end{matrix} \right\}$	90	33	202	170
CORAZAS PARA FUERTES DEL INTERIOR.												
Austria.	12	26'5	1'7	3'2	4	2'2	40	$\left. \begin{matrix} +25 \\ -10 \end{matrix} \right\}$	53	29	66	53
Italia..	15	23	3'3	4	5	2'6	60	$\left. \begin{matrix} +25 \\ -10 \end{matrix} \right\}$	57	36	99	78

*Casamata Krupp, cañon acorazado, ó cautivo.*

El empleo de las corazas y escudos en la forma indicada anteriormente, presenta cañoneras más ó menos grandes, segun el ángulo de tiro de que se quiere disponer, á las que con la precision actual de la artillería no es difícil dirigir los proyectiles, bastando un solo disparo bien hecho para destruir un cañon y herir ó inutilizar la mayor parte de los sirvientes encerrados en una casamata. En estas condiciones los gastos considerables que exigen las corazas no estarán en relacion con su utilidad real.

Por esto, reconociendo que las cañoneras constituyen, tanto en los sistemas de casamatas acorazadas como en los de torres giratorias, el lado débil de la obra, los artilleros, ingenieros é industriales buscan los medios de reducir al mínimo la abertura exterior; pero hasta ahora todos los sistemas conservan un vacío entre la cara de la pieza y su cañonera.

La proteccion eventual que se ha querido dar á la cañonera empleando para cerrarla una porta ó escudo móvil, no basta y tiene más inconvenientes que ventajas, por lo que Krupp, partiendo de un principio bastante nuevo, trata de suprimir el vacío ó abertura de la cañonera, suprimiendo de un modo absoluto el retroceso de las piezas.

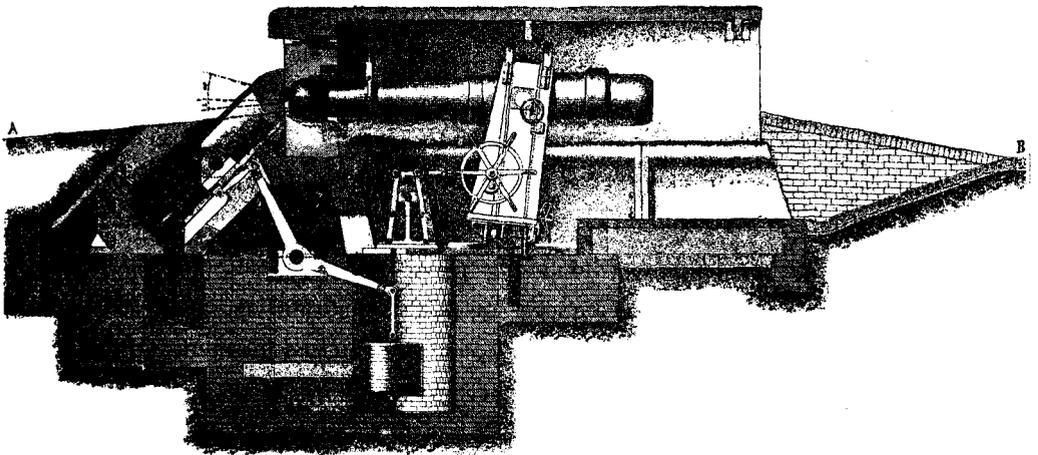
Con este objeto aprisionó el cañon por medio de una esfera metálica que atornilló á su boca y alojó en la plancha frontal de la coraza, la cual de este modo queda unida al cañon, á quien sirve de escudo, por cuya razon se ha llamado á esta pieza así dispuesta cañon acorazado.

Aun cuando presa de esta manera la pieza de artillería, como la esfera no queda comprimida, puede apuntarse entre ciertos límites en todas direcciones, haciéndole girar alrededor del centro de la esfera referida, la cual no tiene más movimiento que el necesario para la puntería.

De este modo queda suprimida la cañonera ó completamente obturada su abertura, percibiéndose sólo desde el exterior, porque es preciso abocinar algun tanto la placa para dar salida al proyectil bajo diferentes ángulos. El cañon no tiene retroceso, y la rotacion para la puntería se fija en su misma boca.

Para el cañon Krupp de 15 centímetros (fig. 10), la plancha de coraza tiene la forma de un trapecio, cuyo lado superior es de 1<sup>m</sup>,60 y el inferior de

Fig. 10.



1<sup>m</sup>,10, y su altura de 1<sup>m</sup>,75, presentando al exterior una superficie de 1<sup>m</sup>,50 cuadrados: su grueso es de 50 centímetros y pesa 8000 kilogramos.

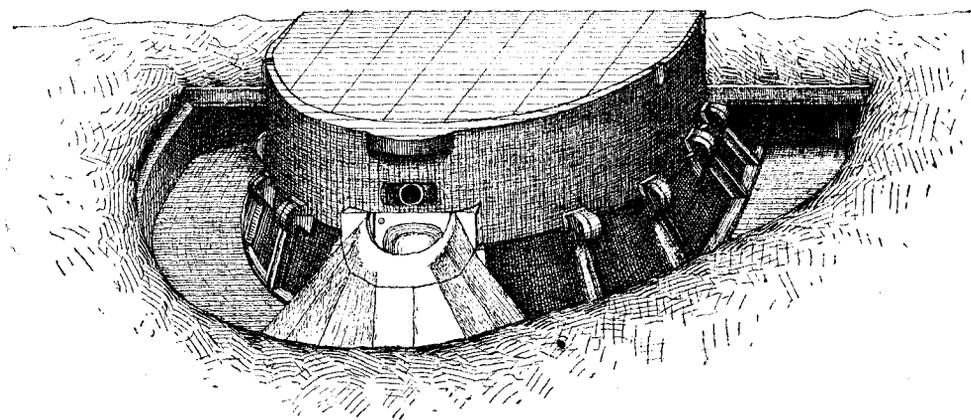
Esta plancha no se hace de fundicion y de acero como son las placas Krupp, sino de una combinacion de hierro dotada de diferente dureza, y en su parte central, que es donde se halla incrustada la esfera, es de dos clases de hierro, siendo por el interior de fundicion y al exterior de acero durísimo; esta parte central va empotrada en la plancha de coraza.

La esfera está sujeta en la plancha por un sombrero anular de hierro forjado, que se atornilla en ella con un tornillo de filetes rectangulares; para poder quitar el sombrero ó apretarlo más fuertemente tiene hechas dos entalladuras á cola de milano, diametralmente opuestas, que permiten adosarle dos arcos dentados, los cuales reciben el movimiento por medio de unas palancas cuyo punto de apoyo estriba en alojamientos previamente preparados en la cara interior de la coraza.

Con este sombrero la esfera queda sostenida de tal manera, que la pieza puede inclinarse en todos sentidos, sin que nunca deje descubierta la cañonera. La operacion de atornillar ó destornillar el sombrero no presenta dificultad, y el cañon puede sacarse cuando sea necesario.

La planta de la casamata (fig. 11) tiene la forma de una semielipse con el eje mayor en el centro, resultando así la mayor curvatura en el frente, donde

Fig. 11.



está preso el cañon. Los muros se hacen de ladrillo, revestidos de planchas de hierro muy inclinadas para facilitar los rebotes. Las que forman los costados y techo son tambien de hierro, relativamente más delgadas, de unos 13 centímetros de grueso, y en parte pueden ser recubiertas de tierra. En las primeras casamatas estas planchas se colocaban verticalmente, pero ahora se ponen inclinadas formando unos 70 grados con la vertical, y se sostienen por detrás con fuertes tornapuntas de hierro tubular. Las partes de coraza expuestas á los disparos están unidas entre sí sólo por su mútuo apoyo, sin emplear pernos, tornillos ú otros medios de union. Por debajo de la boca de la cañonera la casamata está protegida por un pequeño foso, cuya escarpa se hace de planchas de hierro forjado é inclinada en 30 grados. Estas planchas están cogidas y fijadas sólidamente en un macizo de mampostería que rodea la casamata.

Mientras no se hace fuego la cañonera está protegida por una porta ó escudo de hierro forjado de 35 centímetros de espesor, cuyo aspecto exterior se asemeja á las antiguas corazas de la caballería, habiéndosele dado esa forma para que no sea fácil que en él agarren los proyectiles que se disparen contra el cañon. Este escudo resbala por un plano inclinado á 45° sobre unas guías y se manobra con la mayor facilidad por medio de un contrapeso que se mueve en un pozo excavado detrás de la cañonera; dicho contrapeso obra mediante una palanca de ángulo (fig. 10), cuyas dos extremidades se ligan al escudo de máscara y al contrapeso: éste está calculado de manera que pese más que el escudo, con lo cual la cañonera estará siempre cerrada y sólo se abrirá en el momento en que se ha de hacer cada disparo, levantando para esto el contrapeso: de este modo la cañonera está siempre protegida: el escudo al bajar desaparece tras el espaldon de tierra que protege la parte inferior de la coraza, como se vé en la figura 11.

Anulado como lo está el retroceso, el cañon puede montarse en vez de la cureña ordinaria, en un afuste especial de hierro que permite se le dé la direccion conveniente en sentido vertical y horizontal, con mucha facilidad y precision.

La inclinacion se dá por una cremallera ó un émbolo hidráulico que hace subir ó bajar los muñones segun una ranura rectilínea que hay en las gual-

deras que llevan los soportes, siendo  $25^{\circ}$  la mayor elevacion que se le puede dar y 5 la depresion máxima á que puede apuntarse.

El movimiento horizontal se hace sobre rodillos en una vía circular, y el campo de tiro en este sentido es de  $20^{\circ}$ . Indices y limbos, convenientemente colocados, marcan la situacion del eje de la pieza con referencia á la horizontal y al plano vertical de simetría de la casamata en milésimas partes de la distancia al centro de rotacion.

La puntería se hace con una varilla de un metro de larga que lleva á un extremo una mira fija, y al otro un ocular móvil que marca el alza y la derivacion. La visual se puede dirigir por el ánima misma de la pieza, puesto que es de carga por la recámara, ó por una pequeña abertura que hay en la coraza verticalmente sobre el centro de la esfera y defendida por el resalto que se ve en la figura: en este caso con la varilla se asegura el perfecto paralelismo de la visual con el eje de la pieza, siendo este medio mejor que el primero, que no dió buenos resultados.

La supresion del retroceso permite que una vez apuntada la pieza pueda seguirse disparando con ella en la misma direccion sin necesidad de rectificar la puntería.

El foso que hay alrededor de la casamata sirve para asegurar las comunicaciones con los almacenes y depósitos que suele haber á su inmediacion.

En el año 1879 ensayó Krupp en Meppen uno de estos cañones de 15,5 centímetros, instalado en una casamata de paredes verticales análoga á la detallada ántes, teniendo lugar las experiencias delante de gran número de oficiales de casi todos los ejércitos europeos.

Durante los disparos varios oficiales se sentaron en la caña del cañon, otros tuvieron sus manos sobre la culata y todos aseguraron que no se observaba la menor señal de retroceso, ni aún el más pequeño movimiento en aquél.

En cuanto á la resistencia de la plancha frontal y el manejo de la pieza, no se consideraron suficientes las experiencias para decidir con acierto, creyendo necesario ántes de emitir una opinion decisiva zanjar la duda de si empleando piezas de mayor calibre resistiría la coraza de la misma manera los esfuerzos repetidos que en ella hicieran el cañon con su esfuerzo para retroceder en un fuego sostenido, y los proyectiles enemigos que chocasen en

las inmediaciones de la cañonera. Con este objeto organizó Krupp nuevas experiencias con el mismo cañón de 15,5 centímetros, el que debía disparar un crecido número de tiros, y además sufrir una cantidad considerable de disparos lanzados contra su coraza.

En la primera parte de la prueba los resultados fueron análogos á las anteriores, y la segunda se dispuso de modo que dos piezas de artillería, una de 12 y otra de 15, situadas en una altura á 320 metros de distancia de la casamata, rompieran el fuego contra ella con proyectiles de acero, mientras el cañón de ésta figuraba contrabatirlas, tirando á dos blancos colocados al pié de la eminencia referida. Aun cuando los sirvientes y varios oficiales permanecieron dentro de la obra, no ocurrió incidente alguno desgraciado, resistiendo la coraza perfectamente.

Después de sufrir estos disparos volvió á hacerse fuego sobre los blancos, y en seguida, cerrada de nuevo la porta, se lanzaron sobre el frente de la casamata diez proyectiles de acero de 15 centímetros, y vuelta á abrir aquélla se tiraron contra la boca misma de la pieza acorazada otros dos proyectiles de 15 centímetros.

En esta prueba la coraza resistió mucho mejor de lo que se esperaba; los proyectiles de acero penetraron en ella 14 centímetros; los que dieron sobre los costados rebotaron sin llegar á agarrarse en las planchas, viéndose las rozaduras que causaban, pero sin que se observára después degradación en el conjunto de la casamata.

A pesar de esto los bordes de la cañonera, sin sufrir deformación alguna sensible, comprimieron y acuñaron con sus abolladuras la esfera, de tal modo que el cañón quedó preso sin poderlo mover para apuntar, y siendo imposible continuar con él el fuego más que en la dirección en que había quedado sujeto.

Por medio de dos fuertes cricks se consiguió después zafarlo de la posición en que estaba, pero se vió que era imposible maniobrar con él.

Como resultado de estas experiencias se decidió que era preciso hacer algunas modificaciones en la manera de fijar la esfera al cañón y la coraza, con objeto de que se pudiera aflojar el cierre y conservar al cañón el movimiento indispensable para continuar el fuego, aun cuando ocurriese algun desper-

fecto como el ya referido. El sombrerete anular que cerraba la articulacion del cañon con la coraza entraba á rosca de filete triangular, y se acuña de tal modo con los disparos que era sumamente penosa la operacion de destornillararlo para sacar la pieza; por esto se reemplazó por otro de filete rectangular en la forma dicha al describir la casamata.

En cuanto á la resistencia de la plancha frontal, de las experiencias hechas en 1879 no se puede deducir nada fijo, pues con que un solo proyectil choque en la esfera entre el cañon y la coraza, ó bien en la apertura exterior de la cañonera cerca del borde, basta para poner el cañon fuera de servicio, por poco tiempo si el daño es ligero y tal que no impide que funcione el cañon, pero por un tiempo indeterminado si el daño fuera mayor.

Respecto al grueso, Krupp cree que dando á la plancha el comprendido entre los límites de 1 á 2 calibres, se tendrá toda la resistencia que conviene en la práctica.

La instalacion del cañon y de los aparatos para el movimiento de la porta y puntería de la pieza, son buenas y no deben sufrir modificaciones.

A pesar de ser la obturacion casi completa, el humo de los disparos entra dentro de la casamata por el ánima de la pieza cuando se abre para cargarla de nuevo; esto se nota más cuando el viento sopla de frente, á ménos que se corra la porta, lo que no debe hacerse en el tiro rápido; aún con esta precaucion todavía queda en la casamata el humo que proviene del fogan, por la falta de la corriente de aire que se intercepta.

Las molestias producidas por esta causa no son mayores que las que se experimentan en las casamatas de fábrica, que naturalmente son más capaces y desahogadas; el ruido y las vibraciones son insignificantes.

De la disposicion indicada se vé que es posible el cambio de las partes directamente expuestas á los disparos, esto es, de la pieza central, de la porta y de la esfera; en cambio si se rompe el cañon no se puede cambiar dentro de la batería, y esto es un gran inconveniente.

En resúmen: el cañon acorazado Krupp está llamado á desempeñar un papel importante en las guerras futuras; su superioridad está basada en su invulnerabilidad casi absoluta, en la anulacion del retroceso y en la mayor rapidez y precision en los disparos, no sólo á causa de su buena disposicion

sino por el convencimiento en que están los sirvientes de su completa seguridad. Por estas razones, su efecto se juzga equivalente al de seis piezas de igual calibre colocadas detrás de parapetos de tierra.

En cambio de estas ventajas se reconoce que el modo de fijar la puntería es muy imperfecto, y no puede aplicarse sino para ángulos de tiro muy limitados; tampoco la protección de la parte más delicada del aparato, es decir, de la union del cañon á la coraza, es la suficiente para asegurar la libertad de la maniobra, siendo tambien desventajoso que no pueda variarse el punto de sujecion de la pieza.

El valor aproximado del material para una de estas casamatas es de 55.000 pesetas, divididas en esta forma: el cañon de 15,5 centímetros cuesta 20.000, la plancha de coraza otras 20.000, el afuste y accesorias 5.000, y 5.000 tambien las planchas de techo y las laterales. Para la porta y el broquel, si se emplean, hay que añadir otras 5.000 pesetas.

Como se vé, esta casamata resulta muy cara para ser artillada con un solo cañon de 15,5 centímetros.



---

### III.

#### CÚPULAS Ó TORRES GIRATORIAS.

---

##### *Torres engeneral.*



Las mejores baterías acorazadas bajo el punto de vista de extension del campo de tiro, y seguridad de las piezas y sirvientes, son las baterías protegidas por las cúpulas y torres giratorias.

Una cúpula es una casamata circular movible, construida de hierro ó fundicion, dentro de la cual están las piezas colocadas sobre una plataforma giratoria, de tal manera que su campo de tiro es ilimitado: la coraza y techo de la cúpula deben resistir á los mayores proyectiles que pueda disparar contra ellas la artillería de tierra, si las torres se sitúan en plazas del interior, y á los de la artillería de marina, si forman parte de los fuertes de costa.

Su disposicion es más sencilla que la de las casamatas, pero hay que tener en cuenta que lo mismo estas torres que las casamatas descritas, sólo se refieren al medio más ó ménos eficaz de proteger las piezas y sirvientes, pero que su empleo no exime de las demás condiciones que se exigen en la construccion de todo fuerte ó batería, y además, que estos abrigos de hierro no pueden tenerse preparados para llevarlos á cubrir con ellos las piezas ó baterías que se quiera, sino que hay que disponer el emplazamiento que ha de recibirlos de un modo especial.

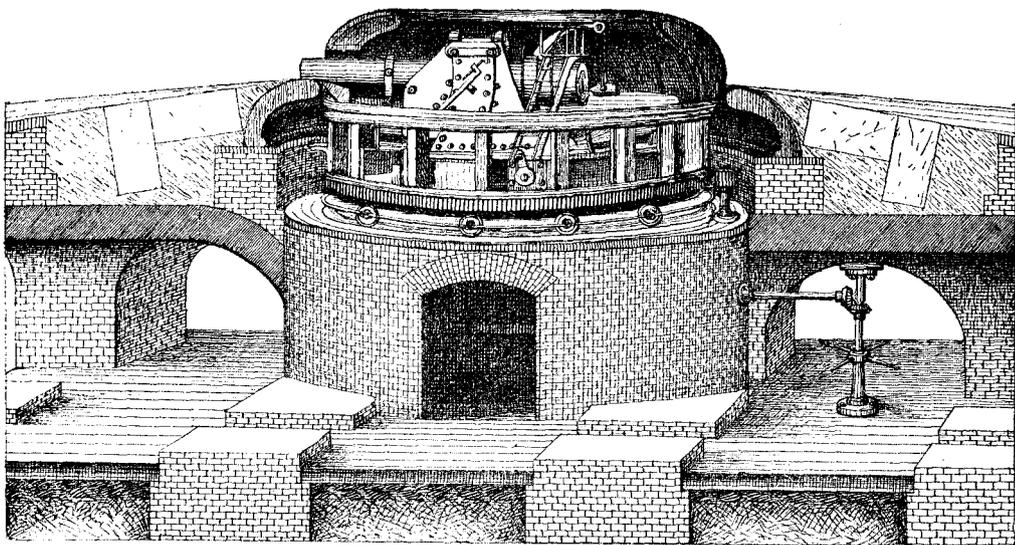
La construccion de una torre giratoria abraza muchos elementos, los cuales necesitan analizarse detenidamente, si se quiere elegir un sistema satisfactorio bajo todos aspectos.

La cimentacion que se hace tiene generalmente el aspecto de un pozo

---

(figura 12) de profundidad variable, de paredes interiores cilíndricas, las cua-

FIG. 12.



les están revestidas de mampostería ó sillería. Su altura se reduce á lo absolutamente preciso para que desde la torre se descubra el campo que quiere batirse, y por esto van enterradas ó cubiertas sus mamposterías por las otras partes del fuerte en que se coloca aquélla.

El diámetro interior del pozo varía segun las dimensiones de las piezas con que se ha de artillar la batería y se fija por la longitud de la plataforma que las sostiene.

Concéntricamente á la boca del pozo hay un carril circular de fundicion ó acero duro, sólidamente empotrado en la mampostería, sobre el cual giran los rodillos que sostienen la batería móvil ó cúpula: las primitivas torres giraban alrededor de un eje central, el que además de desgastarse fácilmente estorbaba para el servicio, por lo que hoy todas las cúpulas que se construyen se mueven sobre rodillos.

Sobre la base que forma la série de estos rodillos, descansa la batería móvil, compuesta de dos partes: la inferior de forma cilíndrica y construida en todas las torres de hierro forjado, es donde van los cañones, cuyos mon-

tajes descansan en un piso ó puente colocado sobre el suelo de la torre y á poca altura de él, y la parte superior ó cúpula, en cuya construccion se emplea el hierro ó la fundicion endurecida, es la que sirve de coraza para proteger las piezas y en la que chocan los proyectiles que se dirijan contra ellas.

En esta coraza están hechas las cañoneras para las dos piezas que se suelen colocar en cada torre; las partes de ésta que quedan por bajo del nivel de estas cañoneras están protegidas al exterior por una coraza convexa de hierro ó fundicion endurecida, segun sea la cúpula, cuya coraza forma así una galería bastante espaciosa alrededor de la torre. El suelo de esta galería está á 50 ó 60 centímetros por bajo de la corona de rodillos, formando una especie de foso con objeto de que los cascos de los proyectiles que caigan en aquélla ó los cascos de mamposterías que arranquen los proyectiles no entorpezcan el movimiento de la torre.

Esta galería ó corredor sirve para el entretenimiento de la cúpula y para las reparaciones que haya de hacerse en ella: en las torres pequeñas sirve tambien para llevar las municiones á las piezas y á veces comunica con los otros locales del fuerte por medio de una abertura ó poterna, que es la que en las mismas sirve para el paso de los cañones al artillar la torre ó para el cambio de los que se estropeen.

La coraza que protege la parte inferior se llama avancoraza, y sus planchas, si se hacen de hierro, están unidas á hierros de T empotrados en las mamposterías y sostenidas en su extremo por escuadras verticales apoyadas contra la pared exterior del corredor, y si se hacen de fundicion endurecida, se sostienen por su propio peso por las grandes dimensiones que se les dán. En las torres pequeñas en que hay poterna, la parte de la avancoraza que corresponde á ese punto, tiene una forma especial para servir de bóveda en la entrada de aquélla. El emplazamiento para la avancoraza del corredor se forma por la retirada sucesiva de la mampostería de la torre ó entra en la construccion general del fuerte, dándole entónces mayores dimensiones segun el tamaño que tenga la cúpula.

En la cresta de la avancoraza empieza el glácis que rodea la cúpula y cuya superficie se cubre de dados de granito recubiertos con una capa de

hormigon: debajo del glácis y alrededor de la torre se sitúan los demás locales del fuerte, como almacenes, dormitorios, etc.

Al interior de las torres grandes se entra á veces por medio de escaleras que lleva el tambor, las cuales ponen en comunicacion sus diferentes pisos con la parte baja del pozo de cimentacion: en las pequeñas se entra por la poterna.

Los cañones van montados como en las casamatas acorazadas en afustes de cañonera mínina, de modo que su punto de rotacion está en su boca. Una abertura hecha en el techo, detrás de los cañones, sirve para dirigir la puntería, para lo que el encargado de ésta puede subir sobre una escalera que hay en la batería, y sacando la cabeza por la abertura del techo dirige la vista á una mira colocada sobre la bóveda. Con esto puede dar las órdenes convenientes para el movimiento, pudiéndose además rectificar la puntería de las piezas por el sistema ordinario, si en las cañoneras hubiera mira. Las órdenes se transmiten por tubos acústicos, varillas de conexion ó timbres eléctricos.

Para disparar contra buques en marcha ó contra un objeto movible y para sustraer las cañoneras á los disparos enemigos mientras se cargan las piezas, es menester que las cúpulas puedan girar rápidamente y que esta velocidad de rotacion pueda regularse á voluntad segun las exigencias de la puntería.

Las torres de construccion reciente giran con una velocidad tal, que dan una vuelta entera en minuto y medio ó dos minutos si así se desea. La rotacion se produce á mano ó con un motor mecánico. El esfuerzo que hay que hacer para este movimiento con los diámetros generalmente empleados en los rodillos equivale á  $\frac{1}{240}$  del peso total que hay que mover.

Ordinariamente el tambor lleva dentro una cremallera circular, concéntrica al eje de aquélla, y la accion del motor se transmite á la cremallera por medio de un engranaje. Las torres para cañones de pequeño ó mediano calibre se mueven á brazo y el esfuerzo se transmite á los engranajes por una palanca ó torno: en las otras el motor es una máquina de vapor que puede emplearse de dos maneras esencialmente distintas: unas veces obra

directamente por los órganos de trasmisión sobre los engranajes y este es el sistema usado en las torres Grūson, y otras se emplea para mover una bomba que aspira agua de un depósito y la lleva al cilindro de su acumulador, el que dá la fuerza necesaria para mover la máquina hidráulica aplicada al engranaje. El método hidráulico es más caro, pero permite regular mejor el movimiento.

La posición del motor varía según los casos, y se sitúa en el fondo del pozo de cimentación ó en un espacio lateral: si se emplea el acumulador, puede también colocarse la máquina motor en cualquier sitio del fuerte, aunque sea distante de la cúpula.

Cuando la máquina de vapor está dentro de la torre conviene emplearla también para el servicio de los cañones, como se hace en las Grūson de reciente construcción, en las que se obtiene el giro de los cañones para la carga ó puntería en elevación por medio de un acumulador que mueve la máquina. Si los cañones son de gran calibre será conveniente emplear también la fuerza mecánica producida por el acumulador para el manejo de las municiones en los depósitos, para su subida á la torre y para las diferentes operaciones que hay que hacer al cargarlos, como se ejecuta en los buques acorazados.

La detención del movimiento al apuntar debe poderse hacer prontamente, y además la torre no debe ser muy sensible á los esfuerzos que la hagan girar, pues podría moverse por el efecto que ejerza sobre ella el disparo de un solo cañón, ó bien cuando entre los disparos de los dos que lleva haya un intervalo sensible. El efecto de ese esfuerzo se procura que sea muy pequeño, poniendo los dos cañones muy próximos el uno al otro, y cuando los afustes no lo permitan así se puede añadir algún freno, con el que pueda aumentarse á voluntad la resistencia á la rotación.

La potencia del motor que se emplee conviene que sea muy superior á la que se calcule como necesaria, á causa de las resistencias eventuales que puede haber, las que suelen provenir de entorpecimientos en la rotación de los rodillos, de la rotura de uno de éstos ó de la caída de tierra ó piedras, cascos de proyectil ó de los mismos cañones ó coraza en la galería.

En las primeras cúpulas construidas ocurrieron varios percances en el mo-

vimiento de rotacion por desgastes en el mecanismo, por averías en el tambor, ó en fin, por causas ocasionales, tales como la deformacion de algunos rodillos, lo que producía aumento de resistencia, caída de tierra, etc. Estos defectos se corrigieron en las nuevas construcciones, pero sin embargo, la caída de grandes cascos ó de una plancha Gruson puede impedir el movimiento.

En las torres movidas por motor mecánico es conveniente tener un mecanismo de reserva para moverlas á mano, el cual es tambien útil para los ejercicios que se hagan en tiempo de paz.

En los fuertes de costa, contra los que el ataque puede ser muy rápido, conviene que la caldera de la máquina sea de construccion á propósito para que produzca vapor con presion suficiente al poco tiempo de haber encendido el fuego.

Todos lo movimientos automáticos de las cúpulas se hacen con mucha precision, y están arreglados entre ellos de modo que cuando alguno no se efectúe como debe, se detengan sin daño los otros sucesivos, y entónces el personal de servicio en la torre conoce la causa de la detencion por medio de señales, campanillas automáticas, etc.

Las condiciones de luz y ventilacion en estas baterías, segun resulta de las pruebas hechas en Prusia, no son peores que las de las casamatas acorazadas; pero el servicio de los cañones exige mayor precision en las maniobras, á causa de lo reducido del espacio. El ruido que producen los disparos es soportable dentro de la torre, aún con un tiro continuado, con tal que se tomen algunas precauciones contra él, sobre todo por el que apunta.

El artillado de las piezas pequeñas se hace pasando los cañones por la porterna, como se ha indicado ántes, y de las grandes intróduciéndolas en las baterías ántes de poner el techo de las cúpulas, para lo cual hay que elevar los cañones con gruas.

Miéntas la longitud de las piezas no pasa sensiblemente del diámetro interior del tambor, es posible cambiar un cañon que se inutilice dentro de la torre sin necesidad de desmontar el techo de ésta. Para los calibres pequeños esta operacion se hace desmontando el cañon estropeado por medio de gruas, tornos y poleas de uso comun, y sacándole al corredor por los pasos que hay

•

en las planchas de la parte cilíndrica, ó bien abriendo un portillo en el piso y descolgándole hasta el fondo del pozo.

Para los cañones de peso considerable el tambor lleva siempre un mecanismo especial para poder hacer el artillado y desarme de la torre, el cual funciona por medio del mismo motor que sirve para dar movimiento á la cúpula. Con los cañones de más de 10 metros de longitud conviene renunciar á la posibilidad de cambio si alguno se inutiliza, haciéndose el artillado forzosamente ántes de montar la coraza.

Contando con que pueda estropearse ó romperse alguno de los rodillos que sirven para el movimiento, se tienen siempre algunos de repuesto y varios *cricks*, que movidos por la prensa hidráulica, pueden sostener la plataforma de las piezas mientras se reemplaza el rodillo ó perno que esté fuera de servicio, operacion que puede hacerse en algunos minutos.

Para remediar la escasez de luz que se nota dentro de las baterías se han ideado varios medios más ó menos ingeniosos, pero que todos se han tenido que ir desechando á causa del poco espacio libre que queda en el interior de las cúpulas y de la falta de ventilacion que hay en las mismas, la que se agravaría con los productos de la combustion. Hasta ahora la única solucion que parece aceptable, pero que aún no está bien estudiada ni deja de tener inconvenientes, es la adopcion de las lamparillas eléctricas Cruto, empleándose para producir la corriente una pequeña batería del doctor Puluj.

#### *Cúpulas de los fuertes del bajo Escalda.*

Estos fuertes, llamados Felipe, La Perla y Santa María, están situados sobre el recodo del rio Escalda, que dá entrada á los buques hasta las dársenas de la plaza de Ambéres: su objeto es marítimo y terrestre, pues deben servir tambien para combatir contra los buques de guerra que pueden subir por el rio, cuyas bocas y costas inmediatas pertenecen á Holanda y no á Bélgica. En aquéllos se han montado cúpulas giratorias, habiendo tenido que derribar para ésto parte de las baterías acasamatadas del fuerte María, lo que prueba la importancia que por la Bélgica se dá á este medio de defensa.

Las torres empleadas en el fuerte Felipe son tres del tipo Coles, y se com-

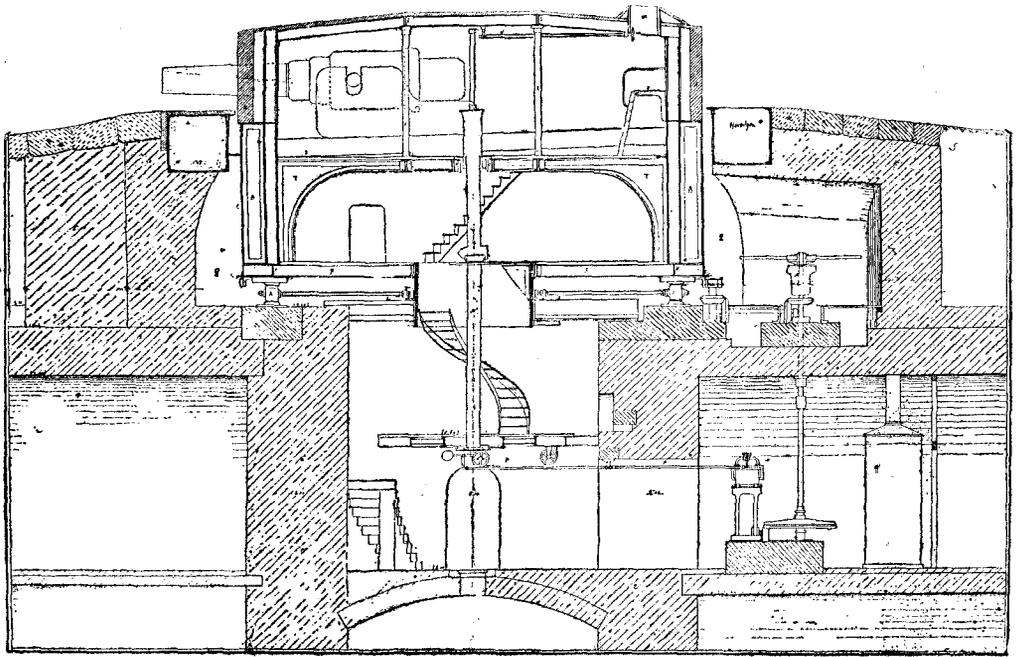
:

ponen de dos partes distintas: la superior que es la que lleva la batería y la inferior que sirve para depósito de proyectiles y para la maniobra del aparato giratorio. Su diámetro interior es 7<sup>m</sup>,70, y 9<sup>m</sup>,23 el exterior, cuya dimension se ha determinado por la condicion de poder montar en cada torre dos piezas rayadas de 21 ó de 28 centímetros, de carga por la culata y cuya longitud es 6<sup>m</sup>,09 y el peso de cada una 25 toneladas próximamente.

Las paredes de estas cúpulas, como en todas en general, se dividen en dos partes: la inferior que es la que está protegida por la mampostería de la torre y la superior que es la acorazada.

La parte inferior *B* (fig. 12) es de forma cilíndrica, de hierro laminado, y está acodalada por la plataforma *T* de las piezas y las vigas y grandes es-

FIG. 12.



cuadras que la soportan (1). Se compone de dos capas de planchas, de las que

(1) La reduccion de la figura original, hecha por medio de la fotografia, ha disminuido tanto las letras que se indican, que hay que tener gran cuidado ó usar un lente para no confundir unas con otras.

la exterior es completa y la interior incompleta, es decir, que no existe sino frente á las viguetas verticales que sostienen el puente superior; entre estas planchas van 40 viguetas de doble T, de 28 centímetros, colocadas verticalmente, y cuya altura es tal que llegan hasta la parte superior de la coraza atravesando por medio de muescas que en ella se hacen la corona horizontal que sostiene á aquélla. Veinte de estas viguetas se unen á la plancha exterior por medio de escuadras verticales y las otras 20 sólo se ligan al pié de la misma. Dos aberturas hechas en ésta sirven para comunicar desde el interior de la torre con la galería circular Q. La parte superior, ó sea la coraza, está unida á la inferior por medio de las 40 viguetas verticales, llevando además otras 40 más pequeñas intercaladas entre aquéllas.

La coraza la forman placas de hierro laminado de  $30\frac{1}{2}$  centímetros de grueso en el frente de las cañoneras y de 25 en el resto, y está dispuesta sobre el encastillado de hierro que componen las vigas del modo siguiente: Contando desde el interior hácia el exterior de la torre se encuentra primero una plancha de hierro formando una superficie circular de una pulgada de espesor clavada sobre las vigas. Despues vienen éstas y luego otra plancha igual sobre éllas, hácia el exterior de la torre, y sobre esta última plancha van siete capas de hierros en forma de  de 7 pulgadas de grueso (hierros llamados en inglés *hollow-stringers*), y luego las planchas de coraza.

La union de estas planchas entre sí, pues son de dimensiones limitadas, y su sujecion al conjunto del acolchado, se hace con 110 pernos Palliser; los huecos entre las vigas verticales y los hierros  están llenos de madera de encina ó roble.

El espesor total del acorazado es de 76 centímetros en general y 81 en el frente de las cañoneras, repartido en esta forma: 28 centímetros en el encastillado de las vigas, 23 en el acolchado y el resto en las planchas de coraza.

En la coraza hay dos agujeros de observacion para juzgar del efecto de los disparos, y examinar lo que pasa al exterior.

El techo de la torre se compone de un entramado cuya base principal es una viga maestra, apoyada en dos puntos sobre dos columnas de 3 metros de altura que hay colocadas sobre el piso en que van las piezas. En esta viga

apoyan otras radiales ligadas por unas circulares, llenándose los claros que entre todas dejan de madera de encina.

Sobre el entramado hay un blindaje de 6 centímetros de grueso, compuesto de dos capas de planchas de hierro; cada una tiene 18 pulgadas, y están puestas á juntas encontradas y unidas al entramado por pernos que penetran en la madera.

La cara inferior del techo está forrada por planchas de palastro de 8 milímetros, cogidas á las cabezas inferiores de las vigas.

El techo forma así una especie de tapadera de una sola pieza, que descansa sobre la cúpula; es móvil y puede levantarse por medio de una grua y correrlo lateralmente con cricks para montar los cañones y sus afustes. En él hay dos lentes que alumbran la culata de las piezas, y una abertura *m* casi circular sirve de observatorio para fijar la puntería y para facilitar la ventilacion. La torre está dividida en dos pisos por un suelo fijo, y éstos se comunican por escaleras, habiéndolas tambien para los puentes.

El suelo de la torre, que descansa sobre los rodillos, lo forma un bastidor fijo, compuesto de ocho viguetas radiales, reunidas á dos bandas de hierro circulares, reforzadas cada una por una cornisa de hierro anular y un arco vertical, tambien de hierro.

Un anillo central sirve de guía á la cúpula cuando se mueve y está formado por tres capas de palastro de 16 á 17 milímetros cada una y cosidas con pernos en su parte superior á una corona vertical de 0,25 milímetros de grueso, la cual vá sujeta sobre el bastidor fijo por una pieza angular que la envuelve.

Una banda de hierro, inferior al piso, y que sigue el contorno del tambor cilíndrico, distribuye el peso total de la torre sobre 32 rodillos que giran sobre un carril de hierro, el cual reposa sobre las mamposterías del pozo. Los rodillos están sostenidos entre dos aros verticales ligados entre sí por varillas á otro anillo que rodea al central y gira sobre él.

El suelo de la batería está formado de madera de encina y descansa sobre cuatro piés verticales de palastro acodalados y reforzados por viguetas sobre el puente superior, el cual se compone de 40 vigas radiales, de las que 20 son chicas, y de otras 40 viguetas colocadas entre aquéllas y el todo reunido á un

aro formado por cuatro planchas horizontales y por dos verticales cosidas juntas.

La galería *Q* está formada en la mampostería cubridora, y se termina por un glácis de hierro que protege el derrame contra el rebufo de las piezas y la cúpula contra los disparos rasantes hechos hácia la parte inferior de la cañonera. Este glácis tiene la forma de un anillo de seccion rectangular y está dividido en un gran número de espacios llenos de hormigon, y reforzado hácia el lado del ataque por una placa horizontal de 3 pulgadas colocada sobre la cara superior, y por otra placa vertical de 4 pulgadas colocada contra la cara más avanzada.

Una columna vertical hueca, colocada en el centro de la cúpula, sirve á la vez de guía al carreton porta-proyectiles, y de conducto á un sistema de varillas articuladas, que permiten al que apunta obrar sobre un regulador de la máquina de vapor y arreglar su velocidad. El que apunta indica al maquinista por un timbre eléctrico de señales los tres movimientos de cambio de marcha, es decir, adelante, atrás ó fijeza.

Los proyectiles se suben al piso de la torre por medio de tornos, cuyas cuerdas pasan por poleas de cambio unidas al entramado fijo de la cúpula. Para subirlos hasta el puente inferior se los coloca montados en un carreton sobre el platillo porta-proyectiles, el cual se eleva con el torno. Las patas móviles del carreton se bajan para que pueda rodar sobre el puente.

Para llevar el proyectil frente á la abertura de la culata de la pieza hay una pequeña grua sobre el puente superior y detrás de cada cañon, la cual coge el carro cargado con el proyectil.

La cúpula se mueve por medio de una máquina de vapor de ocho caballos con dos cilindros conjugados, ó á brazo. En uno ú otro caso el mismo piñon engrana en una corona dentada fija á la parte inferior de la superficie externa de la cúpula. La máquina se coloca bajo la cúpula en un departamento especial, y el cabrestante para hacer la maniobra á brazo en un pequeño local abierto en la mampostería de la torre á la altura del puente inferior.

Estas torres acorazadas, por su forma cilíndrica, tienen el defecto de que los proyectiles que dan en ellas no pueden resbalar verticalmente, lo que produce efectos de destruccion mucho mayores que cuando chocan con su-

perfiles curvas en todos sentidos; por esto los ingenieros belgas, en la cúpula que han establecido en el fuerte núm. 3, que es esencialmente terrestre por estar en la parte opuesta del Escalda, han cambiado su forma haciéndola tronco-cónica; pero esto no modifica gran cosa sus condiciones, pues como las trayectorias de los proyectiles son curvas, resulta que éstos chocan casi normalmente. Además, esa disposición tiene el inconveniente de dejar al descubierto casi toda la caña de la pieza.

Esta última torre presenta en su construcción la particularidad de que apenas tiene mampostería, girando el sistema bajo la misma plataforma de la artillería: habiéndose suprimido todo lo restante, por lo que parece como empotrada en el suelo. El pozo está excavado en el saliente del fuerte y cimentado y revestido de mampostería, con una comunicación en escalera subterránea que dá á la espalda de la cúpula, y por la cual se hace el servicio. Esta simplificación ha podido obtenerse porque la cúpula sirve de reducto al fuerte, el cual tiene un cuartel defensivo y otros abrigos á prueba donde se aloja cómodamente la guarnición, y además los locales para los accesorios.

Todas las torres presentan al exterior únicamente macizos de tierra, descubriéndose sobre ellos las tres cúpulas y de éstas nada más que la parte que se eleva desde las cañoneras: las mamposterías quedan enterradas ó cubiertas por los macizos y su planta tiene unos 100 metros de largo, por 50 próximamente de ancho, de forma de un rectángulo terminado en dos semicírculos que hacen parte de las galerías que rodean los torreones de las dos torres extremas: la otra está situada en el punto medio del rectángulo.

Entre cada dos torres hay dos locales abovedados de 6 metros de ancho por 4 de altura, que sirven para acuartelamiento, y los espacios restantes se ocupan con los diferentes servicios de guarnición y almacenaje; en el centro inferior al piso habitable hay un buen aljibe: la altura total de las mamposterías es de  $13 \frac{1}{2}$  metros contando el aljibe ó los cimientos.

Alrededor de toda esta construcción hay un foso seco de unos 10 metros de ancho y á él dan las ventanas de los locales, lo que facilita su luz y ventilación: el foso está defendido por galerías de contra-escarpa y queda algo más bajo que el piso de las habitaciones. El cuerpo de guardia y los almacenes

de pólvora están situados debajo de los macizos del glácis en la cortadura de salida.

El afuste adoptado para las piezas es el de cañonera reducida de Grúson.

Cada cúpula pesa próximamente 370 toneladas, comprendido el glácis; de éstas, 110 corresponden á las planchas de blindaje y 10 á los diversos aparatos y máquina. El precio de la parte de hierro de cada torre varía entre 400 y 450.000 pesetas. A excepcion de las placas de coraza, que son inglesas, todo el hierro restante se ha trabajado en Bélgica.

#### *Cúpulas Grúson.*

Las torres de este sistema constan de dos partes diferentes colocadas una sobre otra: la superior, que es la expuesta á los disparos, es de fundicion endurecida y tiene la forma de un casquete de bóveda, de base circular y de poca elevacion en su centro: la inferior, que sostiene á la otra, es tambien circular, está oculta á los disparos y por esto se hace de hierro fundido.

Esta parte, que es la que apoya sobre los rodillos y sostiene á la coraza, tiene la forma de un tambor cilíndrico T T (fig. 13), y se compone de planchas de hierro cosidas por medio de escuadras y hierros de T á dos bases ó coronas circulares *aa*, *bb* del mismo metal, que forman el entramado del tambor. La base ó corona inferior *bb* está tambien unida al carril circular *ss* que apoya sobre los rodillos. El suelo está formado por otras vigas que son las que sostienen el piso sobre el cual vá el montaje.

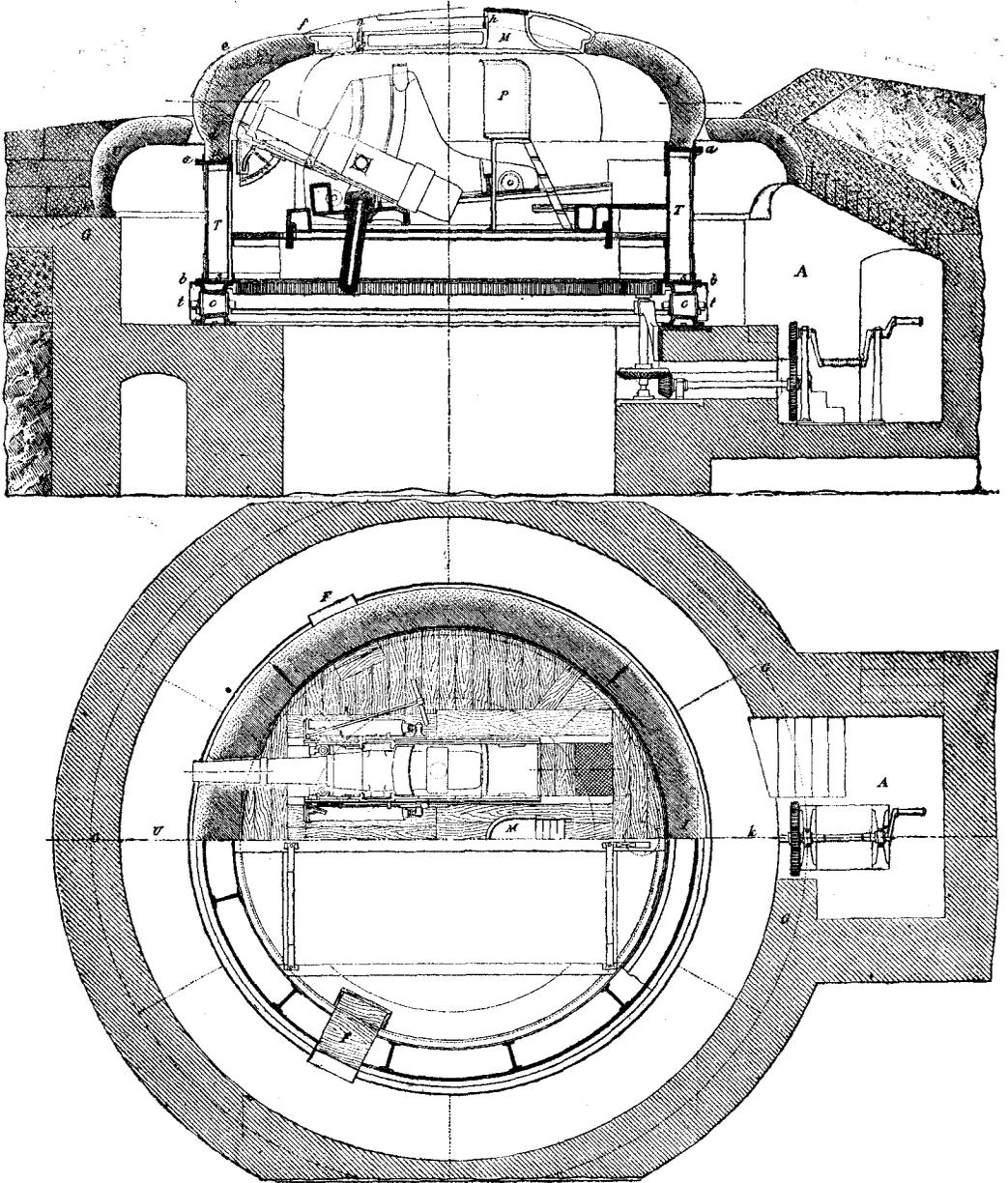
El diámetro interior del tambor T T se fija por la longitud que ocupen los cañones, y el espacio extrictamente necesario para su retroceso y servicio: este diámetro es el de 4 metros para los cañones de 12 centímetros y de 5 metros ó algo ménos para los de 15 centímetros, alcanzando á 10 metros para los mayores que hoy se emplean.

La altura del tambor depende de muchas circunstancias para que puedan darse reglas fijas que la determinen, pero sí debe observarse, que para la estabilidad de la torre al hacer los disparos, conviene que los tambores sean bastante bajos.

En el interior y á la altura conveniente hay un entramado hecho de tra-

viesas de hierro, las que forman el piso sobre el que van las explanadas de las dos piezas que hoy se montan en estas torres; en el piso queda una es-

FIG. 13.



pecie de corredor para la circulacion del personal afecto al servicio: las traviesas van unidas á las planchas del tambor, y el piso del corredor sobre-puesto al conjunto.

En las torres para piezas de pequeño calibre, las explanadas llevan roldanas del sistema ordinario para darles un movimiento horizontal de pocos grados de amplitud, independiente de la rotacion de la torre, el cual tiene por objeto permitir la concentracion del fuego de las dos piezas sobre un mismo punto. Cuando los cañones son de gran calibre, se renuncia casi siempre á esto y la explanada forma parte integrante del entramado ligándola á las paredes del tambor.

La coraza apoya directamente sobre la corona *aa*; su superficie exterior es de revolucion alrededor del eje de la torre, encontrándose la mayor anchura de la bóveda á la altura de la cañonera. Esta coraza está dividida en cierto número de planchas cuya seccion vertical se diferencia esencialmente de la de los escudos de casamatas, en que la curvatura exterior es mayor en el arco inferior *ae* (fig. 13), que en el superior *ef*: los límites del rádio del arco *ae*, son casi los mismos que los indicados para los escudos.

Las planchas se mantienen en equilibrio en forma de bóveda por su propio peso y por estar cortadas como las dovelas de éstas, pasando todos los planos de junta entre plancha y plancha por el eje de la torre y teniendo los cortes una ranura longitudinal por la que al montar la bóveda se inyecta el zinc fundido como en las casamatas.

Para fijar el número de planchas en que se ha de dividir cada coraza, se tiene en cuenta no sólo las necesidades de la fabricacion, sinó la masa que cada plancha necesita tener para resistir bien al choque de los disparos. Por esto, para las torres en que se montan cañones de 12 centímetros se emplean cinco planchas del peso de 14 toneladas cada una y una de ellas lleva las dos cañoneras: en las torres mayores el número de aquéllas puede llegar á ser el de 10, 12 ó más, y el peso de cada una de 50 y aún de 80 toneladas.

El vacío que dejan en el techo las planchas periféricas, mide de 3 á 7 metros de diámetro segun la dimension de la torre y se cubre por dos planchas de 10 á 15 centímetros de grueso, cuya junta está dividida segun el

plano diametral que pasa por medio del intervalo que hay entre las cañoneras.

Las dos planchas reunidas forman así un casquete de pequeña curvatura cuyo grueso va lentamente disminuyendo desde el borde hasta el centro de la bóveda: el borde, además, está unido sobre la coraza por el corte en forma de diente que unas y otras tienen. En las construcciones antiguas, el techo de las torres de diámetro considerable se hacía de tres piezas, de las cuales dos formaban anillo y la tercera servía para cerrar la bóveda á modo de clave.

Para la puntería en direccion sirve la aspillera longitudinal  $fh$  que sigue la direccion de la junta de las planchas de techo: esta aspillera desemboca en un agujero  $M$  capaz de dar paso á la cabeza y espalda del que apunta, y lleva en su fondo una mira  $n$ , mientras en  $h$  hay un alza de corredera. El hueco  $M$  se cubre con una plancha de hierro laminado cuando no hay que hacer uso de él. Su posicion depende del espacio ocupado por los afustes: á veces se encuentra sobre el eje de la torre, y otras como se vé en la figura. El que apunta se sostiene sobre un banquillo  $P$ , al cual sube por una escalera.

La superficie interior de la coraza no es concéntrica á la exterior, pues las planchas ó planchas de cañonera tienen mayor grueso cerca de ésta, y desde ella van gradualmente disminuyendo de espesor hasta llegar á las caras de union de las contiguas; el grueso de estas últimas es á veces igual para todas ó tambien va aún disminuyendo de una á otra hasta llegar á la plancha opuesta á la de la cañonera, que es la más delgada. En las construcciones hechas hasta ahora, esta disminucion de grueso, tanto en sentido horizontal como vertical, no sigue una ley determinada. La parte inferior de aquéllas está siempre cortada como se vé en  $n$ , para que por este corte apoyen en el tambor de la torre, sobre el que están sostenidas por dos fuertes ribetes de palastro fijados al tambor con pernos remachados. Entre los ribetes y la pared correspondiente de la coraza queda un pequeño hueco, que sirve para permitir en el verano la dilatacion por efecto del calor.

Las cañoneras están colocadas lo más bajas posible sobre la base de la cúpula, teniendo en cuenta la resistencia que necesita la parte de plancha

que queda debajo de ellas, y la proteccion que se quiere obtener de la avancoraza.

En el interior la altura útil se fija segun la mayor depresion á que hay que disparar, y varía segun los casos entre  $\frac{1}{5}$  y  $\frac{1}{7}$  próximamente del diámetro interior de la torre.

La avancoraza está formada por un anillo concéntrico á la torre, compuesto de planchas de fundicion endurecida *U*, dispuestas sobre una base de fundicion ordinaria que va empotrada en unas hiladas de mampostería ó de sillería que forman el corredor. Estas planchas se sostienen una contra otra como las de la bóveda por su mútuo apoyo, y están cubiertas, excepto en su parte superior, por una capa de sillería ó en parte de piedra y parte de hormigon que forma el glácis de la obra: la superficie descubierta queda un poco inclinada al horizonte para favorecer el rebote de los proyectiles que caen sobre ella, enviándoles á romperse sobre la cúpula.

Entre la orilla interior de la avancoraza y la superficie exterior de la cúpula, queda solo un hueco de pocos centímetros. Para las torres que no necesitan girar una vuelta completa ó que no estén sujetas á los disparos enemigos en toda su circunferencia, la avancoraza puede tener un desarrollo menor de los 360°; y entónces sus extremos van empotrados de un modo muy fijo y de manera que no se pueda debilitar la union de las planchas.

La galería formada entre el tambor y la avancoraza es de 3 á 4 piés de ancho y sirve de comunicacion con el interior de la cúpula.

Los rodillos sobre que ésta gira son tronco-cónicos, siendo su forma tal, que determina un eje de rotacion comun y permanente en la vertical que pasa por el centro de la torre, con lo cual se obtiene el giro sin que haya resbalamiento y sin necesidad de eje material: su base menor mira hácia el eje de la torre, y con los rebordes anulares que llevan en sus bases abrazan el carril *r r*. Los ejes están dirigidos hácia el de la torre y su posicion es invariable, porque sus pernos de giro están alojados en cojinetes que hay en el bastidor ó corona del piso. Este bastidor se forma de dos aros de palastro concéntricos y fuertemente ligados entre sí por medio de escudos y planchas de palastro como se ven en la figura.

El número de rodillos depende del peso y del diámetro de la torre, y se

determina generalmente por la condicion de que cada uno soporte un peso permanente que no pase de 40 toneladas.

El movimiento giratorio se comunica por una rueda dentada concéntrica á la corona de rodillos, en la cual engrana un piñon de árbol vertical: éste recibe su movimiento por medio de las correspondientes transmisiones desde una manivela movida á brazo ó desde una máquina de vapor.

En las torres construidas para cañones de 28 centímetros ó mayores, hay por debajo de la batería un local reservado únicamente para depósito de proyectiles y para éstos y la parte del mecanismo que sirve para el movimiento, si en las torres se montan cañones de 15 centímetros ó ménos. En las primeras, estos mecanismos están en otro local abovedado que hay bajo el parapeto al mismo nivel de los almacenes de proyectiles.

La pólvora y los proyectiles pueden tambien ocupar locales contiguos al pozo central, elevándolos hasta la culata de la pieza por medio de ascensores convenientemente dispuestos.

Para comunicar las órdenes desde el puesto que ocupa en la cúpula el oficial jefe de la batería, hay tubos acústicos ó transmisores eléctricos: tambien hay adoptadas las medidas necesarias para poder sustituir por otro un cañon inutilizado durante el combate, sin que la maniobra se perciba desde el exterior.

La figura representa una cúpula para cañones de 21 centímetros.

La porterna *A* pone en comunicacion el interior del fuerte con el pozo de mampostería que sostiene la cúpula, y en ella abren las puertas de varios almacenes para los proyectiles y cartuchos, situados unos á nivel de la poterna y otros al del piso á que se baje por la escalera de piedra ó madera, indicada en el dibujo. Para subir más alto y apuntar se hace uso de la escalera que se vé en la planta en *M*.

El mecanismo para elevar los proyectiles y las cargas no se vé en el dibujo, però éstos se suben por un sistema de poleas y una grua, y al llegar á la cúpula caen en una carretilla que los lleva á la pieza.

En las experiencias que se han hecho con estas torres se ha visto que el tambor y el aparato de rotacion soportan bien las violentas sacudidas producidas por los disparos, y la poca altura de los rodillos y el peso considerable

de la cúpula, impiden la rotación del sistema por el choque de los proyectiles enemigos.

La forma de la bóveda con sus dos curvaturas facilita el resbalamiento de los proyectiles, reparte el efecto de los choques sobre el total de la masa y facilita la solidaridad del conjunto sin el empleo de pernos ni tornillos.

La luz dentro de la torre es la suficiente para las maniobras, sobre todo si se pinta de blanco el interior; el ruido es soportable y el humo se disipa con bastante rapidez.

La maniobra de las piezas y de la cúpula se hace con gran facilidad, á pesar de que su gran peso parece que había de hacerla penosa.

Las torres para dos cañones de 28 centímetros pesan cerca de 6.000 quintales y las de un cañón 5.500; por esto parecerá que el movimiento de tan enorme mole exige mucho tiempo y trabajo, pero no es así, pues para moverlas á brazo bastan dos ó tres hombres si sólo hay que hacerlas girar unos cuantos grados, y unos diez hombres para los mayores desplazamientos. A las torres más ligeras se les puede hacer dar una vuelta entera en cinco ó seis minutos y á las más pesadas en diez ó doce. Con motor hidráulico se tardará en que den un giro completo dos y medio minutos, y muchas veces convendrá emplear éste, pues las condiciones del servicio en las costas pueden obligar á que los cañones de 28 centímetros estén dispuestos á hacer un disparo cada dos minutos.

Al mismo tiempo que se dá dirección á la torre y con el mismo motor, se dirige la puntería en elevación: ésta, para los cañones de 28 centímetros, puede variar entre  $+ 10^{\circ}$  y  $- 7^{\circ},5$ , ó sea en un ángulo de  $17^{\circ},5$ , cuya amplitud puede recorrerse en  $35''$ .

*Datos y observaciones sobre las torres giratorias construidas hasta ahora por Grüson.*

Éstas son para uno ó dos cañones de 12, 15, 28 y 30,5 centímetros; sus dimensiones varían naturalmente con las de los cañones; los diámetros máximos exteriores en las cúpulas son de 5<sup>m</sup>,10 para cañones de 12 centímetros, y 12<sup>m</sup>,5 para los de 30,5 centímetros. Las planchas tienen 530, 540, 700, 770, 850, 1100 milímetros de grueso, medidos á la altura de la cañonera.

Una torre Gruson para calibres de 15 centímetros, cuesta 375.000 pesetas y 500.000 para los de 28 centímetros, en Buckau, donde está la fábrica, y las dos piezas para esta última 300.000 pesetas.

En el cuadro siguiente se reúnen algunos datos referentes á varias torres construidas ó en construcción en los talleres de Gruson:

NACION.	Cañones instalados en las torres. — Centímet.	DIMENSIONES DE LA TORRE.		CORAZA.		Número de sirvientes que se necesitan para hacer girar la cúpula.	TIEMPO NECESARIO PARA QUE DÉ UNA VUELTA ENTERA.	
		Diámetro interior. — Metros.	Altura máxima interior. — Metros.	Gruoso máximo de las planchas de la cañonera. — Milimetr.	Peso de la cúpula. — Toneladas		Con hombres (á brazo). — Minutos.	Con motor. — Minutos.
Austria. . . . .	12	4,2	2,1	53	86	3 á 4	1,5	
	28	9,2	2,8	110	694	10	15	2,5
Italia.. . . . .	12	4,3	2,1	53	89	4	1,5	
Alemania. . . . .	15	5,2	2,9	54	100	4	2	
	15	5,0	2,8	70	165	4	6	
	28	7,4	3,9	77	310	10	6	
	28	8,3	3,9	85	350	10	16	4
Holanda.. . . .	30,5	8,4	2,8	110	595	10	12	2,5

Por último, puede decirse que en las obras de fortificación de la rada de Pola, que están para terminarse, el fuerte Ineto-Cristo y el fuerte Veradella, en la entrada principal del puerto, se han protegido por corazas y cada uno lleva una torre Gruson que cuesta dos millones de florines.

Las corazas tienen más de un metro de espesor, y para cada torre se han empleado más de 1500 toneladas de metal: la parte giratoria pesa 1000 toneladas, y se puede hacer dar una vuelta entera en un minuto.

#### *Torres inglesas.*

Como modelos de estas torres puede citarse la elevada en Dover, que es una construcción gigantesca, cuyos cimientos están á 15 metros por debajo de

las más bajas aguas y los cañones de la cúpula quedan á 10 metros sobre el nivel de la marea alta, de manera que la altura total del edificio es casi de 30 metros.

La coraza de la cúpula está compuesta de tres órdenes de planchas de hierro laminado, de 7 pulgadas cada una, y entre las que hay placas de á 2 pulgadas, pesando toda ella 460 toneladas.

El techo es tambien metálico y de forma de casquete esferoidal, para facilitar el rebote de los proyectiles: no está ligado á la coraza, sino que descansa sobre ella y se compone de dos planchas de á 5 centímetros de espesor superpuestas y formadas con placas roblonadas dos á dos, y á juntas encontradas, formando el conjunto el casquete dicho, que puede levantarse para artillar la torre.

Esta cúpula descansa, por el intermedio de un bastidor de hierro que pesa 240 toneladas, sobre una corona móvil de 32 rodillos de acero, los cuales ruedan sobre un carril del mismo metal empotrado en un macizo construido de sillería. Su diámetro interior es de 9<sup>m</sup>,60, y el exterior de 1<sup>m</sup>,10; su altura 2<sup>m</sup>,50 al interior y 2<sup>m</sup>,70 al exterior.

Esta torre va artillada con dos cañones de á 80 toneladas, que resultan colocados á 22 piés sobre el nivel del agua, y pueden disparar bajo ángulos comprendidos entre + 7° y - 2°.

Dentro de la torre lleva un mantelete para evitar la caída de las cabezas de los pernos.

El corredor que rodea la torre va forrado con planchas de hierro de 3 á 5 pulgadas, lo mismo que el glácis anular de la obra hecho de hormigon. La disposicion del piso de la cúpula es tal, que los sirvientes de las piezas pueden quedar por bajo del nivel de la cresta del glácis.

El tambor es de hierro forjado: gira sobre un cilindro central de acero Bessemer, el cual apoya sobre un macizo de fundicion. El peso total que hay que mover, incluyendo el de la cúpula, piezas, plataforma, etc., es de 895 toneladas, con lo que resulta que cada rodillo soporta el de 28 toneladas.

Un piñon dispuesto sobre un eje vertical que gira dentro de un cojinete asegurado á la armadura de la torre, comunica el movimiento circular á ésta por medio de una máquina de vapor de 300 caballos; otra máquina de 30

caballos sirve para mover y cargar los dos cañones. Las calderas y todos los mecanismos para el movimiento están situadas en la parte más baja de la torre, 30 piés por bajo de los cañones, y un sistema de tubos acústicos de señales pone en comunicacion los diferentes locales del fuerte.

#### *Cúpula Krupp.*

La figura 14 representa una cúpula, sistema Krupp, para cañones de 40 centímetros: su disposicion es parecida á la de las torres inglesas, teniendo sus dos planchas de coraza separadas por un almohadillado de madera; la plancha interior tambien va forrada por dentro del mismo modo.

Las dimensiones de la torre van marcadas en el dibujo, así como las diferentes posiciones que pueden tomar las piezas para hacer los disparos y para la carga.

Como se vé, la cúpula descansa sobre una armadura de hierro, que es la que lleva el carril que apoya sobre los rodillos unidos á varillas fijadas á un collar que abraza el eje de la torre, en una forma semejante á la de las torres del Escalda.

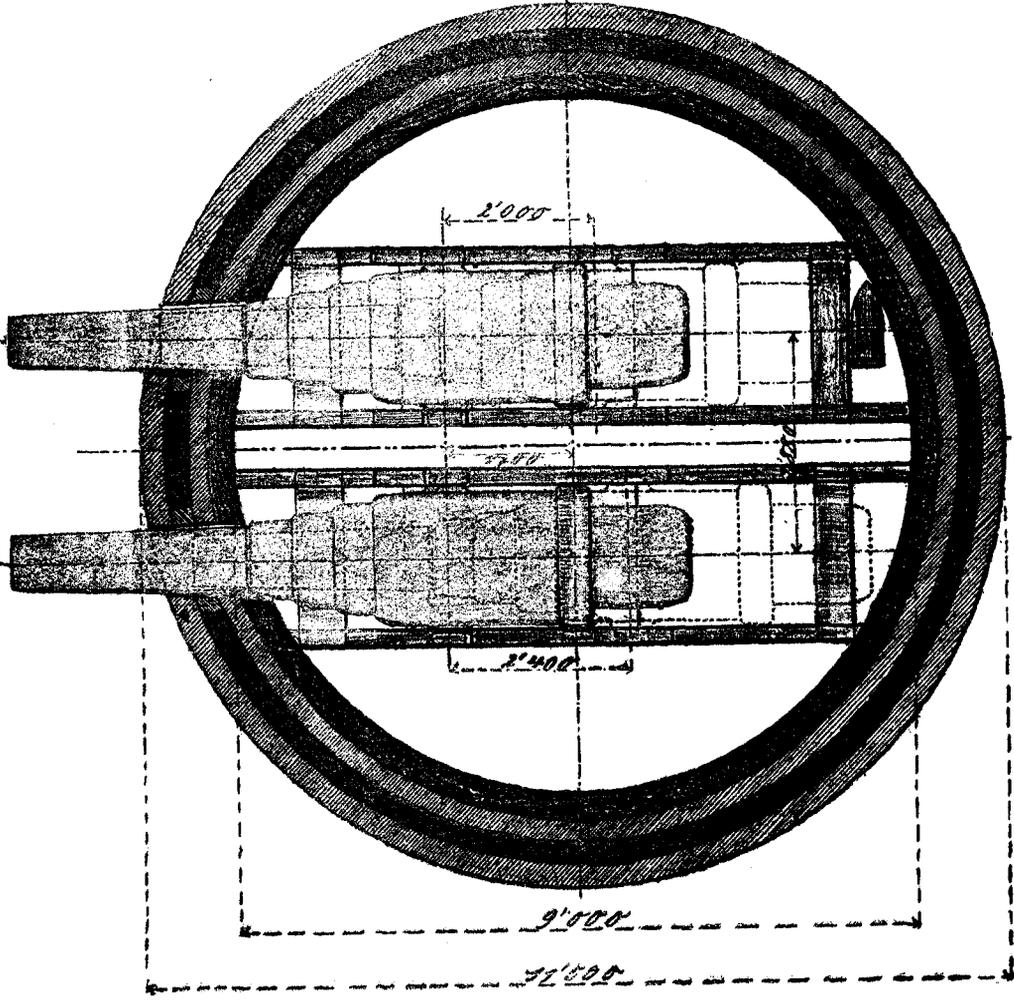
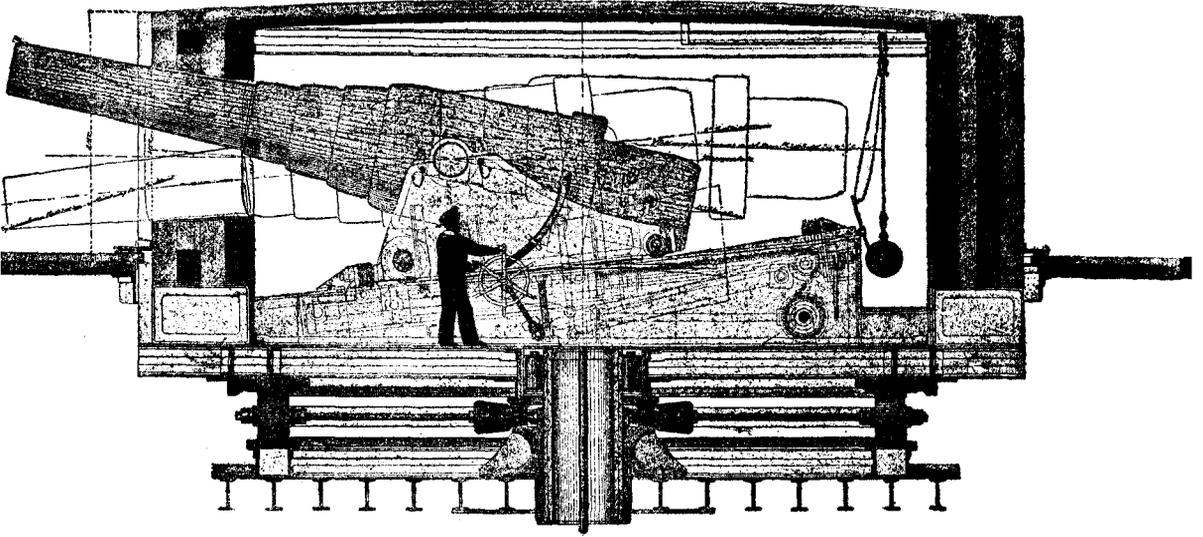
Toda la parte giratoria descansa sobre un suelo formado con vigas de doble T, cuyas cabezas se ven en el dibujo, y con los detalles que indica el mismo y lo ya explicado para las otras torres se tienen los datos bastantes para conocer éstas.

#### *Torres francesas.*

Las cúpulas giratorias construidas en los talleres del Creusot para colocarlos en los fuertes barreras, tienen una coraza análoga á la Grison, aunque algo más achatada y compuesta de cinco planchas de poco más de 50 centímetros de espesor y de 20 á 21 toneladas de peso. En una de las planchas lleva las dos troneras para los cañones de 15 centímetros con que se artilla la torre.

El techo se cubre con una sola plancha de 20 centímetros de grueso, y que pesa 12 toneladas próximamente.

FIG. 14.



El tambor es tambien parecido al de las Grūson, y está protegido como en éstas por una avancoraza anular de fundicion endurecida, cubierta exteriormente con una capa de hormigon. Entre la avancoraza y el tambor queda el corredor de servicio.

Toda la construccion metálica descansa sobre una cimentacion circular de mampostería, perfectamente desenfilada de los disparos enemigos, en la cual está el motor hidráulico que sirve para dar movimiento á la cúpula y para el artillado y desartillado de la misma. La rotacion se produce por medio de una cadena sin fin que rodea al tambor, y va dentro de una caja hecha á propósito y ligada al eje motor.

La forma de la coraza y el espesor que tiene hacen que estas torres puedan resistir á la artillería de mayor calibre con que puedan ser atacadas, pues las planchas resistirán bien los disparos y para reducir al silencio su artillería será preciso embocar las cañoneras.

En los talleres del Creusot se construyen, además de estas cúpulas, otras de fundicion endurecida para piezas de mayores calibres, y los modelos que tienen presentados son completamente análogos á los de Grūson.

#### *Torres Schumann.*

El ingeniero Schumann, que desde los primeros ensayos para la aplicacion del hierro en las obras de defensa, se ocupa de estudiar la mejor manera de emplearlo, en vista de los rápidos adelantos hechos por Grūson con la fabricacion de la fundicion endurecida, plantea ya resueltamente en un nuevo trabajo que ha publicado las modificaciones que ha de sufrir la fortificacion permanente, subordinando su trazado á la necesidad de acorazar la mayor parte de la artillería de su dotacion.

Con este objeto presenta nuevos modelos de obras defensivas, estudiadas de manera que permitan el colocar hasta en sus flancos torres giratorias, áun para proteger las ametralladoras y cañones-revolver ó de tiro rápido.

Sin entrar en los detalles de su plan defensivo y en la apreciacion de las razones en que el autor apoya su innovacion, principalmente fundada en que

la defensa ha de ser proporcionada á los medios con que pueda contar el ataque en cada caso, se indican á continuacion algunos de los modelos que propone para los obuses y cañones de tiro rápido, que son las torres que más diferencias presentan con las estudiadas ántes. En cuanto á los de las piezas de gran calibre, los dibujos propuestos por Schumann son parecidos á los de Grúson, si bien con diferencias esenciales, tales como la de hacer servir la mayor parte de las veces cada torre para una sola pieza, y que las cúpulas giren alrededor de un eje central sobre el cual descansan, necesitándose levantarlas ántes de hacerlas girar.

El valor defensivo de estas torres no puede apreciarse, sino considerándolas ligadas al del trazado de la obra de que forman parte, pues las cúpulas ya no están como añadidas á las fortificaciones para aumentar su valor, sino que son uno de los elementos activos de la defensa, y tan importante, que á él se subordina el trazado.

#### *Torre para cañon de 15 centímetros.*

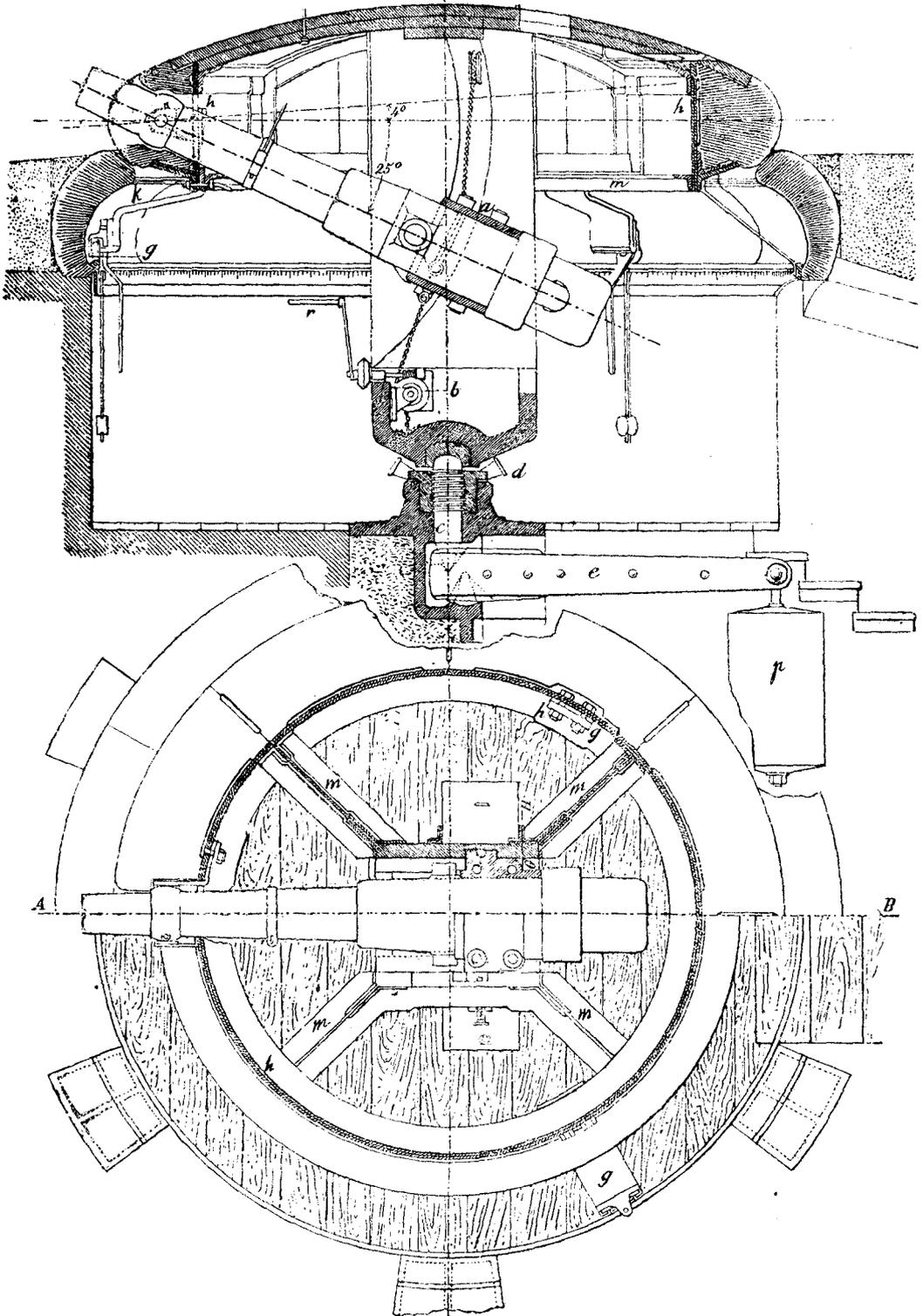
La coraza es de fundicion endurecida, y está montada de manera que durante el fuego apoya en la avancoraza, y sólo cuando tiene que girar es cuando se separa de ella, elevándose algo para facilitar el movimiento.

La curvatura de las planchas (fig. 15) es muy pronunciada, por lo que la torre resulta bastante achatada, no presentando más que una faja de unos 35 centímetros al descubierto y expuesta á recibir los proyectiles arrojados por tiros directos. En el techo sólo pueden dar los disparos que se hagan por elevacion, y contra ellos bastan las dos planchas de 70 milímetros que lo forman, las cuales apoyan como se vé en la coraza.

Toda la cúpula se mueve alrededor del perno *c*, sobre el cual descansa, y para ligar con él la coraza sirve el anillo de plancha de hierro *h*, que tiene dos salientes ó rebordes, de los cuales el inferior, inclinado hácia fuera, sostiene la coraza, y el superior sirve de apoyo á la capa inferior del techo.

Cuatro brazos *m* reforzados con hierros de ángulo, ligan este anillo á las gualderas del afuste, el cual se compone de dos planchas de 10 centímetros

FIG. 15.



de grueso, unidas por arriba á una placa transversal, fijada en las planchas de techo.

El extremo inferior de las gualderas del afuste es el que sostiene la cúpula sobre el perno, y está unido á éste por medio de pasadores.

El perno descansa sobre el brazo menor de una palanca, la cual, gracias á la longitud de su otro brazo  $e$  y al contrapeso  $p$  con que está cargado, basta casi para equilibrar el sistema. Por esto, para levantar la torre cuando haya que moverla, sólo hay que hacer un pequeño esfuerzo sobre el perno con una palanca que se introduce en  $d$ .

Para mantener centrado el afuste dentro de la torre, sirven tres roldanas  $g$  que apoyan en una guía puesta al pié de la avancoraza, y están ligadas á la cúpula por una barra gruesa de hierro acodada, como se indica en  $k$ : la elasticidad de esta barra hace que las roldanas apoyen siempre en la guía, aún cuando la cúpula se levante.

Las gualderas del afuste sirven tambien para contener el retroceso de la pieza, y con tal objeto llevan dos ranuras-guías  $a$  en arco de círculo, en las cuales corren dos apéndices clavados sobre una pieza que abraza el cuerpo del cañon.

La puntería en direccion se obtiene haciendo girar la cúpula despues que por medio de la palanca que se pone en  $d$  se ha elevado la torre y separado la coraza de la avancoraza. El movimiento de giro se produce por medio de una palanca ó torno.

La puntería en elevacion se consigue con el manubrio  $r$ , que hace mover la culata de la pieza, la cual está suspendida por medio de un anillo con dos orejas, de las que se sujetan dos contrapesos. La inclinacion se indica en una escala aplicada á la barra que sirve de guía á uno de los contrapesos, el cual lleva un índice. Los ángulos varían entre  $-4^{\circ}$  y  $+25^{\circ}$ .

Para la salida del humo se dejan aberturas elípticas en los puntos de union de la avancoraza y á través de los sillares de granito del recinto, y aún si se quiere se pueden hacer tambien en el techo.

Con lo dicho anteriormente para los otros modelos de cúpulas y los detalles que dá la figura, se tienen los demás datos necesarios para comprender el modelo ideado por Schumann.

El sistema de construcción empleado en la coraza permite que se haga de piezas de pequeñas dimensiones y por lo tanto que puedan construirse estas torres en los fuertes levantados en terrenos montañosos.

Otra ventaja de este sistema es el de no necesitar más que una cañonera mínima, sin obligar por esto á que se recurra á los afustes complicados que en general exigen. También para las maniobras y para hacer fuego se necesita poca fuerza.

Bajo este mismo tipo pueden hacerse torres para dos piezas y aún también presenta Schumann un modelo para montar en una cuatro cañones de á 15, lo que dice que sería ventajoso en los fuertes barreras, y para tener siempre una pieza resguardada, para en el caso en que se inutilizase alguna y no haya tiempo de cambiarla. La disposición de esta torre es análoga á la anterior, si bien el mayor espacio central permite que se pueda disparar hasta con 10° de inclinación por bajo de la horizontal.

#### *Torre acorazada para cañones revolver.*

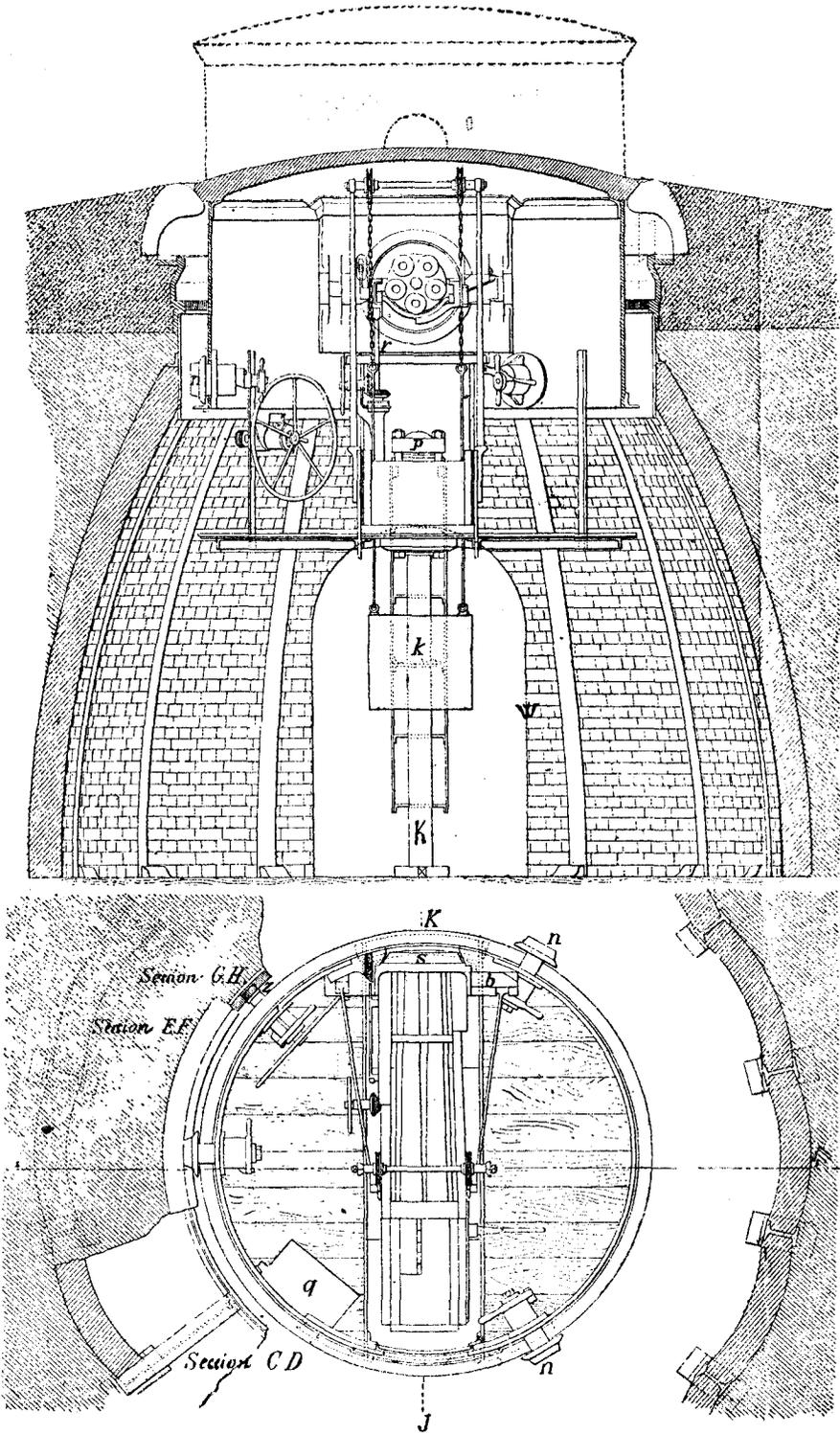
Las figuras 16 y 17 representan el proyecto para instalar un cañon-revolver Hotchkiss de 53 milímetros.

El techo de la torre está á prueba de bomba, para lo cual se le dá un espesor de 14 centímetros si se le hace de hierro dulce ó de 10 centímetros si se hace de acero.

Mientras el cañon no ha de hacer fuego, la plancha del techo apoya la avancoraza, quedando desenfilada contra los tiros directos por un macizo de tierra reforzado con hormigon y á veces con sillares de granito.

El tambor es de forma cilíndrica, de plancha de hierro de 30 milímetros de grueso, pero la cañonera para la pieza se abre en una pieza *m* (fig. 17) de acero fundido que va sólidamente asegurada sobre el tambor. El hueco de la cañonera se cierra con una pieza móvil *s* de forma de casquete esférico, la cual se mueve en una cavidad á propósito que hay en la pieza *m*, sobre la que va sostenida para que no se salga. Como en los revolver Hotchkiss el único cañon que hace fuego es el inferior, en *s* hay un sólo agujero *u* que es el que corresponde al cañon que pasa por este punto.

FIG. 16.

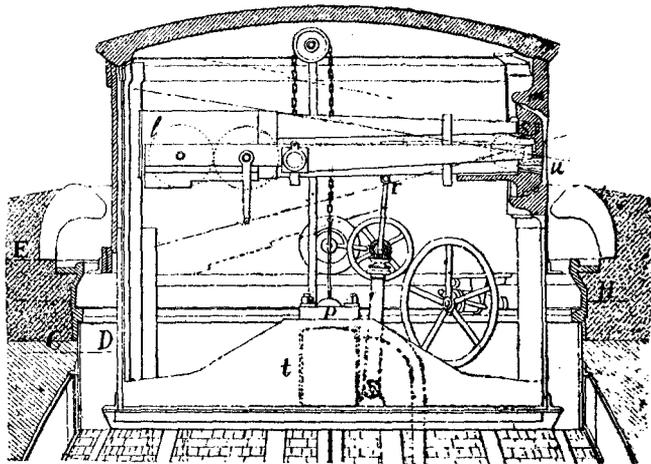


En prolongacion de  $s$  y sólidamente unido á esta pieza, está el bastidor de bronce que sostiene el cañon-revolver, el cual toma la direccion conveniente para la puntería girando alrededor de aquella pieza; como el cañon no puede tener retroceso, se le ha aplicado la misma idea adoptada por Krupp en su cañon acorazado.

Frente al otro extremo del cañon y en la plancha de la torre hay hecha otra abertura que puede cerrarse con una porta móvil y sirve para dar luz y para poder abrir la culata de la pieza en el caso que se atasque algun cartucho.

Para levantar ó bajar la torre se emplea un contrapeso colocado en una excavacion hecha en su centro á la altura de  $w$  (fig. 16), por medio de un torno que hay en un nicho, y el movimiento se dá en la poterna que dá entrada á la torre, y por medio de las correspondientes cadenas hace subir ó bajar el árbol  $K$  que empuja á la torre, la cual va fijada en su extremo: esta union se hace por los brazos  $t$  (fig. 17), que partiendo de  $K$ , van tambien ligados al cilindro ó tambor.

FIG. 17.



Al hacer subir la cúpula, la plancha del tambor roza ligeramente contra la avancoraza, y todavía para centrarla mejor y evitar que choque contra ella hay tres roldanas  $n$  (fig. 16), las cuales, así como el piñon  $\zeta$  que sirve para hacer girar la torre, quedan fuera al terminar la subida.

El contrapeso basta para levantar la torre sin necesidad de emplear más

de los tres hombres indispensables para el servicio de la pieza. Con un poco de costumbre bastan dos ó tres segundos para hacerla subir y tenerla preparada para hacer los disparos: tambien en un tiempo muy corto se le puede hacer bajar hasta dejarla en la posicion de descanso.

El cañon-revolver montado en esta torre tiene la disposicion ordinaria, si bien para ganar espacio se ha adelantado algo la manivela que sirve para dar movimiento á su mecanismo, trasmitiendo su giro al punto conveniente por un engranaje que se le ha añadido.

De los tres artilleros que sirven la pieza, el que apunta por medio de la mira *u* (fig. 17) puede hacer tomar á la pieza la inclinacion conveniente, pues para facilitar la puntería en elevacion, el cañon está en equilibrio y suspendido por medio de cadenas que, pasando sobre dos poleas, se unen al contrapeso *k*, el cual está pasado sobre el árbol *K*. Con esto es fácil mover el tornillo de puntería *r*, lo que se hace por su volante y por el intermedio de un engranaje cónico.

El sirviente que carga el cañon se coloca detrás de las cadenas y recibe los cartuchos por un elevador que viene desde el centro de la bóveda de la torre á *l*. El tercer sirviente, situado á la derecha de la pieza, es el que hace girar la torre.

Este cañon-revolver puede disparar en un minuto 30 granadas ó 30 cajas de metralla del peso de 1k,700 con 300 gramos de carga. La metralla es eficaz hasta los 400 metros y las granadas á 4000 metros. Cada caja de metralla contiene 80 balas, y por lo tanto en un minuto pueden arrojarse 2400 de éstas.

El mayor Schumann presenta tambien otro modelo para los cañones Hotchkiss de 37 milímetros, y como el peso de éstos es menor y tambien menores sus dimensiones, la torre es algo más sencilla que la anterior, á la que es muy semejante, consistiendo las diferencias principales en la manera de montar el cañon y asegurar su afuste en la torre, que tambien es de las que se elevan.

El tambor lo forman planchas que varian de 10 á 80 milímetros, segun se calcule la importancia del ataque contra el que deban defenderse.





## IV.

### OTRAS APLICACIONES DEL HIERRO.

---

#### *Cañon de perno y escudo.*

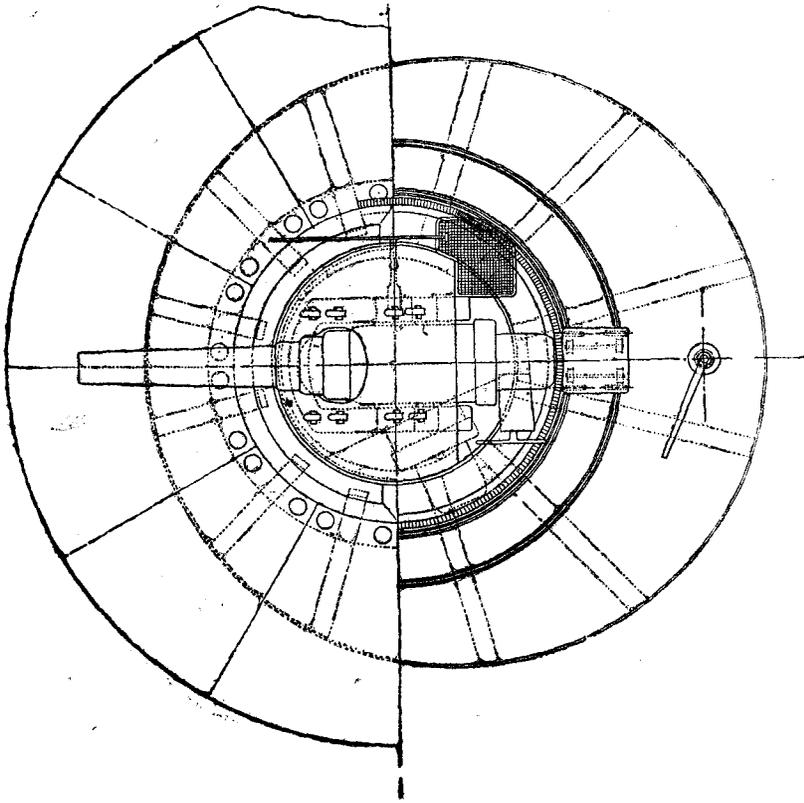
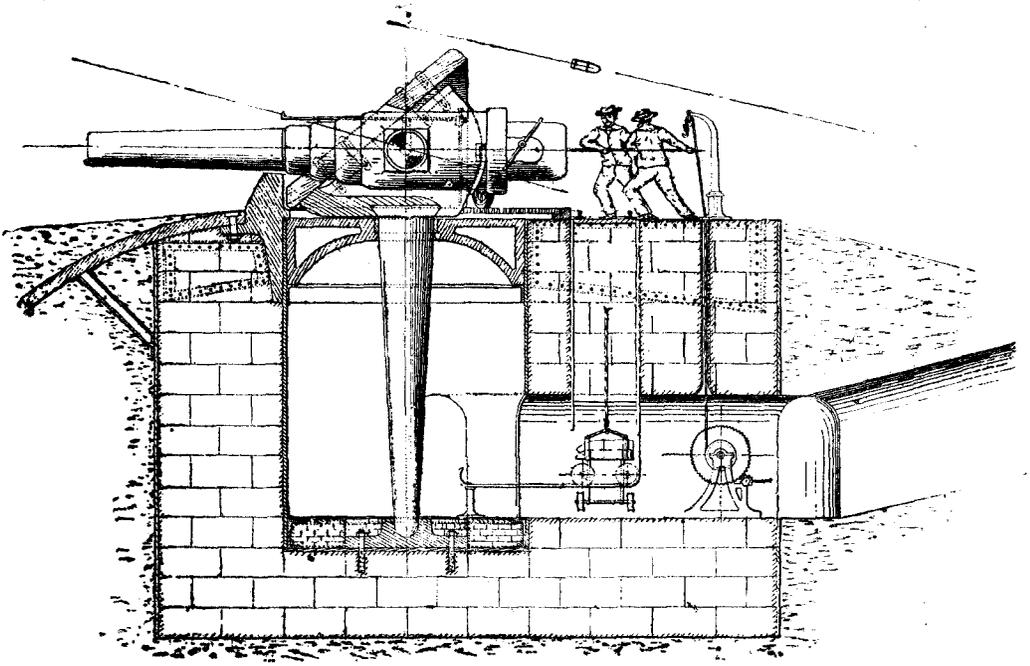


ESTE cañon, ideado por Krupp y ensayado por él con buen éxito, presenta una nueva aplicacion del hierro á las obras de defensa; y tiene la particularidad de ligar de tal manera la construccion defensiva y la pieza que en ella se coloca, que ambas forman un solo elemento, no pudiendo considerar en él independientes, como hasta ahora sucedía en cierto modo, la fortificacion y su artillado.

El cañon (fig. 18) va montado sobre un afuste de perno y sin retroceso, con cuya supresion el afuste se reduce á las menores dimensiones, de manera que á alguna distancia no se distingue de la boca de la pieza, que es la que sobresale un poco del terreno en que se coloca. Todo el sistema gira alrededor de un eje vertical, que es una pieza de acero macizo, cuya cabeza está cortada en forma de cola de golondrina y empotrada en la parte inferior del afuste. El emplazamiento de la pieza se compone de un macizo de sillería de forma cilíndrica, enterrado de tal manera que su superficie superior sirve de plataforma para colocar aquélla. Los sillares con que se construye están ligados sólidamente entre sí con cemento y asfalto.

En el interior de esta construccion hay abierto un hueco tambien cilíndrico, cuyas paredes van forradas de palastro, y en el cual entra el pivote que contiene el retroceso del cañon. Este hueco no está en el centro del macizo, sino hácia el frente en que ha de hacerse fuego; de manera que la parte que queda detrás de él, que es la que sufre el esfuerzo del retroceso, es la más resistente.

FIG. 18.



Por el exterior el macizo está también rodeado de una plancha de palastro fuerte, y ésta y la interior van ligadas por tirantes colocados radialmente y á diferentes alturas, y de esta manera la presión producida en un punto cualquiera se trasmite al macizo entero, como si fuera una masa compacta. El cañon que se emplea es el Krupp ordinario, de carga por la culata, de acero fundido y cuyos muñones son más gruesos que en los que permiten el retroceso, siendo su diámetro de uno y medio á dos calibres.

El afuste lo forman dos gualderas, que son dos piezas macizas de hierro forjado, que llevan en su parte inferior la caja en que entra la cabeza del perno, y están ligadas entre sí por una cuña de doble cola de golondrina, la cual, en su parte superior, que va inclinada hácia adelante, lleva tallado el hueco para los muñones.

El perno de giro se adelgaza en su parte inferior en forma cónica, siendo su base semi-esférica y descansa en una rangua metálica que hay en el fondo del pozo; el cuello del perno, que es cilíndrico, está cogido inmediatamente debajo de la cola de golondrina por un collar metálico, unido al palastro y que va forrado por otro anillo de acero.

De este modo el retroceso de la pieza desde los muñones se trasmite sucesivamente á las gualderas, y de éstas al perno, á su anillo y por él al macizo entero de la cimentación.

El escudo que protege al cañon y á los sirvientes es una placa de hierro forjado, inclinada y encorvada en forma de semicírculo, y sujeta á las gualderas de modo que presenta un abrigo para los sirvientes, los cuales quedan así á cubierto de los proyectiles de pequeño calibre.

Este escudo tiene próximamente en su centro una abertura por la cual pasa la caña del cañon llenándola completamente, excepto en el espacio necesario para el juego de la puntería en elevación; está unido á las gualderas con pernos, cuñas y pasadores. Los pernos de unión son de forma cónica, de modo que pueden sacarse sin dificultad cuando se quiera quitar ó cambiar el escudo.

El glácis en el frente por donde han de hacerse los disparos, está cubierto de planchas de hierro forjado, dispuestas en semicírculo sobre el macizo de sillería, en el cual descansa la mitad superior de la placa y la otra mitad se

sostiene y liga sobre soportes de hierro fijados al recinto de la cimentacion, como se vé en la figura.

Un parapeto de hierro rodea en semicírculo el encastre superior del perno, y la parte inferior del afuste, sirviendo para proteger á ambos contra los disparos: la altura de rodillera es tal que permite que pase sobre él la caña del cañon, con la depresion mayor que permite el afuste.

La construccion hecha para alojar el perno sirve tambien para que en ella encuentre cabida el almacen de proyectiles, al cual se llega por una galería que comunica con el terreno exterior: otro pozo, en comunicacion tambien con esa galería, sirve para subir los proyectiles, lo que se consigue por medio de un torno que hay dentro de la galería y cuyo cable pasa por la polea de una grua móvil que hay sobre la plataforma. El proyectil se coloca sobre un carreton que en cuanto se sube se le monta sobre dos carriles circulares, que lo trasportan frente á la culata de la pieza.

Para apuntar el cañon, como el escudo intercepta las visuales y no es conveniente debilitarle abriéndole la mira para dirigir por ella la puntería, se emplea con este objeto un aparato compuesto de una varilla de longitud próximamente igual á la del cañon y que en uno de sus extremos lleva una mira y por el otro está unida á un alza.

Esta varilla se liga al cañon por el intermedio de un brazo transversal que entra en un hueco hecho en el muñon y puede colocarse indiferentemente á la derecha ó izquierda de la pieza, dejándola paralelamente al eje de ésta, de la que queda separada lo bastante para que la puntería se haga por fuera del escudo: de este modo, aunque al apuntar se está algo expuesto, la direccion se toma mejor que con las miras y alzas sobre el cañon y á través del escudo.

La puntería en altura se corrige por medio de un aparato de cremallera parecido á el de los afustes marinos y de costa: podría tambien emplearse un sistema de puntería de tornillo, cuyas partes principales son un tornillo fuerte fijado al cañon, el que correría en un bastidor de fundicion ó hierro forjado que por el intermedio de unas roldanas resbalase sobre un carril circular para seguir el movimiento de la pieza al hacerse la puntería.

Esta se efectúa por medio de un piñon unido á la gualdera derecha, el que engrana en una cremallera semicircular fijada sobre la plataforma.

El aparato de puntería en altura ó la muesca correspondiente del escudo cuando la lleva, permiten una elevacion máxima de  $15^{\circ}$ , pudiendo hacerlas tambien para mayores alturas si fuera necesario. En direccion, el campo de tiro es de  $150^{\circ}$  de amplitud lateral, pero puede hacerse hasta de  $360^{\circ}$ .

La puntería en direccion no exige más esfuerzo que el necesario para vencer el rozamiento del perno, pues el eje de rotacion pasa por el centro de gravedad del sistema: un solo hombre puede hacer la puntería en elevacion y direccion en las piezas de calibres pequeños, y dar fuego á la carga empleando un estopin eléctrico.

Como se vé el cañon de perno puede cambiar de posicion más pronto que con los afustes ordinarios y mucho más que las torres giratorias, y como todas las demás operaciones son fáciles, se podrá hacer con él mayor número de disparos que con cualquier otro sistema de artillería de costa de los que hay en uso.

Para el servicio tiene este sistema la ventaja de que las maniobras de carga y puntería se pueden hacer todas desde la plataforma, mientras que los sirvientes de los cañones de costa, montados en afustes ordinarios, están divididos y ocupan espacios de diferentes alturas, y en los cuales la libertad de movimientos es muy limitada.

Esta circunstancia y la posibilidad de que los sirvientes estén detrás del cañon aun durante los disparos, hacen su manejo más fácil y expedito. Sobre los cañones colocados á barbata en parapetos de tierra tiene este sistema la ventaja de que protege mejor las piezas y sus artilleros. Su afuste es sencillo, bajo y queda defendido por el parapeto acorazado, por lo que no puede compararse con la complicada mole de los afustes ordinarios de costa ni tampoco con los de los cañones montados en las torres giratorias, pues sobre éstos tiene la ventaja de presentar un blanco mucho menor, lo que hará que algunos de los proyectiles que tocarían en una torre pasarán cerca del cañon sin chocar en él.

Con este sistema se elimina el grave inconveniente que presenta el humo

en las casamatas, y es causa que hace molesta la estancia en ellas cuando los disparos han de ser muy rápidos y dificulta el servicio.

Con tales ventajas, parece que el cañon de perno y escudo responde mejor que los otros á las necesidades de la defensa presente y futura, porque el principio en que se funda es inalterable, pues presentar al enemigo el menor blanco posible, es y será siempre el mejor medio para disminuir la eficacia de sus disparos.

*Cañon de perno, sistema Krupp.*

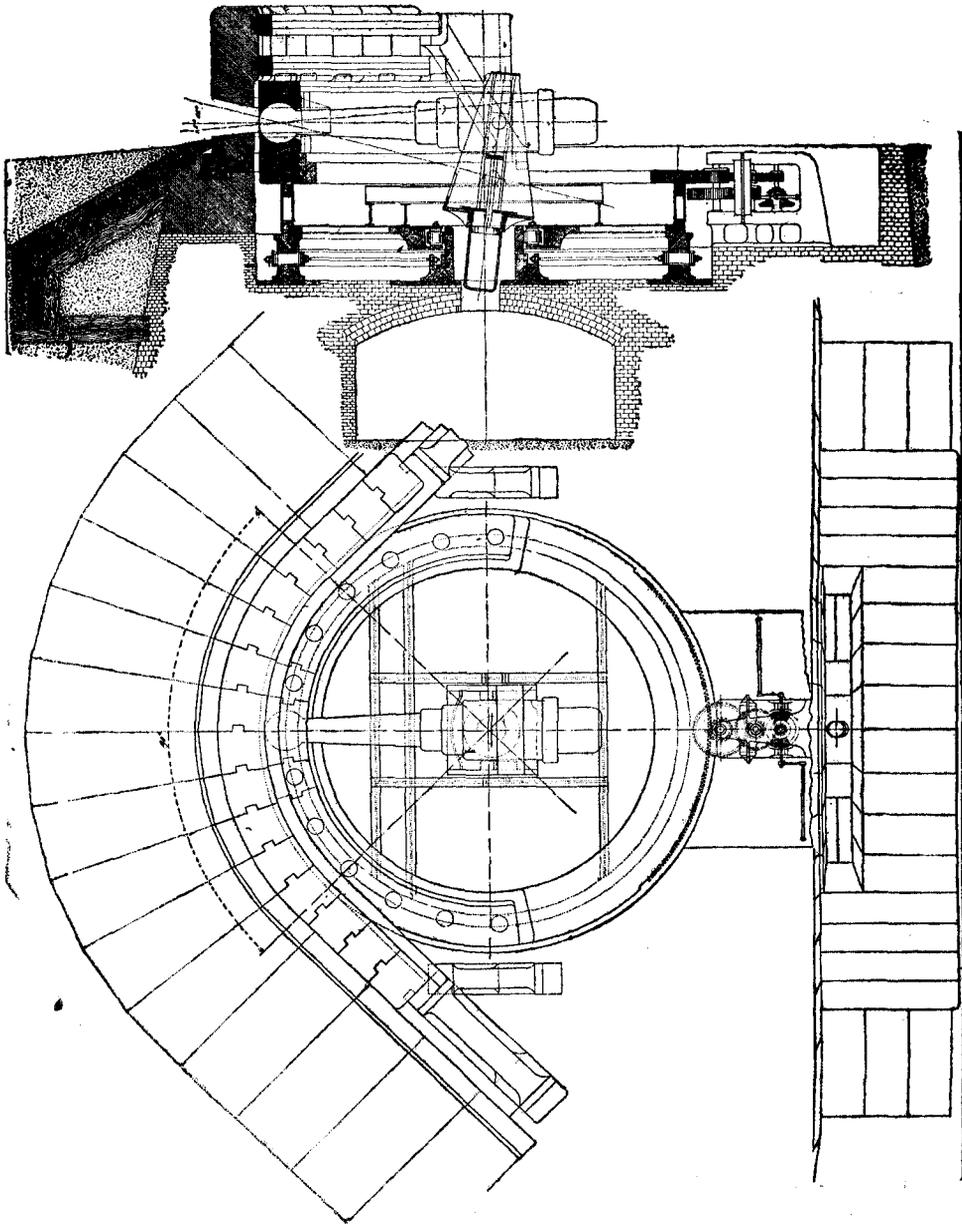
Bajo la misma idea del cañon de perno y escudo, indicado anteriormente, presentó Krupp el modelo que representa la figura 19, en la cual, como se vé, el cañon acorazado de su invencion, en vez de estar encerrado en una casamata y sin más amplitud de movimiento que los que podía hacer alrededor de la esfera en que terminaba en la coraza, está ahora al descubierto y puede girar en una amplitud de 90°, alrededor de un perno dispuesto como indica la figura, arrastrando en su movimiento la plancha de coraza en que vá preso el cañon.

Como defensa para los sirvientes y del mecanismo de giro se emplea la coraza que se vé en la figura, indicándose en sus dos proyecciones la disposicion de las varias piezas que la componen, así como la de las piezas de hierro que, cortadas en forma de cola de golondrina, las sujetan para que dejen la tronera circular en el sector en que puede hacerse fuego. Esta coraza lleva sus extremos apoyados en las fuertes tornapuntas marcadas en el dibujo.

*Escudos para piezas aisladas y baterías al descubierto.*

Al mismo tiempo que se aplicaba el hierro para proteger los muros de las casamatas, se pensó también en resguardar con planchas del mismo metal las piezas aisladas, empleadas lo mismo en la defensa que en el ataque, ideándose para estas últimas abrigos móviles que pudieran ser cómodamente trasportables.

FIG. 19.



El mucho espesor que se necesitaba darles si se quería que resistieran á los disparos de la artillería, aún á la de pequeño calibre, y la dificultad de moverlos cómodamente si se hacian de las dimensiones necesarias, fué causa de que no prosperase la idea, construyéndose sólo algunos modelos que como ensayo se habian presentado.

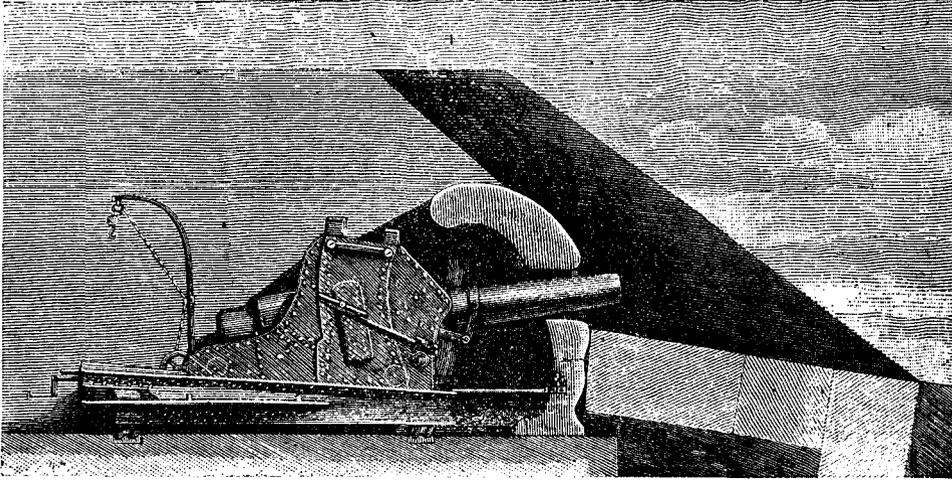
Entre éstos puede citarse el ideado por el entónces capitán Schumann, cuyo escudo presenta alguna semejanza con las cúpulas, pues se monta sobre el mismo afuste de la pieza, y con ella se mueve siguiéndola en todas sus posiciones. Su forma es la de una plancha curva en todas direcciones y en su medio tiene la tronera para el paso de la boca de la pieza. Bajo esta plancha pueden resguardarse los sirvientes, pero la longitud que se la dá para que no pese demasiado hace que no defienda la plataforma de los disparos hechos por elevacion, pudiéndose con éstos destruir fácilmente el aparato de giro. Además, el servicio de la pieza así resguardada, es más difícil y se hace en peores condiciones que al descubierto, pues la coraza aleja mucho al que apunta del hueco de la cañonera: tambien su peso es demasiado para el transporte, y su conveniencia dudosa, como no sea para puntos atacables sólo por infantería ó con piezas que disparen únicamente metralla.

#### *Escudos Grüson.*

Los cañones de costa en baterías al descubierto pueden protegerse por medio de escudos aislados, de fundicion endurecida, con cañonera mínima, que cubran su frente defendiéndoles de los disparos directos en la forma que se vé en la figura 20.

Esta disposicion, sin presentar las ventajas de las casamatas, puede dar en muchos casos una proteccion suficiente y es más económica que la construccion de aquéllas. El escudo, como se vé, es de forma curva, tanto en sentido vertical como en el horizontal, y se encorva por la parte superior hasta cubrir una gran parte de la pieza que ha de proteger: su mayor grueso es el de 80 centímetros y el mínimo el de 55. Por los costados forma unos estribos ó columnas de apoyo, análogas á las de la casamata del mismo constructor, que son las que se enlazan con los traveses de tierra de la batería, los

FIG. 20.



cuales están revestidos y abovedados en su interior para que sirvan de puesto y abrigo.

Estas baterías llevan por delante del escudo un parapeto de tierra, que frente á la cañonera está revestido de piedras duras para evitar las socavaciones producidas por el rebufo de la pieza.

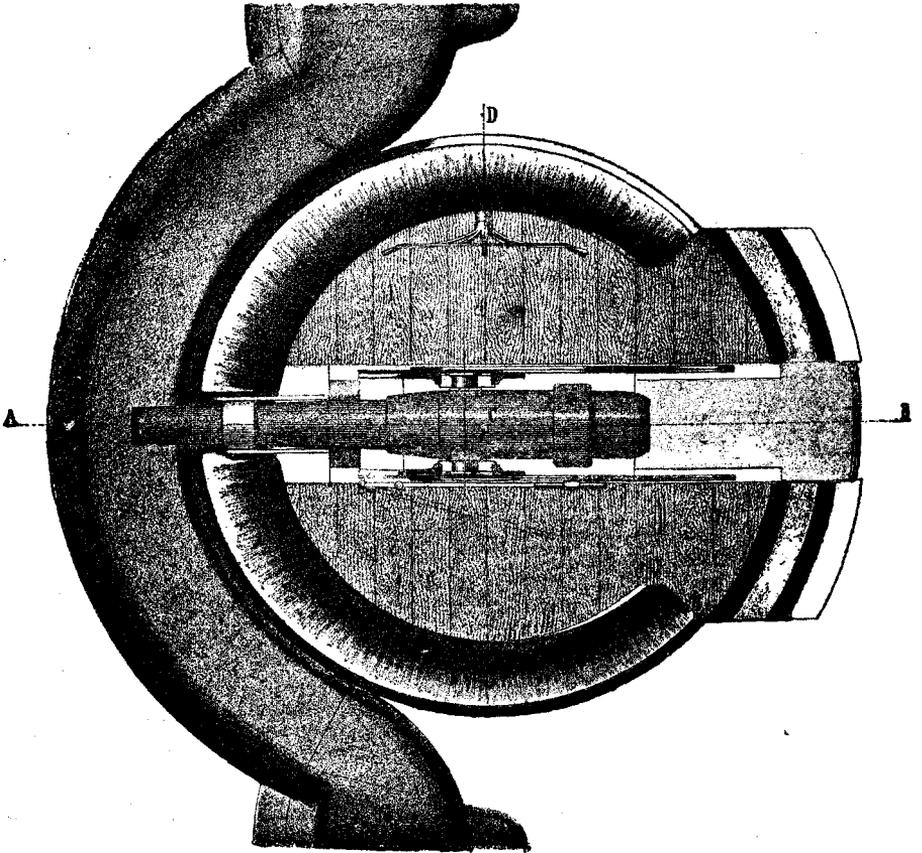
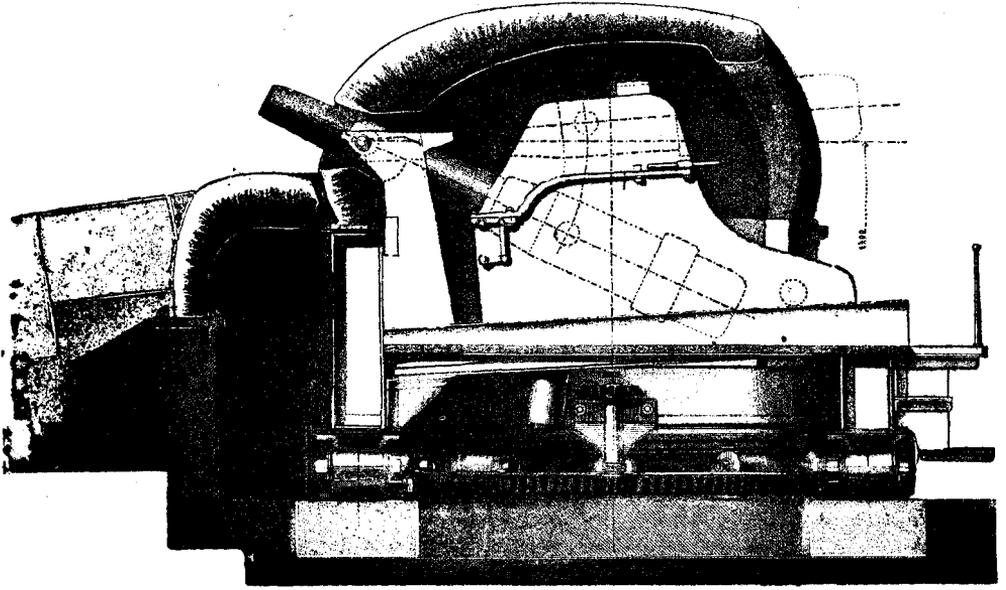
El montaje que se emplea es una cureña especial de cañonera mínima, sobre un marco giratorio, cuyo perno está colocado en un alojamiento hecho en el mismo escudo debajo y en la vertical del centro de la cañonera.

Varias de estas corazas, separadas con traveses entre pieza y pieza, constituyen una batería acorazada al descubierto. En la figura se vé representado el través, cuya elevacion es mayor que la del montaje, y cuyo talud en las tierras de que va protegido, llega hasta el límite de la sillería con que forra el fondo de la cañonera.

En las baterías al descubierto pueden tambien protegerse las piezas por el medio indicado en la figura 21, el cual participa de mayor amplitud de tiro y facilidad de manejo que la que permiten las casamatas, sin tener los inconvenientes de exigir las grandes construcciones precisas en éstas, ni el humo molesta como en ellas.

Naturalmente este sistema no puede emplearse donde el sector de tiro

FIG. 21.



haya de tener más extension de los  $120^{\circ}$  á  $140^{\circ}$ , ni con él se está defendido como en el interior de las casamatas.

Su disposicion viene á ser análoga á la del sistema Krupp, explicado en la figura 19, si bien en éste la coraza en que está sujeto el cañon es la giratoria y la batería en que se coloca lleva una avancoraza semejante á la de las torres del mismo autor, la cual sigue en todo el frente de la batería, separando los emplazamientos entre pieza y pieza por unos estribos parecidos á los de las casamatas y cuyas dos mitades se ven á ambos lados de la proyeccion horizontal.

*Cañon cautivo, modelo frances.*

La idea adoptada por Krupp en su modelo de cañon acorazado tambien fué puesta en práctica en Francia, para ligar las piezas á la coraza de las torres ó casamatas por medio de esferas, como representan los dibujos de las figuras 22 y 23 que indican secciones hechas por el eje de las piezas.

FIG. 22.

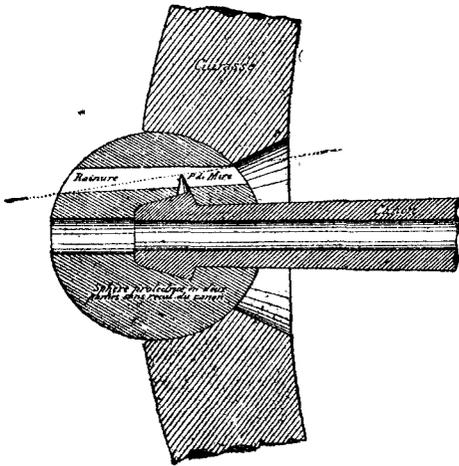
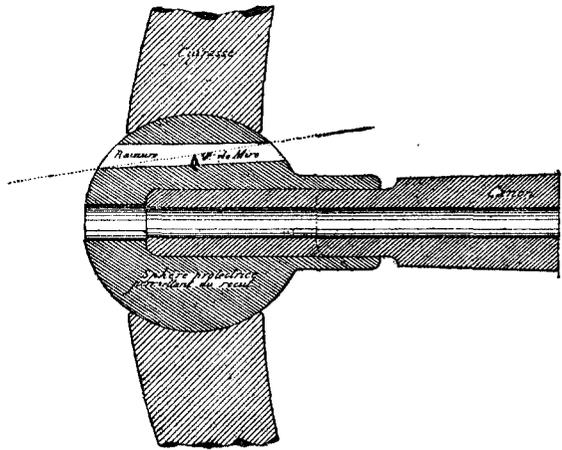


FIG. 23.



Estas esferas, colocadas en la boca de los cañones, continúan su ánima con un calibre ligeramente mayor que el de ellos, dejando así paso al proyectil sin obstáculo alguno, y protegiendo al mismo tiempo perfectamente al cañon y la tronera de la coraza.

Para colocar la indicada en la figura 22 se proyecta que se divida en dos semi-esferas, las que se unirán al exterior sobre el reborde de la boca de la pieza, y al retirar ésta, la esfera vendrá á apoyarse en parte en el alojamiento hecho en la coraza, sobresaliendo el resto como se vé en el dibujo. Tambien podría hacerse la esfera de una sola pieza en una forma análoga á la de la figura 23, fijándola entónces de un modo cualquiera sobre el cañon, bien atornillada ó con pasadores.

Cuando sea preciso permitir el retroceso, el cañon no deberá tener tulipa (fig. 23), y entónces podrá resbalar en el agujero correspondiente de la esfera, la que en este caso será de una sola pieza prolongada por detrás, colocándose en la coraza como se vé en la misma figura.

En ambos modelos la puntería se hace por una ranura que atraviesa cada esfera en el plano vertical de tiro y á la altura del punto de mira.

Los dibujos están tomados del modelo original remitido por el que ha propuesto la idea, y en ellos se vén todos los detalles indicados, así como marcada por una línea de puntos la posicion en que queda la pieza de la figura 23 despues del retroceso.

#### *Abrigos acorazados.*

Los artilleros é ingenieros holandeses, preocupándose de la manera de proteger los fuertes marítimos contra el ataque de las tropas de desembarco, idearon á fines de 1882 el acorazar los abrigos de la gola de aquellos fuertes de modo que presentáran la proteccion suficiente á lo ménos contra la artillería de campaña.

Con este objeto á esos abrigos, construidos en forma de barracones muy resistentes, los cubrieron con planchas de acero ó de fundicion de 10 á 20 centímetros de espesor, que colocaban inclinadas á 29° con la vertical, empotradas entre dos piés derechos tambien de fundicion endurecida.

Cada plancha era de la longitud suficiente para que contuviese cuatro aspilleras para fusilería, y se colocaba descansando en un macizo de sillería ó cimentacion, resguardado por delante por un pequeño parapeto de tierra ó fábrica que cubría la union de la coraza con la cimentacion.

Por el interior y apoyando en cada pié derecho lleva un refuerzo ó tornapunta de fundicion empotrada en la sillería y sirve tambien para sostener en parte el blindaje de carriles con que se cubre al abrigo. El blindaje vá cubierto por una capa de hormigon de un metro de espesor.

Estos barracones pueden estar compuestos de varios tramos análogos, segun las dimensiones que necesiten.

De las pruebas á que se sometió un modelo de esta clase, resulta que conviene que á las planchas se dé la inclinacion de  $35^{\circ}$  en vez de  $29^{\circ}$ ; si para ellas se emplea el acero, pueden hacerse de 10 centímetros de grueso y de 15 si se hacen de hierro batido, con tal de que sólo puedan ser atacadas con los cañones ordinarios de campaña de á 9. Para piezas del calibre de á 12 centímetros se necesitan espesores de hierro de 20 centímetros, debiéndose emplear las corazas de 15 centímetros de grueso en las baterías expuestas á un golpe de mano de las tropas de desembarco que llevan artillería de campaña, y las mayores para las obras que pueden ser batidas con mayores medios.

#### *Caponeras.*

Las corazas de fundicion endurecida se pueden aplicar tambien á la defensa baja de los fosos en forma de caponeras, las cuales pueden hacerse de diversos tipos segun el objeto que con ellas se quiera alcanzar y la importancia de la obra.

En una de las plazas alemanas se ha construido una caponera de fundicion endurecida, situándola en la capital de la obra, adosada á la contraescarpa; su forma se asemeja mucho á la de una torre giratoria, de la que difiere solamente en sus dimensiones y en que no tiene movimiento. Además, en sus costados se han hecho cuatro cañoneras y varias aspilleras.

Para artillar esta obra se emplean obuses ordinarios y cañones-revólver Hotchkiss.

El gobierno inglés ha mandado recientemente construir carruajes de planchas de palastro á prueba de bala. Estos carruajes deben servir para trasportar á la línea de combate los útiles de los zapadores, y además se pue-

de emplear en estos puntos sus planchas de coraza como abrigos para los trabajadores: pues con este objeto tienen aspilleras y se las construye de las dimensiones necesarias para que puedan manejarse fácilmente.

La idea en general no parece mala, y aún quizá serán también convenientes estos carros para emplearlos como un primer depósito de cartuchos cerca de los puntos del combate: en cuanto á que sirvan como blindaje para los trabajadores, parece esto ménos práctico, pues con las nuevas armas de combate será casi imposible hacer trincheras ú otro movimiento de tierras bajo el fuego enemigo, sobre todo con tan exígua defensa como pueden prestar esas planchas.

También los ingleses en su campaña en Egipto acorazaron los trenes que empleaban en los reconocimientos que hacían contra las posiciones de Arabi-Bajá en las proximidades de Alejandría. Estos trenes se diferenciaban de los ordinarios, en que la locomotora en vez de ir á la cabeza estaba colocada en medio del tren, llevando por delante y por detrás tres furgones de mercancías abiertos y de bordes altos. La máquina estaba defendida por medio de planchas de acero, de las que sirven para acorazar los buques, y éstas además iban cubiertas con sacos llenos de arena: los vagones también estaban acorazados con planchas análogas y artillados con ametralladoras y cañones de batalla.



## V.

### OBSERVACIONES SOBRE LAS DIFERENTES CLASES DE CORAZAS.

EXPERIENCIAS, COMPARACION Y DIMENSIONES MÁS CONVENIENTES.

#### *Observaciones sobre las diferentes clases de corazas.*

**E**l hierro se ha visto que se emplea en las obras de defensa en planchas de hierro forjado ó batido, planchas mixtas ó compuestas, ó en masas de fundicion endurecida: las placas de acero no se usan para corazas más que en los buques, pues en las fortificaciones no son convenientes.

Las condiciones del hierro dulce ó forjado son generalmente conocidas lo mismo que las del acero. Las planchas compuestas toman este nombre, porque están formadas de dos placas una de hierro batido y otra de acero: su union se hace de dos maneras distintas: una ideada por Ellis y empleada en la fábrica de Brown, que consiste en adaptar sobre la plancha de hierro otra más delgada de acero por medio de una capa intermedia de acero en fusion, pasando luego el conjunto por el laminador, y otra cuyo procedimiento es de Wilson y lo usa la fábrica de Cammell; por él se hace caer acero líquido sobre una cara de la plancha de hierro, y luego se pasa la masa resultante por el laminador. En ambos casos el espesor de la capa de acero es un tercio del total de la plancha. La casa francesa Marrel de Rive de Gire tambien fabrica esta clase de corazas.

El material más nuevo en las fortificaciones es la fundicion endurecida. Consiste ésta en un temple especial dado á una fundicion de hierro muy fina, y en general formada por la union de las fundiciones llamadas *gris* y *blanca*, que tienen propiedades distintas y hacen que el conjunto resulte con gran dureza al exterior, al mismo tiempo que con bastante tenacidad.

No se conocen aún bien las proporciones que Grúson adopta para obtener con esas fundiciones la especial suya, pero parece que ésta resulta de emplear fundiciones hechas con carbon de madera y á las que por el vaciado en moldes metálicos les dá un temple que hace que las planchas queden como las compuestas ó mixtas, con una gran dureza al exterior. Entre dos pedazos de fundicion, uno de la ordinaria y otro de la endurecida de Grúson, no se nota diferencia alguna en el aspecto.

La accion destructiva de los proyectiles contra las corazas hechas de planchas de estos distintos metales, depende en primer lugar de la resistencia de la coraza determinada por la calidad del metal que la forma, naturaleza del almohadillado en que apoya, si lo hay, y de la distribucion y resistencia de los pernos que la sujetan, si se emplean éstos. Además hay que tener en cuenta la clase del proyectil que contra aquélla se dispara, su forma, peso y fuerza viva de que vaya animado.

Por esto las experiencias que se hacen con objeto de conocer las propiedades de cada plancha, no son completamente comparables y se necesita estudiar bien la manera de resistir de cada una á las distintas acciones á que pueda estar sometida, ántes de conceder la preferencia á las de alguna clase, así como hay que estudiar tambien las condiciones que convienen al proyectil que se dispare contra las corazas de diferentes metales.

Para juzgar de la accion de los proyectiles en la resistencia de las planchas, es menester tener en cuenta no sólo los efectos de penetracion, sino las grietas, hendiduras, astillazos que se arranquen y las deformaciones de todas clases que por el choque se pueden producir en la coraza.

Desde el momento que un proyectil abandona el ánima de la pieza que lo arroja, encuentra la resistencia del aire, para vencer la cual pierde algo de su fuerza viva y pierde tanto más cuanto mayor es el camino que recorre; si despues choca en la coraza y por el golpe se rompe ó se deforma, otra parte de su fuerza se consume por esta causa, quedando sólo el resto como la fuerza viva útil que se aprovecha para la destruccion. Esta fuerza produce en la plancha dos efectos distintos: uno de conmocion y otro de penetracion: por el primero las partes de la coraza próximas al punto de choque experimentan una sacudida análoga á la que se produce por una piedra lanzada sobre la

superficie tranquila de un estanque; si esta conmocion es lo bastante fuerte para vencer por completo ó en parte la cohesion de las moléculas, entónces se presentan además, en las planchas, torsiones, grietas ó roturas de diferentes clases; por el segundo, el trozo de la plancha que sufre directamente el choque del proyectil, cede más ó ménos, arrancándose por completo de la coraza para dejar paso á la masa que lo empuja ó desplazándose unido á las partes inmediatas, formando colgajos ó rebordes cerca del punto en que se rasgue, ó queda aplastado sobre las capas inferiores del metal, si éste sufre sólo una especie de *magullamiento*.

Estos dos efectos de conmocion y penetracion que se producen al mismo tiempo en todos los disparos, no están ligados entre sí de un modo invariable, sino que se puede á voluntad aumentar el uno á expensas del otro, modificando para ello convenientemente la forma y material de que se haga el proyectil, así como su velocidad, variando la carga con que se arroja.

Por lo mismo, dadas las diferentes condiciones de los metales empleados en las planchas de coraza, tambien es posible al construir éstas, darles la propiedad de resistir mejor el efecto de la penetracion que al esfuerzo contundente ó al contrario.

De aquí que en la lucha entre la potencia de los cañones por una parte, y por otra la resistencia de las corazas, se hayan ensayado los proyectiles de pequeño calibre, animados de gran velocidad, para concentrar en pequeño espacio la máxima energía y los de grandes calibres lanzados con velocidades relativamente moderadas; que en su forma y metal de que se hacian se buscasse tambien el darles condiciones perforantes ó contundentes, y que en las corazas se hayan ido estudiando la forma y metal que pueden resistir á estos distintos efectos. Los rápidos y recientes perfeccionamientos hechos en la fabricacion de las corazas y de los proyectiles, hacen muy difícil establecer reglas fijas que indiquen la relacion que existe entre la fuerza viva y la penetracion y las que se formulan son sólo empíricas y no muy dignas de que se admitan con confianza. Además, no son todavía bien conocidas la constitucion metalúrgica de las corazas y su resistencia bajo los distintos aspectos del choque.

Por esto los únicos datos seguros que hasta ahora pueden tomarse sobre el valor de las planchas de coraza, son los prácticos, deducidos de las diferen-

tes pruebas que con ellos se han hecho en distintos países, estudiando el valor de cada clase bajo el aspecto que merecía más importancia. Desgraciadamente el llevar á cabo una série de pruebas de algun interés exige un gasto considerable que no todas las naciones están en disposicion de hacer, y por esto las consecuencias que se deducen de las ya efectuadas no pueden ser todo lo completas que se necesitaría para decidirse definitivamente por alguno de los sistemas de planchas que con mayor éxito han resistido en los ensayos comparativos.

En estas experiencias hay que estudiar, además de los efectos que los proyectiles causen en las corazas, para deducir la resistencia que éstas necesitan tener, la influencia que el choque ejerza en el mismo proyectil, con objeto de ver con qué clase de ellos han de ser batidas, y al mismo tiempo los medios de precaverse contra éstos mismos proyectiles en los alrededores de la obra atacada.

Esta necesidad está comprobada con sólo hacer presente que en las experiencias hechas en Maguncia en 1865, disparando contra la batería de hierro forjado Schumann, los proyectiles de fundicion endurecida se rompían en pequeños trozos, los cuales rebotaban á 30 ó 50 pasos; las de acero no se fracturaban, y si lo hacian era en pocos pedazos y rebotaban hasta á 2000 pasos.

En Manchester, en una experiencia hecha en el año 1878 contra una plancha de acero comprimido Withwort, un proyectil Palliser se rompió por el choque en varios pequeños fragmentos que rebotaron y continuaron su movimiento de rotacion hácia atrás, con tal fuerza, que atravesaron á diez tablas de madera colocadas frente al blanco, las cuales no bastaron para contener la dispersion de los cascos.

Otro hecho semejante se verificó en Buckau en 1874, tirando contra una plancha Grúson con el cañon de 28 centímetros, teniéndose que suspender las pruebas al llegar al disparo diez y nueve, porque los cascos habian destruido el blindaje construido á 400 metros de distancia del blanco, y la comision encargada de hacer las observaciones no se consideraba segura en aquel sitio.

Respecto á la penetracion de los proyectiles en las corazas de hierro for-

jado y mixtas, puede formarse idea examinando los resultados obtenidos en distintas ocasiones en las experiencias de tiro hechas en Spezia, en Shoeburyness y en Meppen.

En Spezia, en 1876, unas planchas de hierro batido de 35 milímetros, dadas por los dos fabricantes ingleses *Cammel*, de Sheffield, y Marrel de Rive de Gire, fueron completamente destruidas con el cañon de 100 toneladas, sin que la fuerza viva del proyectil se anulase, sino que éste conservaba aún una velocidad de 83 metros por segundo, despues de haber atravesado un blanco cuyo grueso era de 1<sup>m</sup>,28, contando con el almohadillado.

Como las planchas eran de una sola pieza, fundándose en los resultados metalúrgicos obtenidos algunos años ántes, se aseguraba por muchos que el espesor dado superaba los límites de una buena fabricacion, y á esta circunstancia se atribuía el mal resultado de las pruebas, deduciéndose la conveniencia de formar la coraza por dos ó más planchas separadas por almohadillado de madera, sistema Sandwich, y no dar á cada una más espesor que el límite impuesto por las necesidades de una buena fabricacion. Los hechos no confirman estas opiniones, pues en el segundo período de las experiencias de Spezia, en diciembre del mismo año, fueron ensayados dos tipos de coraza de diversa estructura, pero de igual grueso, formado el primero de dos capas de planchas *Cammel* de 30 centímetros de grueso, y la otra de 25 centímetros, separadas por un almohadillado de traviesas de encina de 30 centímetros de espesor. El segundo blanco se componía de una sola placa Brown de 55 centímetros.

Disparando contra estos dos blancos distintos con el mismo cañon de 100 toneladas, pero con cargas más pequeñas que las anteriores para comparar mejor los efectos, la penetracion en la plancha maciza fué 8 centímetros ménos que la del blanco de dos piezas.

Este resultado prueba que la industria metalúrgica puede fabricar planchas de 55 centímetros y aún más gruesas, tan buenas ó mejores que las delgadas.

En Shoeburyness, con el cañon de 80 toneladas, cargado con 168 y 193 kilogramos de pólvora prismática y con proyectil Pallisser de 771 kilogramos de peso, se destruyó en el año 1877 casi completamente, y tirando á la distan-

cia de 109 metros, una coraza Sandwich de 1<sup>m</sup>,193 de grueso. Esta se componía de cuatro planchas de hierro laminado Brown de 203 milímetros de grueso cada una, y de tres almohadillados de madera de teca de 127 milímetros cada uno, siendo el grueso total de las planchas 0,812 milímetros, mientras las de Spezia eran de 550 milímetros.

En Meppen, en el mes de Agosto de 1877, se hicieron dos disparos á la distancia de 150 metros, con el cañon de 24 centímetros Krupp contra un blanco formado por dos planchas de hierro forjado, colocadas verticalmente una detrás de la otra, con un intervalo de 50 centímetros: la primera de 305 milímetros y la segunda de 205 milímetros, ó sea un total 510 milímetros de hierro: el espacio entre las dos planchas estaba relleno con traviesas de madera.

Las granadas eran de acero y pesaban 160 kilogramos: la carga era de 75 kilogramos.

Los dos proyectiles perforaron completamente el blanco, cayendo una á 2200 metros y la otra á 1200 metros más léjos que la primera.

La fuerza que conservaban los proyectiles despues de atravesar las planchas, podría inducir á creer que éstas eran de mala calidad, pero no era así, pues procedian de la fábrica de Dilligen, junto á Saarluis, la cual provee á la marina alemana, y esto hace suponer que sean tan buenas como las de las casas inglesas Brown y Cammel.

Con un cañon Armstrong de 15 centímetros se obtuvo la casi completa perforacion de una plancha de hierro laminado de 305 milímetros; el proyectil de fundicion templada pesaba 36,29 kilogramos, y su velocidad inicial era de 585 metros. Esta velocidad que alcanzan los Armstrong no representa el límite máximo de la que se obtiene con cañones de mediano calibre: Krupp supera este límite con cañones de 15 y de 24 centímetros y tampoco es necesario recurrir á la velocidad inicial extraordinaria de 651 metros de la que estaba animado el proyectil de 15 centímetros Krupp, para producir el trabajo dinámico de 676 toneladas métricas suficiente para atravesar estas planchas; tambien se puede obtener esto con una velocidad inicial de 508<sup>m</sup>,4, empleando proyectiles más pesados, esto es, del largo de 3,5 calibres y aún de 2,8.

Con el cañon de 15 centímetros en las experiencias hechas en Meppen el

año 1882, se tiró contra dos blancos acorazados, compuestos uno de dos planchas de hierro inglesas, cada una de 180 milímetros y separadas por un almohadillado de madera de 250 milímetros: el otro era una coraza inglesa, de 300 milímetros de grueso de hierro, y de un almohadillado de madera de 250 milímetros, con una plancha interior de 25 milímetros.

Contra el primer blanco y á la distancia de 150 metros, se lanzó normalmente un proyectil perforante, con carga de 17 kilogramos: la velocidad á la salida era de 533<sup>m</sup>,5. El proyectil atravesó completamente el blanco sin producir grietas ni hendiduras en las planchas, y no se deformó, acortándose sólo en un milímetro.

Contra el segundo, se disparó en las mismas condiciones dichas, pero bajo un ángulo de 35°: el proyectil lo atravesó produciendo en la plancha una abertura irregular, pero sin grietearla.

El hecho de haber obtenido la perforacion de un blanco de 575 milímetros de grueso, de los cuales 325 milímetros eran de hierro, empleando una direccion de tiro oblícua respecto á la coraza, constituye un dato importante y digno de atencion.

En el polígono de Cummersdorf, cerca de Berlin, se hicieron pruebas muy interesantes con planchas mixtas, las que demostraron su ineficacia ante los proyectiles de acero duro fundido que se emplean con los cañones modernos de costa y marina. Una plancha de 20,4 centímetros, de los cuales 12,75 centímetros eran de hierro y 7,65 centímetros de acero, fué atravesada por un proyectil de acero de 17 centímetros de calibre, fabricado en la casa Grúson. Otra plancha de 35,7 centímetros, formada con 22,95 de hierro y el resto de acero, lo fué tambien por una granada de 28 centímetros.

Por último, respecto á la penetracion de los proyectiles en las planchas de hierro forjado, disparando contra ellas á 150 metros de distancia, puede consultarse la siguiente tabla:

Calibre. Milímetros.	Peso de la pieza. Toneladas.	Penetracion. Milímetros.
432	100	941
400	71	813
407	80	761
355	51	686
280	35	559
317	38 recamaradas.	534
240	18	508
317	38 sin recamar.	496

*Planchas Gruson.*

Las pruebas verificadas en 1873 y 1874 en Prusia, para averiguar la resistencia de las corazas Gruson contra los mayores cañones que entónces se usaban, ó sean los de 28 centímetros, dieron buenos resultados, y por eso el gobierno alemán adoptó la fundicion endurecida para la defensa de las costas de los mares del Norte y Báltico.

Poco despues fabricó Krupp cañones de costa de 24 y 30,5 centímetros, y tanto por este mayor calibre, como por los adelantos hechos en la fabricacion de los proyectiles y el empleo de pólvoras de mayor fuerza de proyeccion, intentó demostrar que las corazas Gruson no resistirían ya contra esas piezas, y que por lo tanto no era conveniente su empleo.

Con este objeto, en Agosto de 1879 se hicieron ensayos en Meppen, comparando las corazas de hierro y las de fundicion endurecida, y despues de algunos disparos con proyectiles de fundicion, se reconoció que se necesitaban emplear proyectiles de acero contra las planchas Gruson, miéntras eran suficientes los de fundicion contra las corazas de hierro.

Como la fundicion no saliera muy bien librada de estas pruebas, Gruson siguió perfeccionando su sistema hasta que presentó nuevas planchas, que sometió á otras experiencias en su establecimiento de Buckau-Magdebourg

en 1882 y 1883. Estas planchas eran de las destinadas á una torre acorazada para dos cañones de á 12 centímetros. Las pruebas del primer día tuvieron por objeto observar si las grietas ó vetas del templado, que algunas veces se presentan en las masas, influyen ó no en su resistencia.

La plancha elegida había sido rechazada por tener dichas grietas; estaba algo encorvada, y sus dimensiones eran 3<sup>m</sup>,2 en sentido horizontal y 2<sup>m</sup>,1 en el vertical; su mayor grueso 45 centímetros, y su peso 14.000 kilogramos: una de las grietas medía 460 milímetros de longitud y 2 de anchura, habiendo otras dos de 2 milímetros tambien de anchura y 1,50 y 12,13 de profundidad; todas ellas se rellenaron cuidadosamente con estaño antes de los disparos, para observar si aumentaban sus dimensiones por efecto de los golpes de los proyectiles. En las pruebas se empleó un cañon de 15 centímetros, montado en cureña de marina, y se arrojaron proyectiles de hierro endurecido de 35,5 kilogramos de peso, con una carga de proyeccion de 7,75 kilogramos de pólvora prismática de siete canales: la distancia al blanco era de 22 metros; la velocidad inicial de 446 metros, á la que corresponde una fuerza viva de 349,7 toneladas-metros. Se hicieron cinco disparos, chocando los proyectiles bajo ángulos que variaron desde 34° 10' hasta 81°, observándose despues de ellos que las grietas permanecian completamente inalterables, pues el estaño las llenaba perfectamente, y habiendo causado los proyectiles tan sólo unas ligeras rozaduras, la mayor de 5 milímetros de profundidad. La plancha soportó además el choque de varias granadas, que representaban una fuerza viva de 1748 toneladas-metros, sin que se ocasionáran en ella otras grietas, y sin que las existentes se ensancharan, á pesar de que uno de los proyectiles chocó en una y otros dos muy próximos á ésta. Tambien debe notarse que los tres primeros disparos, que sumaban una fuerza viva de 1049 toneladas-metros, dieron en una superficie de 375 centímetros cuadrados, sin que la plancha perdiera lo más mínimo de su resistencia total.

En 10 de Enero se continuaron las pruebas haciéndose otros ocho disparos en las mismas condiciones anteriores, siendo los proyectiles unos de acero forjado endurecido y otros de acero sin endurecer ni forjar, todos sólidos y de un peso que variaba desde 34,5 kilogramos que era el normal hasta 39,3. El resultado fué satisfactorio, pues la plancha, que era la misma anterior, despues

de soportar el choque de trece proyectiles, que representaban una fuerza viva de 4546 toneladas-metros, quedó sin deterioro notable, á pesar de que casi todos los golpes se habian concentrado en un pequeño espacio.

Al octavo disparo, ó sea al tercero de este día, se produjo una pequeña grieta capilar que no tuvo variacion en lo sucesivo, aún cuando despues dos de los proyectiles chocaron en ella y otro muy cerca. Estas grietas capilares, segun despues se ha visto, rara vez llegan á penetrar en las capas más blandas de las planchas, y no es posible juzgar por ellas ni aún aproximadamente, cuándo aquéllas están próximas á romperse. La gran resistencia de la fundicion endurecida quedó demostrada por el hecho de haber chocado nueve proyectiles con una fuerza viva de 3147 toneladas-metros, en una superficie triangular de 60 centímetros de base por 40 de altura.

Continuando las pruebas el 23 de Abril se hicieron otros cinco disparos contra la misma plancha, y con el mismo cañon, carga y velocidad, y á igual distancia, empleando ahora proyectiles de acero de la fábrica de Ternitz, ensayados y adoptados en Austria como especiales contra corazas. Todos ellos se rompieron sin atravesar la plancha, causando tan sólo unas rozaduras, cuya profundidad no pasó de 8 milímetros; las grietas capilares aumentaron, y al hacer el disparo 18, que fué el quinto de aquel día, se unieron entre sí llegando á dividir la superficie de la plancha en dos partes de arriba á bajo. A pesar de ello la plancha continuó como si estuviera intacta, pues á juzgar por las experiencias en Tejels, la rotura estaba aún muy lejana. La fuerza viva de los 18 proyectiles representa un total de 6294 toneladas-metros.

Debe añadirse á lo expuesto, que en el reconocimiento practicado se notó que la instalacion de la plancha había variado algo, avanzando como unos 5 milímetros, y perdiendo por consiguiente su apoyo en los contrafuertes que la sujetaban, no conservando en los últimos disparos una de las condiciones más esenciales en la resistencia de las corazas.

Con el cañon de 30,5 centímetros de largo de 25 calibres se rompió completamente el 22 de Octubre de 1883, en Buckau, una plancha de fundicion endurecida de 1<sup>m</sup>,060 de grueso. En el tiro se empleó un proyectil perforante de acero fundido, sistema Krupp, de 3,5 calibres de largo y 455 kilogramos de peso; la carga era de pólvora prismática y pesaba 120 kilogramos.

El blanco se componía de cinco planchas dispuestas de modo que presentasen á lo menos igual resistencia que las colocadas en las torres: la que servía para la prueba, estaba en el centro del blanco y las otras cuatro dos á cada lado. En conjunto el blanco asemejaba á una media torre, y sobre sus planchas del perímetro había otra de techo, de una sola pieza, sostenida dentro de la obra por tres sólidas pilastras de mampostería, ligadas fuertemente á la coraza.

Comparando los resultados obtenidos en las tres primeras pruebas y los que dieron otras experiencias hechas en Tejels con dos planchas análogas, se pueden deducir las siguientes observaciones: primera, que la suma de choques expresados en toneladas-metros, sufridos por las tres planchas, ha sido exactamente la misma hasta producirse la primera grieta; segunda, que las nuevas planchas tienen una capacidad extraordinaria de resistencia mucho mayor que las otras, lo que se evidencia desde luego considerando que la relacion entre las fuerzas vivas acumuladas en cada choque aislado, es de 349,7 toneladas-metros en un caso, y 218,5 en el otro. De la potencia de la fuerza viva de cada disparo, depende la de las vibraciones, que son las que poco á poco producen las roturas, y estas vibraciones han debido ser necesariamente mayores en las últimas pruebas.

Las primeras experiencias demostraron que tenían razon los periódicos alemanes que habian dicho que la coraza de fundicion endurecida era incapaz de resistir los proyectiles perforantes de acero, pues con sólo cuatro golpes de éstos se pudo, en los dos casos, romper las planchas.

Además, debe observarse que de los tres factores que constituyen la eficacia de la artillería, en las experiencias de 1883 solo el proyectil era arreglado á los últimos adelantos de la ciencia; los otros dos, el cañon y la pólvora eran susceptibles de grandes mejoras, pues como despues se ha visto, la pólvora cacao produce una gran uniformidad en sus resultados y ménos presion en el fondo de la recámara, por lo cual se puede obtener con ella mayor trabajo con ménos esfuerzo en la boca de fuego, y el cañon más largo, es decir, de mayor número de calibres, aumenta la velocidad inicial, y por lo tanto la fuerza viva.

De cuanto precede se deduce que una coraza de fundicion endurecida de

110 centímetros podrá romperse con pocos golpes de proyectiles de acero, sistema Krupp, de 3,5 calibres disparados con cañones de 30,5 y de 35 calibres de largo y empleando la pólvora cacao; pudiendo tambien aplicarse á la fundicion lo que se dijo de la coraza de hierro forjado como insuficiente para la proteccion de las piezas.

*Comparacion entre los metales de diferentes clases.*

Las experiencias hechas hasta ahora no bastan para aceptar ó desechar de un modo absoluto ninguna clase de corazas de las que han sido objeto de las pruebas. Respecto á su resistencia y á la potencia del cañon con que pueden ser batidas, se necesita hacer aún nuevos ensayos, ó mejor que intervengan prácticamente en alguna campaña para poder elegir el metal más á propósito para su construccion, y la clase de proyectiles con que deban ser batidas, así como para ver si en éstos conviene más aumentar su poder perforante ó su esfuerzo contundente.

Sin embargo, de las pruebas hechas pueden deducirse algunas consideraciones que guien en la eleccion de la clase de metal y forma que convenga á las corazas, segun el objeto que con ellas quiera conseguirse.

Las corazas de acero que fabrica la casa Schneider, en general no se emplean en las fortificaciones, porque no tienen más resistencia que las de hierro laminado, y son ménos duras que las compuestas, aunque presenten una masa más rígida. Tambien resisten ménos á la penetracion, aunque no suelen ceder en el punto del choque ni aún cuando el almohadillado sobre que apoyen esté mal calculado. El proyectil penetra en ellas en forma de cuña, el metal se levanta y abre alrededor del punto de contacto, pero ni se producen hendiduras concéntricas, ni la punta del proyectil sale al otro lado si la coraza tiene las dimensiones convenientes.

Cuando el fuego es muy vivo estas corazas sufren más que las de hierro y se rompen con frecuencia: no siendo tampoco convenientes bajo el punto de vista económico.

Las corazas de hierro forjado ceden localmente por la accion de los proyectiles, produciéndose en ellas un agujero limpio sin que el resto experi-

menten deformacion apreciable, excepcion hecha de los puntos próximos al del choque. La plancha queda en disposicion de poder resistir otros disparos, pudiendo considerarse los efectos que se causan en ella como perforantes, pues los proyectiles encuentran poca resistencia para penetrar. En los puntos opuestos al del choque se suele rajar el metal en forma de estrella ó cruz, cuyo centro viene á ser la punta del proyectil.

Contra estas corazas conviene emplear proyectiles de metal duro, siendo buenos los Palliser de fundicion endurecida.

El hierro forjado puede usarse formando con él diferentes capas separadas por un almohadillado de madera, pero los escudos así construidos no presentan mayor resistencia que los de una sola plancha que tenga el mismo espesor de metal.

Las corazas unidas con pernos que no atraviesen todo su espesor no han dado en general buenos resultados. Las de una sola plancha, las formadas de varias, remachadas ó sujetas con pernos, y las compuestas de barras de hierro cruzadas á ángulo recto, no son en general convenientes, pues las primeras resultan de un precio elevado por las enormes masas de hierro que hay que fundir para fabricarlas, y las operaciones que con ellas hay que hacer despues para darles la forma y dimensiones que necesitan; en las de madera y hierro, una parte de la fuerza viva se trasmite lateralmente y la otra se absorbe por el acolchado que sostiene la plancha, produciéndose por efecto de la curvatura de las placas la rotura de los pernos, cuyas cabezas saltan al interior de la obra, y unidas á los cascos de los proyectiles ó de la coraza hacen imposible el servicio de las piezas. Además, los agujeros hechos para los pernos son puntos de fractura.

Por las causas indicadas las condiciones de las corazas de hierro forjado pueden resumirse así: resistencia meramente local, sin que contribuya á ella toda la masa del escudo; necesidad de enlaces por pernos, siempre descoyuntados por el choque, aunque la plancha resista; dificultad de fabricacion, manifestada tanto por los límites á que hay que atenerse en el peso de las piezas, como en su forma y espesores; poca dureza de la superficie exterior.

Las corazas compuestas ó mixtas presentan bastante dureza al exterior y resisten bien á la penetracion: los proyectiles disparados contra ellas suelen

romperse, quedando alguno de sus pedazos clavado en la plancha, la cual se raja según líneas radiales á partir del punto de choque.

Cuando el almohadillado no es bueno, la plancha cede ligeramente á la percusion y el proyectil penetra en ella; pero si no cede se rompe ántes de ser atravesada. A veces se manifiestan en aquélla rayas circulares causadas por el esfuerzo hecho por el choque y la tendencia á ceder en la plancha para tomar la forma cóncava.

Contra una plancha mixta ó de acero, el efecto de un proyectil pesado y de gran diámetro, chocando en ella con moderada velocidad, podrá ser mayor que el de otro de menor calibre y ménos pesado, lanzado con gran velocidad, pues estas corazas, como todas las de metal duro, no se destruyen por la perforacion, sino por el efecto contundente, y así su mayor daño procede de la fuerza viva acumulada en el proyectil en el momento del choque. Esta es la causa por que conviene que los proyectiles que se empleen sean de acero fabricados por Krupp ó de fundicion templada de la fábrica sueca de Fingspong: de todos modos para batirlas se necesita un proyectil que tenga más tenacidad que el que se emplee contra las corazas de hierro.

Las pruebas indicadas ántes demuestran los efectos que los proyectiles de fundicion dura ó de acero causan en las corazas de fundicion endurecida; ésta es un metal que presenta una gran dureza, á partir de su superficie exterior, desde la que vá disminuyendo progresivamente hasta llegar á la otra cara, de manera que haciendo sumamente difícil la penetracion de los proyectiles conserva á la masa, sin embargo, la conveniente ductilidad para detenerlos, sin que las grietas que por los choques se abren en la cara endurecida, se manifiesten de una manera demasiado sensible en la interior.

De este modo resulta que la resistencia en vez de ser local es de toda la masa, la cual obra aquí como el acolchado de las corazas inglesas, anulando los efectos del choque, gracias á su tenacidad y á la cantidad de metal sobre que se distribuye, pues generalmente cada plancha Gruson alcanza á 45 toneladas de peso.

Cuando las dimensiones de cada pieza están convenientemente calculadas, respecto á las clases de proyectiles con que pueda ser batida, el efecto de un golpe aislado ó de pocos golpes diseminados en su superficie, se reduce

á un magullamiento del metal, de pocos milímetros de profundidad: si la fuerza de choque es grande, si el proyectil es de buena calidad, si el choque es poco oblicuo respecto á la plancha, se manifiestan tambien algunas grietas concéntricas en el punto del choque y fuera de él otras grietas radiales, las cuales al principio parece que no alcanzan gran profundidad.

A veces aparece tambien á poca distancia del punto tocado alguna otra grieta capilar, debida evidentemente á las violentas ondulaciones que la conmocion imprime á la masa del metal, pero en las planchas contiguas á la que recibe el choque no se nota ninguno de estos efectos.

Cuando se hacen muchos disparos y sobre todo cuando varios proyectiles chocan en el mismo sitio ó en puntos muy próximos, las grietas radiales y las debidas á las vibraciones, se alargan hasta llegar á los bordes de la coraza ó de la cara de la cañonera y se ensanchan y se extienden por todo el espesor del metal, formando al mismo tiempo otras grietas transversales á las primeras, con lo cual la plancha queda dividida en varios pedazos.

Además, en las partes próximas al punto tocado, y generalmente siguiendo la direccion de las grietas, saltan pedazos de la cara endurecida, los cuales aumentan sucesivamente de extension y de profundidad, y pueden llegar á poner al descubierto la fundicion blanda.

Las caras de rotura determinadas por las grietas, son bastante irregulares en el interior, pero casi siempre afectan una forma tal que los pedazos en que cada plancha queda dividida son en forma de cuña ó dovela, con la cara mayor al exterior: de este modo al agrietarse la masa por el repetido choque de los proyectiles se divide en la misma forma y de una manera análoga á como se haría el despiece de la sillería en una bóveda, debiéndose á esto y á el apoyo que le prestan las planchas contiguas el que la rota quede en pié, aún despues de dividida en varios pedazos, y que éstos estén completamente desprendidos.

Si despues de la completa rotura se continuasen los disparos, los pedazos que están menos sostenidos, como sucede con los próximos á la cañonera, los de los ángulos y los que tengan grandes grietas, son los que primero saltan y caen al exterior de la obra.

En las planchas de techo es mas fácil abrir brecha, pues su espesor no es

lo bastante para que se acuñen los trozos en que se dividen, y su peso hace que éstos tiendan á caer al interior.

En las pruebas tambien se reconoció que la forma abovedada de las corazas favorece al resbalamiento de los proyectiles, y que por lo tanto éstos causan menos daño si no chocan en ellas en direccion normal ó con pocos grados de inclinacion. Se observó además, que las grietas capilares debidas á defectos de la fundicion, no disminuyen sensiblemente la fuerza de resistencia.

Las dimensiones de las planchas examinadas no serán suficientes contra los proyectiles del cañon de 100 toneladas (43 centímetros), pero como aquéllas pueden aumentarse hasta darle 110 centímetros de grueso, con éste ya resistirian los mayores choques á que hoy se las puede someter.

La fabricacion de la fundicion endurecida, aún con estos espesores, es mucho más fácil que la de las corazas de los otros metales, obteniéndose masas de una sola pieza, de gran peso y con las formas y dimensiones más convenientes; su coste tambien es más moderado y admisible.

Contra estas corazas hay que emplear proyectiles muy pesados y tenaces para que no se rompan y desarrollen toda su fuerza en el choque, conviniendo observar que de los de acero podría obtenerse grandísima ventaja, pues como no se rompen al chocar si atraviesan la coraza y van llenos de materias explosivas, pueden producir la destruccion de una obra, ventaja que no tienen los de fundicion endurecida, que se rompen en el momento del choque.

Comparando ahora los efectos indicados para cada clase de metal, se observa que las corazas de hierro forjado son blandas, pero resisten bien á la penetracion á causa de su tenacidad; además son caras y difíciles de forjar bien en grandes espesores; las mixtas ó compuestas son duras y detienen á los proyectiles, pero las vibraciones producidas por la conmocion que reciben en los choques se propagan á toda la coraza, destruyen el equilibrio de sus moléculas y rompen los pernos y medios de union: en la fundicion endurecida por la curvatura, dimensiones y disposicion conveniente de las planchas, se reconoce que es el metal más conveniente, sobre todo cuando haya que emplear grandes masas de hierro y prescindir de las mamposterías porque éstas quedasen muy al descubierto: en estos casos las casamatas y

torres Grūison son las únicas obras en que puede eliminarse casi por completo el empleo de otros materiales distintos de la fundicion.

*Grueso que debe darse á las planchas de coraza, consideradas con relacion á su resistencia.*

Ninguna regla positiva existe hasta ahora para determinar el grueso máximo que conviene dar á cada plancha de coraza para asegurar su resistencia contra los disparos de un cañon de potencia determinada.

Naturalmente este espesor depende de los tres factores que influyen en los efectos del disparo, como son el proyectil, el cañon y la pólvora, y de la forma y metal empleado en la plancha; pero los ensayos hechos no son los suficientes para tener calculada la influencia de todos ellos.

El exámen de los resultados obtenidos en las pruebas contra planchas de hierro laminado y con diferentes proyectiles, condujo á una fórmula empírica muy sencilla para determinar el grueso que debe dárselos para que resistan la accion de aquéllos. Esta fórmula, llamada de las pulgadas, es la siguiente:

*El grueso de plancha* (expresado en pulgadas) *que puede atravesar un proyectil, es igual al milésimo de la velocidad en el choque* (expresado en piés multiplicado por el calibre del proyectil (expresado en pulgadas). Es decir, que un proyectil de 9 pulgadas, animado de una velocidad de 1000 piés, atravesará una plancha de 9 pulgadas de grueso, y con una velocidad de 1500 piés, atravesará una de 13,5 pulgadas.

Aplicando la regla determinada por esta fórmula, se obtienen cifras un poco mayores de lo necesario para las planchas delgadas, pero casi exactas para las de mayor grueso.

Tambien como regla práctica puede decirse que *un proyectil Krupp atraviesa por cada 300 metros de velocidad que le anime, un grueso de hierro igual á su calibre*. Esta regla concuerda aproximadamente con la regla de las pulgadas, y con el diagrama formado por el coronel Inglis.

*Un proyectil Krupp de los usados contra corazas atraviesa tantos decímetros de hierro forjado como toneladas-metros tenga de fuerza viva por centímetro cuadrado de superficie trasversal.*

Para emplear estas dos reglas, los acolchados de madera de las corazas, cuando no tienen hierros de ángulo, deben contarse como si se añadiese  $\frac{1}{20}$  de su grueso á la plancha de hierro, y si están reforzados con hierros de ángulo, como si se añadiese  $\frac{1}{10}$ .

Si el hierro de las planchas de coraza no fuese de superior calidad, hay que bajar  $\frac{1}{10}$  de su resistencia, y si fuese bueno, pero se emplease contra aquéllas proyectiles de mediana clase, su resistencia aumenta tambien en  $\frac{1}{10}$ .

Como dato práctico puede decirse que con el cañon de 100 toneladas y una carga de pólvora de 203 kilogramos, un proyectil de 907 kilogramos lanzado con una velocidad inicial de 478 metros, atraviesa á 1609 metros de distancia un espesor de hierro de 76,2 milímetros. Cada disparo de éstos cuesta 750 pesetas.

El coronel Inglis dice que las planchas compuestas, comparadas con las de hierro batido, tienen una resistencia cuya relacion es la 4 á 3, es decir, que una plancha mixta de 9 pulgadas de espesor equivale en resistencia á una de 12 pulgadas de hierro forjado, teniendo además la primera la ventaja de que los proyectiles de cualquier clase que dieren en ella se deforman ó rompen, impidiendo así que penetren en el interior de la obra que defiendan.

En cuanto á la fundicion endurecida, como en el momento del choque no hay penetracion sensible ni las pruebas hechas hasta ahora son las bastantes para conocer bien los efectos de los disparos, no se pueden fundar cálculos sobre su resistencia.

A pesar de esto, Grúson en vista de los hechos ya conocidos indica que *el grueso máximo necesario á los escudos de las casamatas y á las planchas de cañonera de las torres, puede ser proporcional á la raíz cuarta de la fuerza viva total que lleva el proyectil en el momento del choque*; pero los gruesos efectivos adoptados por él no siguen siempre esta ley, pues dá á sus planchas de cañonera gruesos algo menores que á los de los escudos de las casamatas, aún cuando aquéllas estén expuestas á los disparos del mismo cañon.

Esta diferencia se podría creer justificada si la curvatura de las torres fuese sensiblemente mayor que la de las casamatas, pero en general no sucede así.

En la práctica, Grúson ha adoptado los espesores de 22 y 25 centímetros

para las planchas de techo, y de 53 y 57 centímetros para las de coraza de las casamatas y de las torres que deban resistir los disparos hechos á corta distancia con cañones de sitio de 15 centímetros. Si las obras pudieran ser atacadas con piezas de mayor calibre, les dá los espesores de 60 á 90 centímetros, que es la conveniente en las costas. Contra las piezas de á 100 toneladas de los buques *Duilio* y *Dándolo* indica el espesor de 110 centímetros, y el de 160 centímetros como el mayor que necesitan las corazas para resistir los cañones de más potencia que hasta ahora pueden adoptarse.

Estos espesores pueden deducirse de la fórmula indicada anteriormente, á la que aplica el coeficiente 0,12 ó sea  $d = 0,12 \sqrt[4]{mt}$ , siendo  $d$  el espesor conveniente para la plancha y  $mt$  la fuerza viva del proyectil expresado en toneladas métricas; para las piezas laterales de la coraza puede adoptarse el coeficiente 0,11, y para las de avancaza el de 0,08.

Por último, debe observarse que las dimensiones indicadas representan sólo la resistencia que conviene contra los proyectiles ordinarios, pero no la suficiente contra granadas ó bombas cargadas con sustancias explosivas.

Segun los ensayos hechos en Casale y Bolonia es posible emplear estos proyectiles, bien cargados con algodón pólvora húmedo ó con otras mezclas detonantes. Grúson tambien ha obtenido resultados muy satisfactorios con el sistema Sprengel, produciendo en el acto del disparo la mezcla dentro de la granada de dos sustancias que forman un compuesto eminentemente explosivo. La parte anterior de la granada lleva un recipiente de cristal, cerrado y lleno de ácido nítrico, y en la de atrás vá la sustancia detonante. En estas condiciones la carga de la granada es completamente inofensiva, pero cuando se dispara aquélla, por medio de un mecanismo sencillo se rompe el depósito de ácido nítrico al primer movimiento que hace la granada y cae éste sobre el cuerpo explosivo, formándose una mezcla que la rotacion del proyectil completa casi inmediatamente, pero siempre despues que la granada ha salido del cañon. Los desperfectos que causen estos proyectiles deben ser sumamente considerables, y su efecto es mayor por la dureza del cuerpo contra el cual obran, y porque la explosion, verificándose inmediatamente despues del choque y cuando la coraza está en vibracion, se produce en las mejores condiciones para destruirla.

Todavía no se han hecho pruebas bastantes para calcular la resistencia conveniente de las corazas contra estos agentes explosivos, pero difícilmente se encontrarán planchas de dimensiones aceptables que puedan contrarestar sus efectos, pues basta indicar que con solo 100 gramos de algodón pólvora puede destrozarse una de 21 centímetros de grueso, aunque esté construida con hierro forjado de la mejor clase.

---

## VI.

### OBSERVACIONES SOBRE LOS VARIOS SISTEMAS DE CORAZAS, TORRES, ETC., Y CASOS EN QUE CONVIENE CADA UNO.

---

#### *Comparacion de forma.*



Las construcciones de hierro indicadas en las páginas anteriores, pueden clasificarse en dos grandes grupos, formados uno de todas las obras acorazadas en que se emplea el hierro ó las planchas mixtas, y el otro con los productos de la casa Grúson.

El primero comprende como subdivisiones: primero, las casamatas en que se acoraza el muro de máscara ó llevan escudos empotrados en las mamposterías; segundo, las de escudos independientes y las que tienen uno continuo para toda la batería; tercero, las casamatas todas de hierro en que reemplazan sus estribos por vigas tubulares de plancha de hierro; cuarto, las torres giratorias inglesas y las de coraza mixta.

Las casamatas indicadas pueden tener uno ó dos órdenes de fuegos, segun lo exija la defensa del punto en que se sitúen; las torres pueden ser para una ó dos piezas y con un campo de 360 grados ó limitado si no han de hacer fuego en todas direcciones, y sus corazas ser de las llamadas inglesas ó de las construidas por Krupp.

Los productos acorazados de Grúson pueden clasificarse en tres clases: primero, escudos curvos sencillos para cubrir solo el frente de una pieza ó formando baterías acorazadas descubiertas; segundo, casamatas completas todas de fundicion endurecida; tercero, corazas para las cúpulas giratorias.

Además, como productos especiales para sus cúpulas, construye la casa Grúson las armaduras cilíndricas de hierro laminado que soportan las cora-

zas de las torres; cureñas de este mismo material, con movimiento en los muñones para servir las piezas de artillería en cañonera reducida; marcos igualmente de hierro laminado para maniobrar estas cureñas, y toda la maquinaria y aparatos propios é indispensables para completar el sistema.

No son sólo las construcciones de hierro referidas ántes las únicas que se han presentado para aumentar la resistencia pasiva de las fortificaciones, pero despues de las numerosas pruebas hechas con todas ellas para calcular su valor práctico en la lucha con el cañon, puede decirse que en el dia sólo prevalecen para las fortificaciones los productos de la casa Grúson, que han sido adaptados por el imperio aleman para los fuertes que hay en construccion de Langlutjensand, Hamm, Metz, Strasburgo, Maguncia, los de las desembocaduras de los rios Elva, Wesser y en Kiel, Swinemunde y Bremerhaven: las corazas mixtas para las casamatas de escudos independientes y los modelos de torres inglesas. Las torres Schumann hasta ahora no han pasado del estado de proyecto más ó ménos ingenioso ó aceptable.

Respecto al desarrollo que el empleo de estos medios de combate debe tomar en las obras de defensa, como su adopcion en gran escala exige un gasto tan grande que las naciones más ricas apenas podrán soportar, lo primero que debe tenerse en cuenta al estudiar un proyecto de defensa es que ésta debe ser la suficiente y proporcionada á los medios que contra ella pueda emplear el ataque.

Dado el aumento siempre creciente de los medios de destruccion y la necesidad de no exagerar demasiado los gastos ya excesivos de la defensa para tener en cuenta ese aumento, parece natural que al elegir una torre ó batería acorazada que se crea capaz en la actualidad de resistir á los medios racionales del ataque, ver si se podrá organizar ésta de manera que se pueda modificar ó sustituir sin grandes dificultades por otra de mayor resistencia cuando la primitiva deje de satisfacer al objeto para que se construyó.

Esta idea, que á primera vista parece lógica, bien analizada resulta ilusoria, por más que sea una de las que se valen los partidarios de los tipos Grúson para preconizar su superioridad.

Se ha visto, dicen, que las planchas de fundicion endurecida se sostienen únicamente por su propio peso, sin necesitar otros medios que las ligen unas

con otras, por lo que las planchas estropeadas por el fuego enemigo podrán reemplazarse sin grandes complicaciones, y por lo mismo será también posible sustituir en las torres y baterías por unas más gruesas las que parezcan débiles con los eventuales medios de ataque.

Verdaderamente no parece haya gran dificultad metalúrgica para fundir planchas de cualquier grueso, en vista de los espesores que ya se llegan á obtener; también la armadura de hierro sobre la que ahora gravitan está calculada para resistir mayores pesos, y por lo tanto se vé la posibilidad de cambiar las frontales de las torres y casamatas.

Los partidarios de las corazas inglesas indican también igual facilidad para reforzar un escudo ya construido, añadiéndole una nueva plancha delante de las que ya hubiera colocadas ó para reemplazar las rotas por un proyectil enemigo; sin embargo, la cuestión no es tan fácil como se quiere indicar, ni el gasto que esto origine tan poco crecido que no deba tomarse en cuenta para ver si conviene aceptar este recurso.

Prescindiendo del coste material de cada plancha, ya bastante crecido, y de los de su transporte, debe observarse que en las torres chicas y sobre todo en las grandes, destinadas á cañones de 30,5 centímetros, el aumento de peso en la coraza obligará á emplear nuevas máquinas motrices y aún á veces será menester dar mayor resistencia á la armadura que la sostenga y á los muros de la torre.

La operación material del cambio de planchas tampoco puede hacerse fácilmente, y exige el empleo de gruas á propósito, las cuales son muy costosas. La de que se sirve Grúison cuesta más de 60.000 pesetas, y una plaza fuerte que tenga varias torres necesita poseer más de una grua para las obras de reparación. Si para estar preparado para hacer el cambio se construyen las torres y baterías bajo esta hipótesis, dando mayor espesor á sus muros y cimientos y más resistencia á la armadura que sostenga la coraza, y se adquieren desde el principio las máquinas motrices más potentes y las gruas necesarias, se aumentan de este modo los gastos de instalación en gran manera, y á pesar de ello no se puede asegurar que se han previsto las necesidades más indispensables para el porvenir.

Entre éstas, sin duda, ha de figurar no sólo el refuerzo de las corazas, sino

el cambio de las piezas de artillería por otras de más potencia; y como ésta ha de ser una de las primeras necesidades ¿qué quedará de la antigua obra, cuando se piense hacer en ella estas modificaciones? ¿Cómo escoger el momento oportuno para hacerlas, hoy que el período de preparacion para la guerra dura escasamente algunas semanas y las innovaciones en el material son tan frecuentes?

Descartada la condicion de que las obras de hierro sean susceptibles de mejorar sus condiciones resistentes, al pasar á examinar las ventajas especiales de cada sistema debe observarse que la base esencial en la forma de las corazas Gruson es la reduccion de la abertura de la cañonera, hasta cierto punto, pero no al límite, ni ménos hasta obtener la obturacion completa que se consigue con el sistema de esferas y en el cañon acorazado.

La reduccion de la cañonera á determinadas proporciones es consecuencia de la ingeniosa disposicion del afuste, el cual permite que el giro del cañon se verifique sin desplazamiento sensible de su boca, gracias á la movilidad del empotramiento de los muñones: al mismo tiempo las dimensiones que se conservan á la cañonera permiten que la caña de la pieza sobresalga un poco en la coraza, y con esto el brocal del cañon no recibe choque en su movimiento de retroceso; la amplitud vertical de la cañonera depende naturalmente de los ángulos de elevacion y de depresion con que haya de dispararse, ó como se dice, del campo de la pieza.

Cuando se trata de artillería de costa, y por lo tanto de la de gruesos calibres, como su objeto es tirar á grandes distancias y perseguir la marcha de puntos movibles, esta cañonera es preferible á la de mínimas dimensiones, porque dá mayor desahogo en la puntería y observacion del tiro, siendo suficiente la proteccion que presta á los cañones por la inseguridad de los tiros á bordo; pero si el emplazamiento de estas defensas fuese en puntos del interior, donde tanta influencia tiene la precision del fusil y de la artillería de batalla, entónces esta abertura sería sumamente perjudicial, sobre todo por lo que le hace destacar desde léjos el contraste entre luz y sombra, siendo más conveniente para estas posiciones elegir una coraza que permita disparar con cañonera mínima.

La práctica ha demostrado que tanto las baterías acorazadas como las to-

rres giratorias Grúson, no están exentas de algunos inconvenientes propios de todas las casamatas: las condiciones de ventilacion, por ejemplo, no parecen distintas de las ordinarias; y las de luz, á causa de lo reducido de la cañonera, y de estar cerradas completamente por la gola, son aún inferiores á las de aquéllas, por lo que es indispensable recurrir al empleo de luces artificiales: en la exposicion de electricidad de Viena figuraba expuesto un sistema de iluminacion de la casamata Grúson con luz eléctrica; pero esto todavía es muy teórico.

Los cambios de temperatura determinan movimientos en las corazas, pues las planchas se dilatan con los calores del verano y hacen salir de las juntas el plomo ó zinc que sirve para su union: en el invierno, por el movimiento inverso, se abren las juntas, las cuales, quedando ahora huecas, permiten las filtraciones del agua de lluvia, las que hacen resbaladizo el suelo si se hielan, y además con su humedad se perjudica el material si no se le cuida mucho.

Las variaciones de temperatura producen tambien una separacion entre el pié de la coraza frontal y el piso del corredor, y las filtraciones á que ésta pueda dar lugar, abriéndose camino hasta los locales en donde se conservan las municiones, llenan de goteras esos espacios. Tambien en el invierno la condensacion de los vapores producidos por la respiracion de la seccion de artilleros que haya en la batería es otra causa de humedad que se fija sobre el material para deteriorarlo.

La coraza de las baterías tiene otro defecto de estabilidad á causa del poco apoyo que le prestan las planchas de techo contra el empuje causado por los proyectiles; si á consecuencia del choque de éstos la coraza resbalase algo yéndose hácia atrás, la ruina de la obra sería inminente, y para prevenirla es indispensable que la cimentacion y toda la parte de la mampostería de la gola tengan la resistencia bastante para contrarestar en todas las circunstancias este movimiento.

Otro defecto de estas corazas es que hacen peligrosos los contornos de las obras en que se colocan, pues los cascos de los proyectiles que se rompen al chocar y los chispazos que éstos pueden levantar en la coraza se esparcen en varias direcciones, formando una especie de metralla que puede dañar á los

sirvientes ó tropas que pasen por esos puntos. Por esto hay que tener cuidado de proteger con traveses las partes próximas al terraplen donde esté la cúpula, pero esta disposición exige mucho espacio y gran número de abrigos.

Los constructores de las torres Grūson se contentan con poner á cubierto la guarnición de los fuertes, pues dicen que los proyectiles lanzados contra éstos con elevación superior á la de la masa cubridora, recorrerán una trayectoria muy curva é irán á caer detrás de la obra; pero entónces los alrededores del fuerte serán poco seguros y peligroso el espacio en que se suele situar la tropa de reserva. Si estas obras se colocan en un campo atrincherado, éste será siempre un campo de batalla dispuesto para la defensa, y las tropas bajo su protección deben defender el terreno exterior el mayor tiempo posible; pero si los rebotes y cascos de los proyectiles hacen peligroso ese espacio, la posición en vez de mejorar con la adición de las torres giratorias se habrá hecho indefendible.

Las corazas de hierro forjado y las mixtas, además de los inconvenientes anteriores, exigen el empleo de pernos, tuercas, hierros de ángulo, etc.; los que por efecto del choque de los proyectiles se desprenden con perjuicio de la seguridad que debe haber en el interior de la obra, y esto sucede siempre que varios proyectiles choquen en un punto de la coraza por mucho cuidado que se ponga al clavar los pernos, y en la construcción de la casamata ó torre; para preservar de aquéllos á los sirvientes se coloca en el interior de la obra un mantelete hecho con cuerdas ó se cubre las cabezas de los pernos con una contraplaca de  $\frac{1}{2}$  pulgada á  $\frac{3}{4}$  de espesor, pero esto no suele bastar.

Los rebotes de los cascos no deben temerse en el sistema Krupp, porque difícilmente se romperán las granadas con el choque contra la coraza, y si se rompieran, los cascos no tendrían tanta fuerza viva que hicieran peligroso el terreno adyacente, con lo que se destruye uno de los mayores inconvenientes de las Grūson, si bien quedan los otros, como son la falta de luz y ventilación, las goteras, y sobre todo, que siendo más chica la cañonera, el humo produce más molestia.

También todas las obras en que se emplea el hierro en planchas batidas ó mixtas están sujetas á desenchajarse y á roturas en los puntos de enlace, acom-

pañadas á veces de chispazos que saltan dentro del espacio que deben proteger.

Por último, conviene observar que el peso de la coraza es un elemento que hay que tener en cuenta respecto á su estabilidad, porque por él puede neutralizarse la energía de los movimientos sensibles y vibraciones impresas á la torre por la reaccion de los cañones en sus respectivos afustes en el momento del disparo. Bajo este punto de vista las torres hasta ahora construidas por Grúson presentan diferencias notables, pues mientras en las de pequeño calibre su peso total viene á ser cerca de 80 veces el del cañon, en otras la relacion entre éstos es de 30 y áun á veces sólo de 20 veces.

Respecto á las condiciones defensivas de las cúpulas y baterías, hay que tener en cuenta que las primeras presentan por su forma una gran resistencia, ofrecen poco blanco á los disparos enemigos, y baten una gran extension de terreno: sus únicas partes vulnerables son las cañoneras, y en ellas no puede dar un tanto por ciento crecido de los disparos que tocan en la coraza; además, tienen la ventaja de suprimir las dificultades de la desfilada, dejando al ingeniero más libertad para la eleccion del emplazamiento, no necesitan flancos ni frentes de gola, siempre expuestos á los fuegos de enfilada y de revés, presentando mayor abrigo al personal y material contra los cascos de los proyectiles.

Tampoco debe perderse de vista que con ellas se puede tambien hacer gran economía en sirvientes, y se suprimen los traveses que exigirian las baterías al descubierto, reduciendo así considerablemente las dimensiones de los fuertes y de las baterías de costa, obteniéndose de esa disminucion una economía notable.

En cambio de estas ventajas, en una cúpula los deterioros son de tal naturaleza que las reparaciones no pueden hacerse sino durante una muy larga interrupcion del fuego, y como el enemigo conocerá esta circunstancia no suspenderá sus disparos sobre la coraza deteriorada hasta desorganizarla completamente; y áun cuando su resistencia sea muy grande, no lo será tanto la de los parapetos que cubren sus galerías, y una vez destruidos éstos, las galerías no resistirán mucho tiempo, y las cúpulas perecerán por su base. Aun sin llegar la destruccion á este extremo, con que sólo faltára algo de solidez

á las cimentaciones, la corona sobre que giran los rodillos no quedará completamente horizontal y esto dificultará mucho los movimientos de la torre.

A pesar de esto, con los cañones rayados del material de sitio, siempre se necesitará para demoler una cúpula un consumo tal de municiones, un espacio de tiempo y tales pérdidas de hombres, que probablemente no estarán en proporcion con el efecto que se consiga.

Las torres cuestan más caras que las baterías acorazadas, pero este mayor gasto está compensado si las cúpulas se sitúan en emplazamientos desde donde se deba batir una gran extension de terreno, pues así sus dos cañones equivalen, en cuanto al efecto que puedan producir en un combate de artillería, á seis ú ocho piezas del mismo calibre, agrupadas dos á dos en una batería y de modo que cada grupo tenga distinto campo de tiro con 60° de amplitud; pues la necesidad de hacer fuego con las seis piezas, esto es, en tres direcciones distintas al mismo tiempo, ocurrirá rara vez, y por lo tanto, el valor de cuatro de las piezas de la batería puede economizarse en la torre y ya no se podrá decir que ésta cuesta más, pues si ella bate con dos piezas cada punto del terreno exterior, la construccion de la batería con que esto se consiguiese exigiría un gasto en locales accesorios, quizá mayor que el de la torre y una extension de terreno de que muchas veces no se dispondrá.

De este modo puede decirse en general que si el campo que deba batirse no tiene mayor extension de 60°, convienen mejor baterías acasamatadas que torres, y éstas serán las preferidas si el campo pasa de los 60°.

Sin embargo, bajo el punto de vista de la defensa próxima, un fuerte bien flanqueado y con guarnición numerosa, ofrece más garantías contra un ataque paso á paso que una batería acorazada; pues ésta, en una torre con un foso estrecho, privado de flanqueo ó defendida solamente por una galería de contraescarpa, no se defiende bien.

#### *Empleo de las construcciones de hierro.*

Conocidas las diferentes construcciones en que se emplea el hierro en las obras de defensa y las condiciones especiales de cada una, resta saber cómo y dónde deben ser situadas: su gran coste obliga á que no se prodiguen de-

masiado, y además de esto siempre hay que tener en cuenta que la coraza es una masa inerte y su papel en la defensa pasivo, mientras el cañon es un gran medio de ataque, y por esto, en el actual modo de combatir, la defensa obtiene casi más efecto de las piezas colocadas en las baterías de contra-aproche entre los fuertes, que de la de los mismos fuertes.

Es cierto que si esa artillería ó la de las fortificaciones está mal protegida contra los disparos enemigos, podrá ser desmontada ó reducida al silencio; pero como regla general, debe observarse que en la guerra de sitios la destruccion de una coraza no decide, como en los buques, de la suerte de una fortaleza, y el objeto del ingeniero debe ser organizar con justo criterio una resistencia que sea la suficiente y proporcionada á los medios de que pueda disponer el ataque; por esto, en las plazas y fuertes terrestres ó del interior, solo deberán acorazarse algunas piezas que hayan de quedar como reserva de la verdadera masa de artillería, la cual, aunque bien protegida, debe obrar con más libertad que la que permiten las construcciones acorazadas.

Para conservar intactas las piezas de reserva hasta el último período del ataque, el único medio de que hoy se dispone son los abrigos de hierro, pues cuando las caras de las obras de defensa tienen cierta extension y están expuestas á los fuegos de enfilada y de revés, la artillería sin acorazar sufre bastante.

Además, los tiros indirectos y de sumersion tienen hoy una precision tal, que no permiten combatir al descubierto en las fortificaciones si la artillería del ataque es superior en número ó potencia; pero esos mismos disparos son ineficaces contra las corazas de que se puede servir el defensor, mientras que la resistencia de los abrigos á que puede recurrir el sitiador es bastante problemática.

Otro inconveniente de prodigar demasiado las construcciones de hierro, es que las tropas alojadas en los fuertes atacados descansan mal de noche y de día no pueden salir de sus abrigos sin correr graves riesgos; pero aún descansarían peor y tendrían ménos libertad de accion en las baterías acorazadas, donde estarían molestadas, no sólo por el ruido de las detonaciones, sino tambien por la commocion que éstas detonaciones comunicarán á las mamposterías y al suelo.

Para que los defensores se encuentren en buenas condiciones, basta que

tengan abrigos seguros y espaciosos y que durante las horas en que el fuego cese ó disminuya puedan hacer algun ejercicio. Esta condicion no se satisface bien en un fuerte pequeño sin pátio interior, como son los de los acorazados y cuyos abrigos se encuentran bajo las mismas baterías.

Los locales de contra-escarpa no pueden tampoco habitarse frente á las piezas de artillería, pues á 10 ó 12 metros de distancia y á algunos metros por bajo de la pieza con el cañon de 30,5 centímetros, la compresion del aire en el momento de los disparos es tal, que hay que desalojar aquellos locales. Por esto, áun en Alemania, donde más se modifica en la actualidad el sistema defensivo de las plazas, el empleo de las obras de hierro es muy limitado.

De todas las construcciones estudiadas, las más importantes son las torres giratorias, y por lo tanto, la eleccion de su emplazamiento y el estudio sobre la conveniencia de su empleo es la cuestion más interesante.

Segun ya se ha indicado, las cúpulas giratorias convienen en los puntos en que sea necesario batir el terreno de alrededor en todas direcciones ó con un campo de tiro casi ilimitado, y tambien cuando las circunstancias obliguen á obtener el máximo efecto de la artillería con el mínimo espacio disponible.

Bajo este supuesto, los casos en que su empleo debe recomendarse son:

- 1.º Para los fuertes-barreras y los que defiendan pasos muy importantes de los ferrocarriles.
- 2.º Para ocupar las crestas de los desfiladeros que exijan una defensa eficaz cuando no convenga establecer en ellos grandes obras.
- 3.º Para defender un paso ó valle de importancia dominado por alturas que no se pueda ó no convenga ocupar.
- 4.º En la defensa de costas, sobre todo cuando las obras deban construirse al nivel del mar.

Los fuertes-barreras, por su misma naturaleza, son de muy difícil construccion, porque pudiendo ser inopinadamente cercados, deben hallarse en disposicion de defenderse sin auxilio del exterior: importa, pues, que estos fuertes presenten por todos lados la mayor resistencia posible á un ataque á viva fuerza. Su guarnicion debe además reducirse al mínimo, porque puede considerársela como pérdida para la defensa ulterior del país, puesto que la concentracion de estos destacamentos no podrá casi nunca conseguirse.

Los medios de ataque de que el enemigo dispone en la guerra de montaña son limitados: allí la fuerza intrínseca de una obra tiene un valor grandísimo, siempre que se trate de resistir á muchos con poca gente en posiciones dotadas de un valor real defensivo; y como en esos puntos hay posiciones dominadas que conviene ocupar, para éstas son preferibles las torres á las baterías descubiertas ó acasamatadas de sillería, y áun hay casos en que no se pueden ocupar de otro modo que con cúpulas, las cuales dispensan de resolver las dificultades siempre crecientes de la desenfilada vertical y horizontal.

En los fuertes de las plazas de guerra ó destacados en que se protegen los cañones con torres, se deben emplear en cada uno más de una cúpula, siendo conveniente en general construir tres, una al lado de otra, pues por este medio se tienen siempre dos piezas dispuestas para tirar en un mismo sector, y en un momento determinado se puede ocultar completamente al fuego enemigo una cualquiera de las cañoneras.

El elevado coste y considerable efecto de los nuevos cañones de costa, aconsejan que se armen las baterías con un corto número de piezas, pero instalándolas muy bien y con toda comodidad para el servicio y la mayor seguridad posible. Conviene también que el armamento sea permanente, pues la operación de montar piezas tan pesadas no es fácil cuando el enemigo está á la vista ó se considera inminente su llegada, y como las costas pueden ser atacadas á las pocas horas de la declaración de guerra, porque los buques enemigos no necesitan mucho tiempo para llegar hasta ellas, todo debe estar dispuesto para la defensa desde el tiempo de paz.

Estas baterías deberán encerrarse en las cúpulas cuando las piezas hayan de situarse en posiciones bajas inmediatas al nivel del mar y cuyas condiciones de combate se asemejan al de buque á buque, pues en éstas las torres giratorias se prestan mejor que las baterías á barbata ó acasamatadas á una tenaz resistencia. Si las posiciones están expuestas á un ataque concéntrico, las baterías necesitarán un número de cañones relativamente grande, pues como se multiplican los frentes de ataque, sólo pueden entrar en acción los cañones que se encuentren en el frente amenazado y los otros se deben considerar como inútiles por el momento, pues no pueden hacer fuego.

Además, hay que tener en cuenta que los fuertes de costa pueden sufrir ataques por cañoneros ó embarcaciones ligeras artilladas con ametralladoras ú obuses, y que aquéllas escapan ántes de que se haya tenido tiempo de precaverse contra su ataque, siendo esta causa tambien de las que aconsejan la preferencia que debe darse al empleo de las obras cerradas por la gola y mejor aún á las torres.

Si la batería de costa debiera tener un emplazamiento más elevado, sería hasta perjudicial esta precaucion, conviniendo entónces elegir los puntos desde donde pueda dominarse mejor el mar y distribuir en ellos la artillería siguiendo las indicaciones del terreno, acorazando las baterías acasamatadas cuando puedan ser atacadas desde lejos ó con muchas bocas de fuego y usando las baterías descubiertas siempre que estén á 13 metros de elevacion sobre el nivel del mar.

En las posiciones atacables sólo de frente, mejor que una batería ó torre giratoria con armamento obligado, podrá satisfacer las condiciones defensivas una batería de arena armada con cañones del máximo calibre y provista de numerosos locales á prueba: su forma más conveniente será la que se adapte mejor á las condiciones del terreno ó aquella que sea susceptible de aumentar su resistencia á medida que aumente su armamento, en armonía con los medios con que pueda ser atacada.

El cañon de perno conviene para emplearlo en emplazamientos desde donde se descubra un gran campo de tiro y donde al mismo tiempo no sea de temer un ataque á corta distancia, y á ser posible que no estén dominados.

Será en general útil en las costas situándolo en los puntos en que no haya otro medio de defensa más eficaz ó en los que por su especial situacion pudiera enfilear las piezas que contra él se hubieran de emplear: tambien convendrá en las baterías de costa, en las plazas en que los buques puedan ser vistos desde léjos.

Esta pieza es útil por la facilidad y rapidez que permite en el servicio su mucha resistencia y poco blanco que presenta: con ella se puede perseguir algun tiempo á los buques de marcha rápida, apuntando y disparando aunque permanezcan pocos instantes en el campo de tiro.

El cañon acorazado Krupp tiene condiciones análogas al anterior y su servicio puede ser parecido al de éste, si bien ante todo hay que esperar á que se hagan con él algunos ensayos para saber si está dotado de la conveniente resistencia y su manejo es todo lo fácil que su inventor cree.

De cuanto se acaba de exponer y como resúmen general de las ideas emitidas en este trabajo, pueden deducirse las consecuencias siguientes:

1.<sup>a</sup> Los abrigos acorazados no presentan, en general, suficiente resistencia contra la artillería moderna.

2.<sup>a</sup> Los de fundicion endurecida Gruson, si bien son más convenientes que los ingleses, tampoco pueden considerarse como aceptables para el porvenir, dados los recientes progresos de la artillería.

3.<sup>a</sup> Las torres Krupp parecen mejor dispuestas y su coraza más resistente; sin embargo, ántes de decidirse por ellas sería preciso conocer su valor defensivo con nuevas experiencias.

4.<sup>a</sup> Por sus condiciones defensivas, facilidad de manejo y poco blanco que presentan, parece que el cañon de perno y escudo y el modelo adoptado por Krupp, servirán muy bien en la defensa de costas y en algunos salientes de las obras de defensa del interior.

5.<sup>a</sup> A pesar de todo cuanto se ha dicho acerca de las ventajas de las construcciones de hierro, quizá las obras de tierra ó arena sean el mejor medio de defensa contra la artillería de gran calibre, sobre todo en las costas. La ventaja del tiro á barbata con la libertad de movimientos que presenta en todos sentidos no se compensa para los efectos del fuego con ninguna de las otras condiciones de los abrigos acorazados. Si la posicion que hay que defender, por sus especiales condiciones obliga á que se acorace la artillería, habrá de recurrirse á este medio, pero siempre considerándole como un inconveniente irremediable, no como un progreso decisivo en el arte de fortificar.

#### *Estado de precios y dimensiones.*

El cañon Krupp de 24 centímetros tiene una longitud de 8<sup>m</sup>,4 y pesa 21.500 kilogramos; su proyectil de acero pesa 160 kilogramos y la carga para

arrojarlo 65 kilogramos. A 1500 metros conserva el proyectil la fuerza viva suficiente para perforar una plancha de hierro forjado de 36 centímetros de espesor.

El cañon de 30,5 centímetros del mismo fabricante, tiene la longitud de 10 metros y pesa 48.400 kilogramos; su proyectil 329 kilogramos, la carga 132 kilogramos, y á 1500 metros perfora una plancha de hierro de 49 centímetros.

El cañon Armstrong de 25,5 centímetros, tiene de longitud 6<sup>m</sup>,929, pesa 26.246 kilogramos; su proyectil 181,2 kilogramos, la carga es de 82 kilogramos y á los 1500 metros de distancia atraviesa una plancha de hierro de 35 centímetros.

El de la misma fábrica de 30,5 centímetros, tiene de longitud 8<sup>m</sup>,382, pesa 43.000 kilogramos; su proyectil 318 kilogramos, la carga 168 kilogramos y á 1500 metros pasa 45 centímetros de espesor de hierro.

Una cúpula Grúson para dos cañones de 15 centímetros, pesa 31 toneladas y cuesta en fábrica 190.000 pesetas.

Para una sola pieza de 30,5 centímetros, pesa 635 toneladas y cuesta 500.000 pesetas.

La torre para un cañon de 100 toneladas, pesará 1616 toneladas y valdrá 1.300.000 pesetas, pudiéndose calcular con estos datos, aproximadamente, el peso y precio de las de los calibres intermedios.

Una casamata acorazada Grúson para la pieza de 21 centímetros, pesa 172 toneladas y cuesta 120.000 pesetas; para la de 30,5 centímetros, pesa 370 toneladas y cuesta 250.000 pesetas, y para el cañon de 100 toneladas, pesará 813 y su coste será de 570.000 pesetas.

El afuste para la pieza de 15 centímetros, está valuado en 20.000 pesetas; el de 30,5 centímetros, en 55.000, y el que sirva para el cañon de 100 toneladas, costará 90.000 pesetas.

Además, hay que contar para montar las cúpulas, con la adquisicion de una grúa de desembarque, una barca y un carro fuerte para transporte, y una grúa hidráulica para montar las piezas etc., etc.; cuyos accesorios no bajarán en conjunto de 250.000 pesetas.

Los gastos de colocacion pueden valuarse en 100 pesetas por tonelada, y

los de transporte desde Buckau, por ejemplo, á Cádiz, ascenderán á otras 100 pesetas por tonelada.

Una torre acorazada para dos cañones de 15 centímetros de las fabricadas por Shneider en el Creuzot, necesita cinco dovelas de coraza del peso de 103.700 kilogramos, una plancha de techo de 12.500 y cuatro segmentos llenos del anillo fijo 100.000, ó sea un peso total de fundicion endurecida de 216.000 kilogramos.

A esto hay que añadir el entramado que sostiene las dovelas y que pesa 29.000 kilogramos y el mecanismo de la torre que es de 15.000, ó en total 260 toneladas.

El precio de un cañon acorazado Krupp de 15 centímetros, es de 20.900 pesetas, y su afuste y accesorios el de 4.400, y la plancha de frente, como la ensayada en Bredelar, cuesta 18.750 pesetas.

Las torres Schumann para obuses y para el cañon Hoctkiss de 37 milímetros valen 23.250 pesetas incluyendo el precio del cañon, que son 6.250.

FIN.



---

# ÍNDICE.

---

	<u>Páginas.</u>
INTRODUCCION. . . . .	5
I.— <i>Observaciones generales.</i> . . . . .	7
II.— <i>Casamatas acorazadas.</i> . . . . .	17
Casamatas Schumann. . . . .	20
Corazas inglesas modernas.. . . . .	22
Escudo de Gibraltar.. . . . .	26
Escudo de Hughes, fabricado por Milwall. . . . .	27
Forma de las casamatas.. . . . .	28
Corazas rusas. . . . .	29
Casamatas Grüson.. . . . .	30
Casamata Krupp, cañon acorazado ó cautivo. . . . .	37
III.— <i>Cúpulas ó torres giratorias.</i> . . . . .	45
Torres en general.. . . . .	45
Cúpulas de los fuertes del bajo Escalda.. . . . .	51
Cúpulas Grüson.. . . . .	57
Datos y observaciones sobre las torres giratorias construidas hasta ahora por Grüson.. . . . .	63
Torres inglesas. . . . .	64
Cúpula Krupp.. . . . .	66
Torres francesas.. . . . .	66
Torres Schumann.. . . . .	68
Torre para cañon de 15 centímetros. . . . .	69
Torre acorazada para cañones-revólver.. . . . .	74
IV.— <i>Otras aplicaciones del hierro.</i> . . . . .	77
Cañon de perno y escudo. . . . .	77
Cañon de perno, sistema Krupp.. . . . .	82
Escudos para piezas aisladas y baterías al descubierto.. . . . .	84

	<u>Páginas.</u>
Escudos Grüson.. . . . .	84
Cañon cautivo, modelo francés. . . . .	87
Abrigos acorazados.. . . . .	88
Caponeras. . . . .	89
V.— <i>Observaciones sobre las diferentes clases de corazas, experiencias, comparacion y dimensiones más convenientes.</i> . . . . .	91
Observaciones sobre las diferentes clases de corazas.. . . . .	91
Planchas Grüson. . . . .	98
Comparacion entre los metales de diferentes clases. . . . .	102
Grueso que debe darse á las planchas de coraza, consideradas con relacion á su resistencia. . . . .	107
VI.— <i>Observaciones sobre los varios sistemas de corazas, torres, etc., y casos en que conviene cada uno.</i> . . . . .	111
Comparacion de forma. . . . .	111
Empleo de las construcciones de hierro. . . . .	118
Estado de precios y dimensiones. . . . .	123



# HOSPITAL MILITAR.





UN PROYECTO ITALIANO  
DE  
HOSPITAL MILITAR

TRADUCIDO Y ACOMPAÑADO DE UNA INTRODUCCION Y JUICIO CRÍTICO

POR EL COMANDANTE

DON MANUEL DE LUXÁN Y GARCIA,

*capitan de ingenieros y profesor de la academia.*



MADRID  
IMPRESA DEL MEMORIAL DE INGENIEROS  
**1885**



---

## INTRODUCCION.

---

CON el título de *Informazioni é studi tecnici intorno agli Ospedali Militari con proposte concretate per un Ospedale Divisionale, capace di 600 letti*, y sin firma de autor, publica la *Rivista di Artiglieria é Genio*, en su entrega 9.<sup>a</sup>, correspondiente á setiembre del pasado año 1884, un notable trabajo, que consideramos digno de llamar la atencion de nuestros compañeros, pues en él se resumen los principios higiénicos de la construccion, y más especialmente los de alojamientos colectivos, y se presentan soluciones muy oportunas y prácticas para casi todos los problemas que, bajo el punto de vista indicado, preocupan hoy universalmente á los constructores.

De todos es conocida la creciente importancia que en sus variados ramos ha adquirido en la actualidad la higiene, tanto en sus conceptos generales como en sus aplicaciones especiales, creyéndose ya universalmente que es preciso procurar por medio de todos los sacrificios que sean necesarios el establecimiento de los procedimientos que la ciencia aconseja, tanto para la conservacion de la salud como para el creciente desarrollo de la fuerza radical que debe tenerse, digámoslo así, como almacenada, á fin de disponer de élla en los trabajos y circunstancias extraordinarios.

Es indudable que uno de los elementos que contribuyen de una manera más eficaz á conseguir este fin es la buena disposicion de las habitaciones, puesto que dentro de éllas pasa el hombre la mayor parte de su vida, y este asunto, siempre importante, lo es si cabe aún más en el ejército, entre otras razones, por las dos más principales que vamos á indicar:

- 1.<sup>a</sup> Porque habiendo de venir al ejército un número cada dia mayor de

hombres, puede suponerse que toda la juventud del país termina su desarrollo físico en los cuarteles, y toda la población se resentiría si éstos no reuniesen las condiciones higiénicas necesarias. Esto, que lo aconsejan desde luego los sentimientos humanitarios, lo hace indispensable el interés de conservar y desarrollar las fuerzas vivas del país, base de su prosperidad, y la necesidad de devolver á la masa comun de ciudadanos, hombres que, despues de haber cumplido el deber militar, se encuentren, si es posible, más aptos que ántes para toda clase de trabajos.

2.<sup>a</sup> Porque el militar no puede por su iniciativa buscar para sí las más favorables condiciones higiénicas, como hace el paisano, puesto que debe vivir en los locales que el Estado prepara á este fin y con el régimen que su servicio exige; por esta causa tiene éste un deber más imperioso de disponer los alojamientos en las más excelentes condiciones higiénicas, siendo éste, como decia *Chenu* tratando de los hospitales, uno de los medios por los que paga la deuda adquirida con sus hijos, que le sacrifican hasta la vida.

Resulta, pues, evidente la importancia que tiene la disposicion higiénica de los hospitales, los cuarteles y todos los establecimientos que han de emplearse como alojamiento colectivo del militar.

En todas las naciones se estudia con gran interés la construccion higiénica en sus aplicaciones militares y civiles, y de ello dan buena prueba los higiénicos cuarteles ingleses, los cuarteles y hospitales recientemente construidos en Francia por el sistema Tollet, y en Alemania, entre otros, un edificio que es modelo en los de su especie, el Hospital civil de Friedrichshain, en Berlin. Las estadísticas dan pruebas de los excelentes resultados que en todos ellos se han obtenido. Italia, que tiene hombres tan eminentes en todos los ramos, y en particular en el ejército, no podía permanecer extraña á este movimiento, y el trabajo que motiva estos renglones es buena prueba de los conocimientos técnicos que atesora sobre el particular.

En España aún tiene hoy este asunto más preferente interés, pues el problema del acuartelamiento no se ha resuelto todavía. La mayor parte de los cuarteles y hospitales que el ejército ocupa son vetustos edificios, muy poco aptos para su actual destino; casi todos son antiguos conventos, y su rígida construccion no ha podido plegarse á organizaciones tan distintas como la

monástica y la militar. Además, en este momento se halla sobre el tapete en elevadísimas corporaciones militares el problema de la division territorial, con el cual se enlaza la organizacion general del ejército, y de estos problemas emanan, como inmediata consecuencia, la determinacion del número y capacidad de los cuarteles y hospitales que necesitarán las tropas cuando se fije su situacion. Es, por consiguiente, el momento oportuno de llamar la atencion acerca de los principios higiénicos á que han de satisfacer aquellos edificios para que sean estudiados y discutidos, á fin de que cuando llegue el caso de construirlos pueda esto hacerse con arreglo á los últimos adelantos de la ciencia.

Análoga es la situacion de Italia en el particular, y el anónimo autor de este trabajo expresa ideas parecidas.

En todos los países se marca la tendencia á prescindir de los edificios únicos y de muchos pisos para habitaciones colectivas, sustituyéndolos por grupos de ligeros pabellones de uno ó á lo más de dos.

No entraremos á detallar las ventajas de estas construcciones, de que ya nos hemos ocupado en otra ocasion (1), y de las que todavía no tenemos en nuestro país ningun ensayo, pues de todos son conocidas las que atesoran bajo muchos puntos de vista. Este sistema es el que mejor satisface las *necesidades y conveniencias* arquitectónicas de los alojamientos colectivos; es tambien económico é higiénico y hasta bajo el punto de vista estético es preferible, pues nada satisface mejor á la belleza artística en arquitectura que la íntima relacion entre el aspecto exterior y el objeto del edificio, y conforme sería impropio dar á un teatro el aspecto de una cárcel ó á ésta el de aquél, no es pertinente en un cuartel ú hospital la decoracion excesiva, y el efecto debe buscarse en la acertada combinacion de las masas y proporciones, en su ordenada disposicion y severos adornos que revelen al exterior su destino y recuerden al que observe el edificio la severa sencillez de la ordenanza, la regularidad y la exactitud del servicio militar. Nada hay que mejor traduzca estas ideas que esos grupos de edificios severos y sencillos, correctamente ordenados en relacion con el servicio que van á llenar.

---

(1) Hospitales militares, *Memorial* de 1879.

Abandonemos de una vez para el uso militar los grandes y macizos edificios antiguos y tratemos de elevar construcciones ligeras, que tan bien se pliegan á la organizacion y en que se atiende primordialmente á la conservacion de la salud de las tropas.

Estos principios se abren paso entre los médicos é ingenieros militares, y distinguidos oficiales de ambos cuerpos se han ocupado del particular con más competencia que nosotros; pero por nuestra parte quedarémos muy satisfechos allegando nuestro grano de arena á la obra de propaganda de los principios generales higiénicos entre todos los oficiales del ejército, porque hoy la guerra moderna, que tan ámplios conocimientos les exige, cuenta entre ellos en un preferente lugar el de la higiene, asunto que interesa sobremanera para economizar y aumentar las fuerzas del soldado, que á tan duras pruebas se someten en el momento de la campaña.

Las consideraciones que preceden nos han decidido á hacer una cuidadosa traduccion del trabajo italiano á que hemos hecho referencia más arriba, en la que hemos procurado no desvirtuar en nada el interesante original, que puede considerarse, segun hemos indicado, un completo resúmen de los principios higiénicos de la construccion.

Terminado este trabajo hemos tenido el atrevimiento de permitirnos discutir alguno de los principios sentados en él por su autor y emitimos nuestras modestas opiniones razonándolas en un capítulo final, viéndose satisfechas todas nuestras aspiraciones, si á consecuencia de ellas, alguna persona más competente estudia tan interesantes asuntos.

---

# INFORME

Y

## ESTUDIO TÉCNICO ACERCA DE LOS HOSPITALES MILITARES

*con un proyecto de hospital de Division capaz para 600 camas.*

---

### I.

#### CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE HIGIENE HOSPITALARIA

EN LO QUE SE REFIERE AL EDIFICIO.



Es condicion fundamental para asegurar la salubridad de un edificio cualquiera destinado á uso colectivo, esto es, que debe ser habitado por muchas personas, que goce de una activa circulacion de aire bastante, no sólo á las exigencias de la vida animal, sino tambien para arrastrar prontamente los productos de la traspiracion cutánea y pulmonar, las emanaciones de los excrementos y otras semejantes, que de no ser así diluyéndose en la masa del aire ambiente le hacen ménos apto para la respiracion.

De no ser así, estos productos depositándose y condensándose poco á poco sobre las paredes y las cubiertas de las camas, contribuyen á viciar más el aire con el proceso de su descomposicion y putrefaccion.

Se comprende desde luego cuánto debe atenderse en los hospitales á esta condicion interesante de la fácil aireacion, pues en ellos á las causas ordinarias de infeccion se reunen las más graves de las emanaciones producidas por las enfermedades mismas, y además, la aspiracion de aire puro es uno de los potentes factores que contribuyen con eficacia á la curacion de los enfermos.

No basta expeler el aire viciado en el interior, sino que es preciso procurar además con la conveniente disposicion de los edificios que aquel aire no quede estancado á su inmediacion, pues entónces entraria en otros locales mezclado con el aire nuevo que éstos reciben.

De aquí se deduce como máxima primera y principal de higiene, «el aislamiento de las enfermerías, tanto en sentido horizontal como vertical, y la

absoluta proscripción de los patios interiores, ya estén rodeados de cuerpos de edificio ó de altos muros de cerca.»

Milizia, que con tan recto criterio dictaba preceptos y reglas generales sobre toda clase de construcciones, condenaba los hospitales de su tiempo, en que se amontonaban los enfermos en largas crujías, donde hasta los más sanos se inficionaban, y ponía en duda la utilidad de los hospitales en las poblaciones que por leyes bien entendidas se encuentren en un estado económico floreciente. En todo caso aconsejaba que en los hospitales cada enfermo tuviera su cuarto independiente.

Imposible es sin duda alguna realizar el deseo de Milizia por razones económicas, pero afortunadamente la ciencia moderna ha venido en auxilio del higienista en lo que se refiere á la salubridad de los hospitales, y ofrece medios de ventilar convenientemente las salas, aunque en ellas se hallen reunidos muchos enfermos.

Sin embargo, siempre queda en pié el principio enunciado de que el medio más eficaz para garantizar la salubridad de un hospital, es reunir en él el menor número de enfermos y distribuirlos en muchas salas convenientemente aisladas.

*Límite de capacidad de los hospitales.*—Observa el higienista Morache «que no se puede fijar límite mínimo á la capacidad de los hospitales, porque es preciso no olvidar que cuantos menos enfermos se acumulen en él, tanta mayor salubridad se alcanzará.»

Basándose en otro orden de ideas y principalmente en consideraciones económicas, cree Morache que la cifra de 400 ó 500 enfermos constituye un máximo del que en ningún caso se debe pasar. Las condiciones económicas obligan frecuentemente á separarse de este límite, y así ha sucedido en casi todos los hospitales construidos, hasta los más modernos. El Lariboisiere de París es capaz para 606 enfermos: el de Woolwich, en Inglaterra, para 650.

*Capacidad de las salas de enfermos.*—Con respecto á la capacidad de las enfermerías, la comisión de la Academia de Ciencias de París opinaba á fin del siglo pasado que debían ser para un número de enfermos próximo á 30, fundándose en la experiencia de los establecimientos hospitalarios ingleses,

en los que, salvo algunas excepciones, el número de camas de cada enfermería es próximamente el citado.

Debe, sin embargo, notarse á propósito de este asunto, que con dividir una enfermería por medio de tabiques en varias salas de la capacidad de 30 ó ménos camas, no se debe creer que se ha alcanzado el objeto, porque las salas han de ser aisladas completamente y recibir por todas partes el beneficio de la luz y ventilacion directas. La division por tabiques sería, pues, completamente ilusoria cuando las salas comunicáran por pasos abiertos en el tabique, en cuyo caso, á juicio de la comision citada, el conjunto de las salas debería considerarse como una sola y única enfermería. El aire que circula en las salas es el mismo, y las emanaciones de los enfermos se extienden y se reparten igualmente en el ambiente de todos los locales.

*Límite de la cantidad de aire que debe asignarse á cada enfermo.*— Los límites del cubo de aire que debe asignarse á cada cama en las enfermerías, fueron siempre creciendo conforme la experiencia suministraba nuevos datos y criterio nuevo acerca del particular, hasta que esta importante cuestion fué objeto de cuidadosos estudios y de una escogida coleccion de experiencias por las cuales el general Morin merece ser tenido como verdaderamente benemérito de la humanidad.

Lavoisier y Tenon querian que el cubo de aire en las salas fuese próximamente de 50 metros cúbicos por cama. Más tarde, reconocida la posibilidad de renovar el aire en el local regular y metódicamente con aparatos de ventilacion bien dispuestos, pensaron ilustres médicos y físicos que bastaría para asegurar la salubridad de la enfermería hacer pasar por ella 30 metros cúbicos de aire por hora y enfermo. En seguida se creyó necesario elevar este número á 60 metros cúbicos, despues á 90 y hoy por fin hay quien quiere nada ménos que 120 metros cúbicos por hombre y hora en las enfermerías ordinarias y 140 en las salas de enfermedades contagiosas y en las de heridos.

Se ha tratado tambien de sujetar al rigor del cálculo matemático la determinacion del volúmen de aire que debe asignarse á cada enfermo, tratando de probar con la teoría las exigencias reconocidas por la práctica (1).

---

(1) Véase sobre este asunto *Alcune considerazioni sulla costruzione delle infermerie negli ospedali* del ingeniero Donadio.—Roma, Tip. Voghera, 1822.

Puede ayudar á la formacion de un criterio sobre el asunto, el exámen de las condiciones en que se encuentran las salas de muchos hospitales existentes:

	<u>Capacidad por cama.</u>
	<i>Metros cúbicos.</i>
<i>Hospitales italianos.</i>	
San Luis de Turin. . . . .	96
San Mateo de Pádúa. . . . .	95
Gran Hospital de Milan. . . . .	69
Santa María la Nueva en Florencia. . . . .	61
<i>Hospitales franceses.</i>	
Lariboisiere en París. . . . .	54
La Caridad en id. . . . .	48
Hotel Dieu en id. . . . .	45
Hospital Militar de Lille. . . . .	34
Id. id. de Vincennes. . . . .	33
Id. id. de Marsella. . . . .	32
Id. id. de Dey en Argel. . . . .	38
<i>Hospitales alemanes y austriacos.</i>	
Wieden en Viena. . . . .	83
Bethanien en Berlin. . . . .	50 á 60
Maternidad en Munich. . . . .	40 á 50
Hospital de la Caridad en Berlin. . . . .	40 á 45
Espíritu Santo en Francfort. . . . .	37
<i>Hospitales ingleses.</i>	
Hospital del Colegio del Rey. . . . .	55
Enfermería de Blackburn. . . . .	58
Real Hospital libre. . . . .	57
Hospital de Lóndres. . . . .	48
Hospital Guy. . . . .	46
Hospital Herbert (Militar de Woolwich). . .	37

No se debe, sin embargo, olvidar que lo que constituye la salubridad de las enfermerías es la renovacion continúa y metódica del aire. En consecuencia, á pesar de que algunos de los hospitales italianos ántes citados se encuentran respecto á los de otros países con un volúmen de aire bastante superior, las estadísticas prueban dolorosamente que en aquéllos la mortalidad es mayor. Esto hace decir al distinguido profesor Tomassi, que á pesar de las bóvedas atrevidas y de los majestuosos vestíbulos de nuestros hospitales, el aire está dentro de ellos más corrompido que en los de Lóndres, en los que las salas tienen una altura poco superior á la de las habitaciones ordinarias.

Sin embargo, siempre es necesaria una cubatura notable en las salas de enfermos, á fin de que la renovacion del aire, activada por un sistema racional que se explicará en el lugar oportuno, pueda hacerse sin producir corrientes de aire molestas y áun perjudiciales á los enfermos.

De los ejemplos de hospitales citados parece poderse deducir que una cubatura de 50 á 55 metros cúbicos será suficiente, porque en la práctica está admitido que el volúmen de aire se puede renovar si es preciso dos veces por hora, sin exceder los límites de velocidad del aire que se han reconocido como más convenientes.

Para confirmar cuánta importancia merece el estudio de la aireacion de un hospital, se citan las siguientes palabras del Doctor Duchanoy, que fué uno de los miembros más distinguido de la comision encargada de redactar las ordenanzas para los hospitales de París: «Respirar es vivir; el aire sí no se »le restituye continuamente su pureza, viene á ser una causa de enfermedad »en lugar de ser un medio eficaz de combatirla.»

*Situacion de los hospitales.*—Sobre la salubridad de los hospitales, tiene grandísima influencia la eleccion del lugar donde han de situarse, porque cualesquiera que puedan ser los perfeccionamientos de la ventilacion artificial, la aireacion natural que se hace por las ventanas opuestas será siempre la más sencilla y más eficaz cuando esté favorecida por las condiciones locales, principalmente en Italia donde la temperatura es suave la mayor parte del año.

Sin atribuir una gran importancia á las condiciones de lugar, no se sabría explicar cómo ciertos hospitales poco felices en su distribucion y en los me-

dios de ventilacion artificial, resultan más salubres que otros construidos con todas las reglas del arte y dotados de buen sistema de ventilacion. En el hospital Lariboisiere que se considera como modelo de las construcciones de este género, no se ha llegado á alcanzar el grado de salubridad que se esperaba, ni evitar que de cuando en cuando se presenten enfermedades nosocomiales; mientras que el de Santa María la Nueva de Florencia, que presenta todos los defectos que pueden deplorarse en una construccion antigua é irregular, dá un resultado bastante satisfactorio respecto á la salubridad. Segun el dicho del mismo marqués de Garzoni, rector del establecimiento, debe atribuirse este resultado solamente al clima ventilado y excepcionalmente favorable de Florencia, sin el cual el hospital hubiera sido un foco de enfermedades epidémicas (1).

La localidad donde se establezca un hospital debe ser todo lo más abierta posible, fuera de los lugares habitados y elevada sobre el terreno próximo, de manera que resulte bien ventilada y seca.

Debe evitarse la proximidad del agua, sobre todo si es estancada; pero cuando se trate de un rio es mejor establecerse en su proximidad que á una cierta distancia, porque allí siempre es mayor la ventilacion. El Hotel Dieu de París en la orilla del Sena trató de abandonarse el año 1838, pero los médicos que le servían presentaron una memoria para que se conservára en aquella misma situacion sobre el rio, porque ésta á su juicio presentaba todas las condiciones de salubridad que podian desearse.

En la eleccion del emplazamiento debe tenerse en cuenta la naturaleza del subsuelo y elegir como mejor el más impermeable.

Respecto á los vientos dominantes debe cuidarse que éstos no arrastren las emanaciones del hospital sobre la poblacion ni vice-versa, pues resultaría mútuo y grave daño para ésta y aquél.

Por último, respecto á la orientacion se deberá procurar que las efermerías estén bien soleadas, porque la luz excesiva puede siempre moderarse oportunamente, pero contra la insuficiencia de ella no hay remedio. En general, en los climas frios puede convenir la exposicion á Levante y Poniente de las fa-

---

(1) Usson, *Etude sur les hopitaux*.

chadas principales para tener el Norte en el testero; en cambio en los climas cálidos es oportuno orientar los edificios, de modo que la bisectriz del ángulo de la planta se encuentre en la dirección del meridiano terrestre. Conviene también al fijar la orientación atender á los vientos dominantes, procurando que éstos ayuden á la renovación natural del aire en las salas por las ventanas opuestas cuando no estén en actividad los aparatos de aspiración.

*Forma de los edificios mas á propósito para los hospitales permanentes.—*

Los hospitales provisionales de campaña, establecidos bajo tiendas, como los que los ingleses tuvieron en Crimea en los años 1854 á 1856; los de barracas que construyeron los alemanes durante la guerra de 1870 á 1871; los simples tinglados que se adaptaron para el uso de enfermos en París en la época de la invasión de 1814 y 1815, probaron hasta la evidencia que la mortalidad era en éstos mucho menor que en los edificios monumentales permanentes, á pesar de que en estos últimos todo está dispuesto para el pronto y más eficaz socorro médico.

Estos hechos pusieron en claro la necesidad ya presentida, no sólo de aislar completamente entre sí las enfermerías, sino también de diseminarlas sobre una vasta superficie de terreno, de modo que se encuentren constantemente rodeadas de aire puro.

Como consecuencia de tales indiscutibles resultados de la experiencia, en los hospitales provisionales hubo quien propuso adoptar también el sistema de simples barracas para los hospitales permanentes, como las construidas en Berlín y otros puntos, opinando que para extirpar en absoluto los gérmenes del contagio se debían exigir construcciones ligeras, susceptibles de ser completamente renovadas y trasladadas de tiempo en tiempo.

A este tipo pertenecían las barracas del sistema Tallet que figuraban en la última exposición de París, propuestas no sólo para hospitales, sino también para cuarteles. Consistían éstas en cerchas ojivales de hierro, que se colocaban con pequeño intervalo una de otra de modo que constituyesen el esqueleto de un barracon.

El espacio entre dos armaduras consecutivas se llenaba con un tabique de ladrillos huecos, comprendido entre las dobles T; una cubierta de planchas metálicas ó de cualquier otro material ligero defendía de la lluvia el interior

de la barraca. En la parte superior de ella se hacian numerosos ventiladores dotados de pantalla contra la accion del viento. La calefaccion se hacía por estufas colocadas fuera de la barraca.

El sistema indicado, aparte toda otra consideracion, presenta dificultades cuando se trata de adoptarle en el alojamiento de un número considerable de enfermos, tanto por el espacio que exige, como por las complicaciones y dificultades que origina en el servicio.

Un tipo que reúne la mayor parte de las ventajas del sistema de barracas cortando sus más graves inconvenientes, es el de pabellones aislados. Cada pabellon constituye en sí como un pequeño hospital, y todos los pabellones están despues enlazados á una galería de servicio, la cual se une á los edificios que encierran las dependencias generales de asistencia médica, cocina, baños, etc., las cuales pueden estar reunidas sin daño de la higiene y con ventaja evidente de la economía y comodidad.

El primer hospital que se construyó bajo este pensamiento fué en 1844 el Lariboisiere, de París, y sucesivamente el de Blackburn cerca de Manchester, el militar de Woolwich, el de Santo Tomás en Lóndres y otros que se citan como las construcciones más perfectas de este sistema. Pertenecen tambien á él el hospital Mauricio, que se está mejorando ahora en Turin, situado en el ameno y saludable paseo de Stupinigi; el de la duquesa de Galliera en Génova; el marítimo de Spezia; el nuevo hospital militar que ha de erigirse en Roma y mucho otros entre los más modernos y acreditados asilos y establecimientos de caridad pública.

*Consideraciones relativas al caso especial de un hospital militar.*—Al proyectar un hospital militar deben tenerse en cuenta las condiciones especiales de sus enfermos, que generalmente son jóvenes, robustos y acostumbrados á las fatigas de la vida activa, y que por tanto no ofrecen presa tan fácil á las enfermedades como la poblacion de los hospitales civiles, abatida muchas veces por las privaciones y la edad. Además, en los hospitales militares no es precisa una clasificacion de enfermerías tan numerosa como en los civiles, que necesitan locales para la inmensa variedad de afecciones propias de todas las edades y de ambos sexos.

Por estas razones parece que en los hospitales militares se podría transigir

algun tanto en la estrecha y rigurosa aplicacion de los principios higiénicos dados para los hospitales civiles, observando, sin embargo, aquéllos completamente en las enfermerías destinadas á cirugía, venéreo y á las poco numerosas enfermedades de índole infecciosa.

En consecuencia, el tipo preferible y que debe adoptarse para los hospitales militares es el de *pabellones*: la única concesion que se cree posible hacer á favor de las consideraciones económicas, es la de construir aquéllos con dos pisos cuando estén destinados á enfermedades comunes, y tambien subdividir cada planta en varias salas cuando esto pueda facilitar el servicio.



---

## II.

### DESCRIPCION DEL PROYECTO DE UN HOSPITAL MILITAR.



ON arreglo á las bases y criterio general establecido, se ha redactado un proyecto de hospital militar divisionario, capaz, estando lleno, para un número aproximado de 600 enfermos.

Este proyecto tiene por objeto dar á conocer, con una aplicacion práctica, el modo de satisfacer á las exigencias de la higiene y del servicio sin un gasto excesivo.

*Disposicion general del edificio.*—Se ha supuesto que se dispone de un solar plano y regular de figura aproximadamente cuadrada; sus lados se suponen de 212 y 205 metros y el área por consiguiente 43.460 metros cuadrados. Sobre el frente del lado menor se ha dispuesto el edificio principal, que ocupa una longitud de 120 metros y de la extremidad del cual parten normalmente á él los dos pórticos de comunicacion en que se apoyan los diversos pabellones que sirven para enfermerías. Estos se encuentran apareados, uno á derecha y otro á izquierda del pórtico, de modo que una misma escalera y un mismo ascensor sirve para ambos. El pórtico está cubierto por azotea, que sirve para la comunicacion del piso principal y para paseo de los enfermos.

Estando los pabellones dispuestos paralelamente gozarán todos del beneficio de la misma exposicion, que deberá fijarse con arreglo á los principios enunciados más arriba. La distancia entre los pabellones consecutivos es de 30 metros, resultando más del doble de la altura de cada pabellon. Los pabellones extremos de cada fila son de un solo piso y tienen una disposicion especial para emplearse en las enfermedades contagiosas. De frente al edificio

principal por su parte posterior, está el destinado á la cocina y despensa, sobre las que se encuentran los locales que sirven de alojamiento á las hermanas de la caridad. Este edificio comunica por trozos de pórtico con los pórticos principales, de modo que el servicio de distribución de los alimentos puede hacerse á cubierto fácilmente por medio de carretillas que corren sobre pequeños carriles.

Lateralmente al edificio principal y en los ángulos del recinto, se encuentran á la izquierda el cuartelillo de sanitarios y á la derecha el lavadero de vapor.

En el centro del gran pátio comprendido entre las dobles filas de pabellones, está la capilla para el servicio religioso; y finalmente, detrás del muro de cerca de la parte posterior y aislado del mismo muro, como aconsejan las condiciones locales, está situada la sala anatómica con sus anexos y las dependencias mortuorias.

Examinando el plano general, se observa de una ojeada cómo se ha procurado conseguir todas las ventajas que ofrece el sistema de pabellones, como son la aireación, el aislamiento y la clasificación de los enfermos, y esto sin diseminar demasiado los varios cuerpos de edificio, lo que hubiera traído consigo inconvenientes no pequeños para el servicio regular y expedito del establecimiento y la conservación de la disciplina, debiéndose tener en cuenta, además, la dificultad y enorme gasto que hubiera sido preciso, si se hubiera tratado de tomar para la planta del hospital ideado un solar demasiado grande en la proximidad de un importante centro de población.

Se ha tratado de alcanzar la economía, habida consideración de los principios establecidos para hospitales militares, no solamente haciendo de dos pisos la mayor parte de los pabellones, sino adoptando una disposición de comunicaciones y escaleras que permite reducir al mínimo indispensable los locales de servicio.

La distribución de locales en cada planta es la siguiente, con referencia á los números que llevan las láminas.

*Planta subterránea.*

- |                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| 1 Escalera.                       | 6 Locales para hidroterapia.                                |
| 2 Paso.                           | 7 Aparatos para calentar el agua y depósito de combustible. |
| 3 Letrina.                        | 8 Baños medicinales.  |
| 4 Baños ordinarios para soldados. |   |
| 5 Id. para sargentos.             |   |

*Planta baja.*

- |  |   |
|--|---|
| 1 Vestíbulos.  | 32-33 Cuartos para el servicio de las enfermerías, con ascensor para la planta principal. |
| 2 Portería.  | 34 Capilla.   |
| 3 Médico de guardia.                                     | 35 Enfermerías especiales para afecciones contagiosas.                                    |
| 4 Visita de enfermos á la entrada.                       | 36-37 Cuartos para el servicio de ellas.  |
| 5 Habitaciones para desnudarse.                          | 38 Letrinas.  |
| 6 Armería.   | 39 Pánsito.   |
| 7 Almacen de vestuario y local para su distribucion.     | 40 Escalera.  |
| 8 Distribucion de ropa blanca.                           | 41 Cocina de sanitarios.  |
| 9 Almacen de id.   | 42 Dormitorios de sanitarios.   |
| 10 Taller de costura.                                    | 43 Almacen y furriel.   |
| 11 Encargados de los almacenes.                          | 44 Calabozo.  |
| 12 Escalera.   | 45-46 Comedor y cocina de sargentos.  |
| 13 Farmacia.   | 47 Paso.  |
| 14 Laboratorio farmacéutico.                             | 48 Letrina.   |
| 15 Dormitorio de los sanitarios afectos á la farmacia.   | 49 Lavadero.  |
| 16 Efectos para el servicio de la botica.                | 50 Escalera.  |
| 17 Local de observacion.                                 | 51 Almacen de ropa sucia contagiosa.  |
| 18-19 Sala de espera y habitacion del médico de guardia. | 52 Almacen de id. ordinaria.  |
| 20-21 Oficinas de administracion.                        | 53 Depósito de carbon.  |
| 22 Escalera.   | 54 Motor y bomba.   |
| 23 Letrina.  | 55 Sala anatómica.  |
| 24 Galería.  | 56 Encargado de la observacion de cadáveres.  |
| 25 Cocina.   | 57 Depósito de cadáveres en observacion.  |
| 26-27-28 Depósitos de víveres y combustible.             | 58 Pátio.   |
| 29 Escalera.   | 59 Depósito de cadáveres.   |
| 30 Enfermerías de á 20 enfermos.                         | 60 Gabinete anexo á la sala anatómica.  |
| 31 Pasillos, letrinas, cuartos de aseo.                  |   |

*Planta principal.*

- |                             |                         |
|-----------------------------|-------------------------|
| 1-2 Escalera.               | 6 Cuartos de servicio.  |
| 3 Letrinas.                 | 7 Baños para oficiales. |
| 4 Pasillos.                 | 8 Sala de espera.       |
| 5 Enfermerías de oficiales. | 9 Sala hidroterápica.   |

10 Depósito de ropa blanca.	29 Terrado y pasillo.
11 Cuarto de servicio con hornilla.	30 Enfermerías.
12 Sala de juntas.	31 Pasillos, letrinas, cuarto de aseo.
13-14-15-16 Oficinas médicas.	32-33 Cuartos de servicio con ascensor.
17-18 Direccion.	34 Escaleras.
19-20 Detall.	35 Cuartos de enfermeros.
21 Oficinas.	36 Pasillo y letrina.
22 Biblioteca y archivo.	37 Escalera.
23 Sala para conferencias.	38 Cuarto de correccion.
24 Enfermerías de sargentos.	39 Cuarto de sargentos.
25 Cuartos de servicio.	40 Comedor y sala comun de sargentos.
26 Alojamiento de las hermanas de la caridad.	41 Escalera.
27 Escalera á la cocina.	42 Tendadero.
28 Escalera al piso superior.	43 Sala de plancha.

*Planta del piso segundo.*

44 Alojamiento de las hermanas de la caridad.—Dormitorios y refectorio.	47 Pasillos.
45 Escalera deservicio para las hermanas	48 Desvanes.
46 Escalera á los alojamientos.	49 á 53 Alojamiento de los oficiales del establecimiento.

Daremos ahora una ligera idea de alguna de las particularidades más importantes de las construcciones propuestas.

*Detalles de las enfermerías.*—Las enfermerías constan de una gran sala, en cada piso, la cual tiene cuatro ventanas en los lados mayores y una más grande en el testero. Son capaces para 20 enfermos cada una. En el testero, por que se unen á la galería de servicio, les precede la escalera comun á los dos pabellones gemelos y además algunos locales destinados á diferentes servicios, como cuarto para el sanitario, depósito de ropa, pequeña cocina y ascensor.

El retrete se encuentra en una torrecilla adosada al pabellon, y se llega á él por el pasillo de servicio que precede á la enfermería.

El piso bajo está levantado 2<sup>m</sup>,10 sobre el terreno natural, y tiene debajo un piso semi-enterrado, que se extiende en toda la longitud del pabellon, y en el cual, además de los locales para los aparatos de calefaccion y depósito de combustible, se pueden colocar amplios almacenes, suficientemente iluminados, para servir á diferentes exigencias del establecimiento. Además, uno de estos subterráneos se emplea para establecer los baños de tropa, de que nos ocuparemos más adelante.

La planta semi-enterrada está cubierta de bóveda; la separación de los pisos bajo y principal está hecha con un suelo de vigas de hierro de doble T y bovedillas. Sobre el piso principal hay un desván practicable, sostenido por un suelo independiente del techo del piso principal, y entre ambos queda un espacio libre.

El pavimento de las salas se propone hacerle de asfalto con cintas de piedra natural ó artificial, correspondiendo al apoyo de los pies de las camas. Se cree preferible este sistema de pavimento á todos los demás, porque el asfalto no es nada absorbente y se presta á frecuentes y abundantes lavados sin resquebrajarse por los ácidos que se empleen como desinfectantes. Tiene además la ventaja de no ser demasiado frío, como el piso de mármol ó la veneciana, el de cemento, de baldosas de Marsella y otros semejantes. No es difícil comprender que este piso es más conveniente que los mismos entarimados, porque éstos, además de ser de más difícil desinfección, ofrecen, especialmente en nuestros climas templados, las condiciones más favorables para el desarrollo de insectos molestos. Los pavimentos de baldosa ordinaria ó de baldosa de cemento se reservan para las oficinas, alojamientos y cuartos de oficiales; los de batido de cemento para los átrios, corredores, galerías, etc.; los pavimentos de mármol, por último, para la sala anatómica y sus dependencias y la capilla. Empedrados sólo se harán los átrios y pasos por los que deban transitar carruajes.

Los paramentos interiores de los muros de las enfermerías están estucados, pero la capa de estuco no se aplica directamente sobre el muro sino sobre un revestimiento de ladrillos puestos de plano sobre la cara de aquél, á fin de hacer de este modo que sea fácil arrancar este forro, lo que podría ser conveniente después de haberse desarrollado en el interior del local enfermedades nosocomiales ó comunes contagiosas. Los ángulos de las salas se redondean, para impedir que el aire permanezca en ellos estancado mientras funcionan los aparatos de ventilación.

La parte de azotea que corre sobre la galería de servicio, entre dos pabellones gemelos destinados á cirugía, está cerrada por techo y paredes con vidrieras sostenidas por ligeros entramados de hierro, á fin de disponer un local con luz abundante para las operaciones.

Los dos pabellones extremos de cada fila tienen, como ya se ha dicho, un solo piso sobre el semi-enterrado; cada uno está subdividido en dos salas, separadas por un ancho vestíbulo, para la más fácil separación de los enfermos, correspondientes á distintas afecciones contagiosas. Cada sala tiene además para su uso, dos cuartos de servicio, como en las otras enfermerías; el retrete es comun á las salas de cada par de pabellones, pero nada impediría construir uno para cada pabellon, y tambien para cada sala, si esto se creyese indispensable.

*Capacidad cúbica de las salas.*—El volúmen de aire por cama, resulta en todas las enfermerías de 59 metros cúbicos próximamente, salvo en las enfermerías especiales, donde alcanza 70, y por tanto es algo superior á la cantidad que más arriba se ha marcado como indispensable, y bastante superior tambien á la que se encuentra en los hospitales más recientes de Francia, Alemania é Inglaterra, quedando tan sólo inferior á la de los hospitales monumentales de Italia, los cuales no pueden tomarse como tipo, bajo el punto de vista de la higiene.

*Superficie total del establecimiento en relacion con el número de camas.*—La relacion entre la superficie del establecimiento y el número de enfermos da por cama 85 metros cuadrados próximamente, considerando como se debe sólo los asistidos en las enfermerías de los pabellones ó sea haciendo exclusion de las camas para oficiales y sargentos, que se encuentran en el edificio principal.

La superficie dicha por cama está comprendida en los mismos límites que en muchos de los nuevos hospitales construidos con el sistema de pabellones de dos pisos, lo que demuestra que los patios son espaciosos y suficientes para que las condiciones de aislamiento y aireación que se buscan en los edificios modernos sean las mejores.

*Baños.*—Los baños para tropa están establecidos, como se ha dicho, en la planta semi-enterrada de uno de los pabellones.

El situado más próximo al centro, contiene una gran sala con piscina para baños comunes, otra sala más pequeña para los baños medicinales y varios cuartos independientes para los sargentos. Hay además tres locales destinados á duchas de diferentes clases y á las curas hidroterápicas, propiamente dichas.

Otros tres locales sirven para calentar el agua y para depósito de combustible.

El agua fría se tomará de un gran depósito establecido en el desván, sobre la caja de la escalera, y al cual servirá de apoyo el muro intermedio que sostiene las zancas de la misma escalera.

Se supone que la ciudad en la que se trata de erigir el hospital dispone de una conducción de aguas forzada capaz de mantener constantemente lleno el depósito.

El agua caliente será suministrada por un aparato apropiado que podrá ser de los llamados de circulación ó *sistema Americano*, compuesto éste de una caldera y un depósito para almacenar (digámoslo así) el agua caliente. Se cree preferible este sistema porque su instalación no es costosa y su entretenimiento es sencillo y fácil.

Los baños para los oficiales se han proyectado en la inmediación de las habitaciones de los mismos y se proveerán del agua fría y caliente necesaria, de un modo análogo al que acaba de indicarse.

*Sala anatómica.*—La sala anatómica con sus dependencias, como sala de observación, depósito de cadáveres, cuarto del encargado y gabinete de instrumentos, han de establecerse, como ya se dijo, en cuanto sea posible, fuera del recinto, para sustraerlo á la vista de los enfermos y para procurar pronta é independiente salida á las aguas cargadas de sustancias putrefactas que provengan de la mesa anatómica. Esta será del sistema Cochard, dotada de chimenea de aspiración, destinada á hacer que las emanaciones de la mesa no se extiendan por el ambiente del local. La sala, además de estar iluminada por ventanas, llevará en el centro una lucerna porque la luz difusa zenital es la que mejor se presta á las observaciones micrográficas.

*Cuartelillo de sanitarios.*—El pabellón de la cocina y alojamiento de las hermanas de la caridad, la capilla y los muros de recinto no requieren mayor descripción que la expresada en las láminas.

Del lavadero se hablará en su lugar: aquí dirémos solamente algo á propósito del cuartelillo de sanitarios. Este se encuentra, como es necesario, contiguo pero separado completamente del resto del establecimiento, con su patio independiente y con todos aquellos locales que además del dormitorio son

indispensables para una pequeña unidad de tropa aislada y autónoma. Para el servicio de un hospital de 600 camas debe fijarse como fuerza para la escuadra sanitaria afecta á él 160 hombres por lo menos, comprendidos los sargentos.

Al cuartelillo proyectado se le ha asignado esta capacidad, disponiendo los hombres en dormitorios trasversales de 13 metros por 6,50 cada uno, de los cuales puede contener 22 camas en dos filas, y tiene una cubatura de aire de 25 metros cúbicos próximamente por hombre, cantidad que basta á las condiciones higiénicas exigidas en un cuartel, teniendo en cuenta que en los muros de los dormitorios se practicarán ventiladores con el objeto de mantener en ellos la aireacion natural. Este edificio tendrá dos pisos además del semi-enterrado, análogo al de los demás cuerpos de edificios.



---

### III.

#### SERVICIOS ACCESORIOS, CALEFACCION, VENTILACION, LETRINAS, LAVADERO.



**E**XÁMEN de los diferentes sistemas de calefaccion.—Al estudio del sistema de calefaccion más á propósito para un hospital de nueva planta es oportuno hacer preceder una reseña de los principales sistemas en uso, analizando las ventajas y los inconvenientes que presentan.

La calefaccion de los locales puede obtenerse:

1.º Con chimeneas ó estufas de diferentes clases, situadas en el mismo local que ha de calentarse.

2.º Con aparatos llamados *centrales*, situados fuera del local, al cual transmiten el calor, sea por medio de corrientes de aire caliente, por medio de corrientes de agua caliente, ó de vapor, que le irradian despues en el ambiente.

El primer método no es conveniente cuando se trata de locales de una corta extension destinados á uso colectivo, porque las chimeneas y las pequeñas estufas en general transmiten el calor en todo ó en parte por radiacion directa, y no pueden por consiguiente distribuirle con la uniformidad que se desea. A esto deben unirse las consideraciones económicas, porque tales aparatos, á excepcion de las estufas, utilizan generalmente una parte bien pequeña del calórico desarrollado en la combustion.

Sin embargo, en los locales pequeños y tratándose de climas templados donde no es precisa calefaccion continúa, las chimeneas Franklin y las pequeñas estufas presentan ventajas, entre las cuales pueden citarse: la vista del fuego que siempre alegra, el poderle moderar á voluntad, y el contribuir con bastante eficacia á la renovacion del aire. No se duda, pues, en proponer el empleo de estos sencillos medios de calefaccion en las oficinas, alojamien-

tos del personal, y tambien en los locales destinados á oficiales y sargentos enfermos, pocos de los cuales estarán ocupados ordinariamente, y los que por consiguiente conviene calentar aisladamente y solo cuando sea preciso.

Entre estos pequeños aparatos de calefaccion debe preferirse la estufa de columna ventiladora del coronel de ingenieros De Benedictis, la cual tiene un rendimiento calorífico bastante notable con relacion á las otras, dá una ventilacion moderada y deja ver la llama como el Franklin.

Viniendo ahora á los sistemas de calefaccion central, pueden esos clasificarse como sigue:

- (a) Calorífero de aire caliente.
- (b) Idem de aire caliente por medio de hidrocáloríferos.
- (c) Calorífero de circulacion de agua caliente.
- (d) Idem de circulacion de vapor.
- (e) Idem de circulacion mixta de agua y vapor.

Los caloríferos ordinarios de aire caliente son de fundicion, de fundicion y hierro, ó de fundicion con hogar, revestido de tierra refractaria. Estos son los medios de calefaccion más económicos, por lo que se refiere al gasto de instalacion y al buen rendimiento, y son por consiguiente, los que en Italia gozan de mayor aceptacion.

El calor desarrollado en ellos por la combustion, y empleado en calentar directamente el aire que se lleva á los diferentes locales, utiliza del 60 al 90 por 100 de las calorías desarrolladas en el hogar. Son de fácil instalacion y entretenimiento, ocupan poco espacio, y un operario cualquiera sin conocimientos especiales puede atender á su vigilancia. El rádio de accion de los mismos puede extenderse hasta 25 metros, y se construyen de dimensiones capaces para calentar hasta 10.000 metros cúbicos.

Sin embargo, los caloríferos de fundicion ó de fundicion y hierro forjado no están exentos de inconvenientes bastante graves, de los cuales nos ocuparemos más adelante.

En el sistema de aire caliente por medio de hidrocáloríferos, la distribucion del calor en los locales que han de calentarse se efectúa tambien con el vehículo del aire como en los caloríferos ántes citados; pero la calefaccion de este aire se obtiene con el intermedio de una circulacion de agua caliente.

Sus aparatos exigen: una caldera, un vaso de expansion y tubos de ida y vuelta con gran superficie de caldeo, y por consiguiente su precio es elevado, y su instalacion bastante complicada.

Los sistemas: de circulacion de agua caliente á baja y alta presion, de vapor, y mixto de vapor y agua caliente se han aplicado muchas veces en grandes hospitales, siéndolo en Francia por Duvoir, Leblanc, Grouvelle d'Hamelicourt, etc., y en Inglaterra por Boulton y James Watt.

Se componen en general de una caldera cerrada con sus accesorios (vasos de expansion, tubos de ida y vuelta, tubos para expulsar el aire contenido en los tubos conductores del agua caliente, etc.), y de *estufas* en los diferentes locales que han de calentarse. En los caloríferos de vapor hay además tubos destinados á la salida del agua condensada y aparatos compensadores.

Con todos estos sistemas no se obtiene la calefaccion de los locales, sino pasando por dos trasmisiones, del calor desarrollado en el hogar, primero al agua, y despues del agua ó vapor al aire de los locales.

Tienen la ventaja de producir una calefaccion sana, moderada y con un aire que no se ha calentado en exceso ni se ha desecado. Su rádio de accion puede extenderse hasta 500 metros, y con una sola caldera de tamaño proporcionado puede producirse el agua caliente ó vapor para un edificio completo por extenso que sea.

Pero por el contrario, todos estos sistemas son complicadísimos, y por tanto exigen un personal experimentado y bien instruido de maquinistas, fogoneros, etc., y en el mayor número de casos, un edificio exterior especial para la instalacion de la caldera, no estando exentos además de otros inconvenientes y defectos considerables.

Añadirémos á estos la necesidad de arreglar bien la abertura de las llaves de los diferentes tubos que van á los aparatos y que dan salida al aire contenido en ellos; el peligro de explosion de la caldera y de fugas de agua ó vapor en las numerosas uniones y codos de los tubos; en fin, la dificultad de las reparaciones que obligará quizá á suspender toda la calefaccion del establecimiento en el momento en que quizá sea más precisa.

Por todas estas razones y tambien por la de su costosa instalacion, los sistemas de calefaccion con agua y vapor, mixto ó separados, se abandonan

generalmente en los edificios modernos y no pueden convenir sino en ciertos establecimientos industriales en que hay sobrantes del vapor que ha servido ya como fuerza motriz.

Ménos que en otra parte deberán aconsejarse en el caso de un establecimiento compuesto de cuerpos de edificio diseminados en un solar muy grande, como ocurre en los hospitales de pabellones, porque además del gasto de instalacion, siempre mayor, habrá el inconveniente de la pérdida de calor al recorrer la considerable distancia que hay entre los pabellones. Es inútil decir, que si se aumenta el número de aparatos orígenes de calor, se aumentarán proporcionalmente los gastos de instalacion, entretenimiento y vigilancia.

Por todo lo que antecede no se duda en dar la preferencia al sistema de calefaccion por el aire caliente con caloríferos ordinarios, tanto más, cuanto que el hecho de conducir el calor á los locales por el intermedio de una gran masa de aire, constituye por sí mismo un beneficio de suma importancia bajo el punto de vista higiénico y del cual están privados todos los otros sistemas.

Pero si bajo el punto de vista de la economía de instalacion y entretenimiento, convienen como hemos visto todos los caloríferos de aire caliente, bajo el de la salubridad, los caloríferos de fundicion ó de fundicion y hierro forjado, como se construyen generalmente, no están exentos de gravísimos defectos.

Se sabe que la fundicion y tambien el hierro forjado cuando alcanzan una alta temperatura y especialmente si llegan al rojo, dan lugar á un desarrollo de óxido de carbono. Las minuciosas experiencias practicadas por el general Morin en el *Conservatoire des arts et métiers* durante los años 1868 y 1869 en presencia de Urbain y del eminente fisiólogo Claude Bernard condujeron á las consecuencias de que el desarrollo de dicho gas deletéreo en los aparatos de calefaccion con superficie metálica puede provenir de cuatro causas diferentes y que simultáneamente se presentan y son:

- 1.º La permeabilidad de la fundicion que se deja atravesar por el óxido de carbono desarrollado en el hogar por la combustion.
- 2.º La accion directa del oxígeno del aire sobre el carbono de la fundicion cuando ésta llega al calor rojo.

3.º La descomposicion del ácido carbónico contenido en el aire, á consecuencia de su contacto con el metal enrojecido.

4.º La influencia de las partículas de origen orgánico contenidas naturalmente en suspension en el aire (1).

*Caloríferos de tierra refractaria.*—Este gravísimo inconveniente de los caloríferos metálicos ha llamado en estos últimos años la atención de los constructores de caloríferos, que adoptaron en Francia, en Alemania y en Rusia una solución radical suprimiendo el empleo de la fundición y del hierro forjado y construyendo los caloríferos de tierra refractaria con ladrillos huecos. El dibujo que se acompaña sirve para dar una idea de dichos caloríferos.

En el último decenio se han hecho de este sistema numerosas é importantes instalaciones, entre las cuales pueden citarse las siguientes:

El palacio del Cuerpo legislativo en París.

El palacio del Senado en Versalles.

La Cámara de los diputados en el mismo punto.

El hospicio Beanjon en París.

El Hôtel-Dieu en Beume (Coté d'or).

El Conservatorio de artes y oficios en París.

La nueva clínica de Maternidad en París.

El hospital marítimo en S. Périn.

El hospital de dementes de Bron en Lion.

El gran hospital militar de Varsovia, provisto de 14 caloríferos de tierra refractaria, de la capacidad suficiente para calentar 8000 metros cúbicos en cada uno.

El nuevo hospital de Maternidad, para 200 camas, en San Petersburgo, que se puede considerar como un modelo de hospital, y se calienta con ocho caloríferos de tierra refractaria.

Finalmente, el nuevo hospital Mauricio, que se está concluyendo ahora en la ciudad de Turin, el cual ofrecerá ejemplos de todos los inventos más

---

(1) Véase á propósito de este asunto la memoria del general Morin, de la cual se dió amplia noticia en el *Giornale del genio militare* del año 1871, Parte II, pág. 26.

recientes acerca de la calefaccion y ventilacion, y que está provisto de caloríferos de aire caliente, construidos completamente de tierra refractaria, y del mismo tipo que se propone para este hospital militar.

Además de estos ejemplos citados de la adopcion de tal sistema, servirá para corroborar la eleccion hecha copiar el siguiente juicio de los ilustres M. Tresca, director del Conservatorio de artes y oficios en París, y del general Morin, los cuales hicieron experiencias con tres caloríferos de tierra refractaria.

«En resúmen, estos caloríferos, construidos completamente de ladrillos y que no contienen parte alguna de fundicion ni de hierro forjado, expuestos á llegar al calor rojo por la accion del fuego, están exentos de los inconvenientes que se reprochan á la mayor parte de los aparatos de calefaccion de aire caliente, construidos de metal.

»Su rendimiento calorífico es igual al de los mejores aparatos conocidos.

»La poca conductibilidad de los materiales que entran en su construccion atenúa mucho las irregularidades que pueden ocurrir en la calefaccion, por consecuencia de negligencias en el servicio.

»Su construccion está sujeta á ménos reparaciones importantes que la de los caloríferos de metal, cuyos hogares y campanas de fundicion se queman en el espacio de algunos años y dan lugar á sérios inconvenientes.»

A propósito de tales caloríferos, además de cuanto se ha dicho ya, debe añadirse que son realmente los más económicos, con relacion al consumo de combustible, cuando se trata de una calefaccion importante; su modo de funcionar es más regular que el de los caloríferos metálicos, porque la tierra refractaria no puede calentarse tan excesivamente y no se enfria sino lentamente, exigiendo por esto menor servicio y vigilancia, porque una carga de combustible puesta por la noche conserva caliente el aparato hasta la mañana siguiente. En tales caloríferos puede hacerse uso de cualquier combustible, siempre que se dé al hogar la disposicion conveniente. Los productos de la combustion entran en el cañon de la chimenea á la temperatura más baja posible y extrictamente suficiente para el tiro, y con esto resultan eliminados los peligros de incendio, que tambien desaparecen, por ser el hogar y los tubos de salida de humos todos de tierra refractaria y enlazados con mampos-

tería ordinaria. Otra ventaja de estos caloríferos es haber suprimido la válvula del humo que vá á la chimenea, válvula ó registro que se encuentra en todos los demás sistemas. Sucede con frecuencia, que ya por descuido del fogonero, ó por defectuosa construcción, esta válvula queda cerrada, y entonces los gases de la combustión tienden á pasar á través de las grietas y uniones de las diferentes piezas que constituyen el calorífero, y á mezclarse con el aire caliente que vá á la sala, haciéndole impropio para la respiración y capaz de producir la asfixia.

En una memoria de Coulier á propósito de algunos hospitales militares, se lee que en los cuatro años comprendidos desde 1867 á 1870 ocurrieron en el ejército prusiano 170 casos de envenenamiento por el carbon, por efecto de accidentes parecidos en los aparatos de calefacción, y de aquéllos fueron mortales 45.

La combustión en el calorífero de tierra refractaria se puede arreglar perfectamente sin tal válvula de humo, por medio de puertecillas corredizas aplicadas al hogar que regulen la introducción del aire necesario á la combustión (1).

*Disposiciones propuestas para la calefacción del hospital que se proyecta.*— Considerando bastante justificada la elección del sistema para calentar el hospital con lo que hasta aquí se ha dicho, se dará ahora una idea acerca de la disposición de los aparatos.

Los edificios en que éstos deben colocarse son:

(a) Doce pabellones de dos pisos con una sala capaz para 20 camas en cada uno de estos.

(b) Cuatro pabellones de un solo piso con dos salas cada uno. En cada pabellón caben 14 enfermos.

A la calefacción del edificio destinado á oficinas, alojamientos y salas de oficiales se proveerá, como ya se ha dicho, con estufas de columna ventiladora en cada habitación.

---

(1) Estas noticias, detalladas á propósito de los caloríferos de tierra refractaria, son debidas á la atención del ingeniero Sr. F. Corradini, el cual en el campo industrial se ha dedicado mas especialmente á tal género de estudio.

Los otros locales de servicio, por su especial destino, no necesitan ningun aparato de calefaccion.

Por consiguiente será preciso establecer: para los pabellones (a) 12 caloríferos capaces de producir  $100 \times 40 = 4000$  metros cúbicos de aire caliente por hora, tomando como dato para la renovacion del aire la cantidad de 100 metros cúbicos por hombre y hora; y para los pabellones (b) 4 caloríferos capaces de emitir  $100 \times 14$  ó sea 1400 metros cúbicos de aire por hora.

Dichos caloríferos se situarán en el piso subterráneo correspondiente al pabellon que deben servir y serán de tierra refractaria, del tipo ántes citado y provistos de un hidrosaturador especial, que sirve para suministrar al aire caliente la cantidad de vapor de agua necesaria para obtener aire á media saturacion, esto es, á  $70^\circ$  del higrómetro de Saussure.

Se admite que en las salas de hospital debe conservarse una temperatura constante aproximada á  $16^\circ$  centígrados.

El aire frio se toma en los jardines á conveniente altura del nivel del suelo, y por un conducto en terraplen de un metro cuadrado de seccion transversal pasa á la parte inferior de cada calorífero. Allí se calienta en contacto con la superficie extensa y múltiple de éste, se eleva y pasa al depósito superior y á los conductos *termóforos*, que se construyen de ladrillo con doble pared y con capa de aire intermedia para disminuir la pérdida de calor mientras recorre el aire caliente aquellos tubos. Estos están adosados á la bóveda del subterráneo, sostenidos con estribos de hierro y tienen orificios á propósito para poderlos visitar y reparar.

El aire caliente se introduce en las enfermerías á una velocidad conveniente por medio de unos depósitos cilíndricos que pueden quitarse cuando no funciona la calefaccion, semejantes á estufas ordinarias y situados en medio de las salas. Tales cilindros están provistos de un armario pequeño con dos entrepaños, que sirve para conservar caliente la ropa blanca y son susceptibles de recibir cualquier forma y por consiguiente la mas elegante que se crea á propósito.

Un registro con llave, dispuesto oportunamente en la base de cada cilindro, sirve para manejar una válvula, la cual tiene por objeto no ya como otras veces cerrar completamente la boca de calor, y por consiguiente impedir por

completo el ingreso de aire nuevo en las enfermerías, sino permitir por medio de tubos á propósito una mezcla en mayor ó menor cantidad del aire frio exterior con el caliente procedente del calorífero, siguiendo con esto el precepto del higienista Arnould de hacer entrar en un espacio de tiempo dado un gran volúmen de aire á temperatura conveniente, mejor que un volúmen pequeño á elevada temperatura.

Con dicha llave, y á medida que varíe la temperatura interior se moderará la del aire nuevo que se introduce sin alterar nunca su volúmen.

Para arreglar el estado higrométrico del aire, que los higienistas están de acuerdo en fijar como más conveniente á 72° del higrómetro de Saussure, bastará tener en cada enfermería uno de estos instrumentos, cuyas indicaciones servirán para avisar al fogonero que aumente ó disminuya la superficie del hidrosaturador de que está provisto cada calorífero.

Las dimensiones que deben asignarse á los caloríferos se determinarán prácticamente segun la magnitud de los locales que deben servir y esta es otra ventaja de los caloríferos de tierra refractaria, los cuales se construirán en el sitio que han de emplearse y con las dimensiones exactamente proporcionadas á las necesidades.

Como dato medio del consumo de combustible se puede indicar que será de 4 kilogramos de carbon mineral por hora en los pabellones de dos pisos y 2,50 en los de uno solo.

*Ventilacion.*—En un clima benigno y templado como el de Italia se podrá á menudo recurrir al medio más sencillo y eficaz de renovar el aire en las enfermerías al de abrir por completo todas las puertas y ventanas lo más frecuentemente que se pueda, obteniéndose la completa expulsion del aire viciado, todavía más fácil en las favorables disposiciones de la planta como la que se proyecta, en la cual los pabellones se encuentran á suficiente distancia, rodeados de jardines y reciben luz y aire directamente por todas partes.

Para gozar de este beneficio en el mayor grado posible se ha procurado que las ventanas sean grandes, en justa proporcion con la sala, y se han rasgado hasta el nivel del pavimento, pudiéndose de este modo renovar tambien el aire de las capas inferiores. Una disposicion conveniente de las vidrieras permitirá arreglar y templar este sencillo método de ventilacion, haciendo de

modo que puedan abrirse á voluntad sólo en su parte inferior ó superior por medio de partes movibles, de corredera, de charnela, de persiana, etc.

El higienista Arnould dice que la aireacion hecha mediante las ventanas es la que por cantidad y sobre todo por pureza del aire dado á los locales pone al hombre en condiciones más semejantes á las en que se encuentra al aire libre ó sea en su estado normal.

Sin embargo, en el invierno y tambien en las estaciones medias no será siempre posible obtener la renovacion del aire por la apertura de las puertas y ventanas; será preciso tratar en tales períodos de asegurar una buena y bien arreglada ventilacion de las salas.

Para estos casos sirve el sistema de ventilacion *natural* y *artificial* establecido, consistente en la preparacion de canales á propósito en los muros de la sala y por los cuales se escapa el aire ya *naturalmente*, por efecto del desequilibrio de temperatura interior y exterior de los locales, ya aspirado *artificialmente* por medio de la combustion.

Tratándose de un hospital donde la ventilacion constituye un elemento eficacísimo de curacion, especialmente en ciertas enfermedades, es preciso que esté asegurada del modo más eficaz y más completo, y que se pueda arreglar á voluntad como la ciencia médica tenga por conveniente, independientemente de las diferencias de temperatura y demás circunstancias meteorológicas, y por estas consideraciones se ha creído indispensable atenerse al sistema de ventilacion artificial, el que por otra parte emplea los mismos conductos establecidos para servir tambien á la renovacion natural del aire cuando se crea que ésta puede bastar.

Expuesto lo anterior indicaremos la disposicion que se cree más conveniente adoptar.

*Disposicion propuesta para la ventilacion de las enfermerias.*—Se ha dicho que los muros de las enfermerias se revestirán de un forro de ladrillos colocados de plano. Estos ladrillos deben ser huecos, con dos agujeros circulares que tengan de diámetro de 6 á 8 centímetros, y estarán aplicados á la pared de modo que los agujeros de las diversas hiladas se combinen y constituyan otros tantos conductos que recorran toda la altura del muro.

La hilada de ladrillos que se apoya directamente sobre el pavimento pre-

sentará una série de pequeños orificios, por los cuales comunicarán los tubos con el ambiente del local y estos orificios podrán abrirse y cerrarse á voluntad, por medio de puertecillas á claro y lleno, que pueden hacerse corresponder ó no con los orificios mismos. Naturalmente en el espacio que ocupan las puertas y las ventanas no habrá conductos, pero en todo el restante desarrollo de los muros habrá bastante espacio para colocar un número más que suficiente.

La extremidad superior de los tubos termina en un canal horizontal que corre todo alrededor de la sala y constituye la cornisa, la cual conviene hacer muy pronunciada, no tanto para poder recoger en ella todo el aire viciado de la sala, como para el más fácil movimiento del aire en ella, debiendo redondearse todos los ángulos con el mismo objeto.

La cornisa del piso bajo, por medio de orificios á propósito, comunica con cuatro grandes conductos colectores, abiertos en el espesor del muro, y que llegan hasta el desvan, donde por medio de otros cuatro conductos horizontales, apoyados sobre el entramado del techo, y que convergen al centro del pabellon, comunican con el basamento octógono de un tubo ó chimenea que se eleva desde el techo hasta la cubierta.

Desde la cornisa del piso superior van directamente otros cuatro conductos, apoyados en el entramado del techo, hasta el basamento de la chimenea. En ésta, é inmediatamente sobre el basamento, se situará un mechero de gas, destinado á efectuar la aspiracion del aire viciado.

La chimenea, de estructura ligera, reposa sobre un entramado de hierro, asegurado á dos vigas de doble T, que forman parte de los cábios del techo.

El interior de la chimenea puede, á voluntad, hacerse comunicar con la enfermería superior por medio de un roseton, dotado de puertecillas, habitualmente cerradas, pero que pueden manejarse fácilmente desde abajo, á fin de renovar de cuando en cuando más directamente el aire del piso alto, principalmente en la estacion y circunstancias en que no funcione el aparato de aspiracion. Un beneficio semejante se podria obtener en las salas del piso inferior, con algunas aberturas hechas sobre las ventanas, convenientemente disimuladas al exterior con la decoracion arquitectónica.

*Cantidad de aire que debe expelerse de cada pabellon.*—La cantidad de aire

que se trata de expeler, á razon, como ya se dijo, de 100 metros cúbicos por hora y cama, será de 4000 metros cúbicos por hora en cada pabellon de dos pisos. Luego partiendo, como dato medio, de que con un aparato que utilice bien la potencia calorífica del gas podrán expelerse 100 metros cúbicos de aire por hora, con un consumo en el mismo tiempo de 150 á 200 litros, resultará que deben consumirse 7 metros cúbicos de gas por pabellon en cada hora que funcione la ventilacion (1).

Aunque el aparato de gas ofrece más comodidad, exige ménos servicio y permite suspender ó moderar, como mejor convenga, la aspiracion del aire viciado; sin embargo, no se puede prescindir de indicar que el gasto que pro-

(1) Esta cantidad se comprueba por medio del cálculo, haciendo uso de las fórmulas

$$P = \frac{0,3 Q t}{p}$$

$$Q = A v = m A \sqrt{H t},$$

en las que

$P$ , es el peso en kilógramos del combustible gastado por 1".

$Q$ , el volúmen de aire que se quiere extraer en el mismo tiempo.

$t$ , el exceso de temperatura que ha de producirse en la chimenea.

$p$ , el poder calorífico del combustible, que para el gas es 12.000.

$H$ , altura de la chimenea.

$A$ , seccion de la misma en metros cuadrados.

$v$ , velocidad del aire.

$m = 0,10$ , en el caso en que el aire que se extrae tiene que recorrer tubos demasiado largos.

Haciendo  $H = 6$  y  $v = 1,50$ , y siendo en el caso actual  $Q = 1,11$ , de las tres fórmulas escritas más arriba se obtiene:

$$A = \frac{1,11}{1,50} = 0,77$$

$$t = \frac{v^2}{m^2 H} = 37^{\circ}$$

$$P = \frac{0,3 \times 1,11 \times 37}{12000} = 0,001,$$

y por consiguiente, para cada hora

$$P_h = 0,001 \times 3600 = 3,60 \text{ kilógramos,}$$

y teniendo en cuenta que el peso de un metro cúbico de gas es próximamente 0,55 kilógramos, resulta que el peso hallado corresponde á un volúmen aproximado de 7 metros cúbicos.

duce el consumo de gas es muy considerable, y que con un hornillo alimentado con carbon de piedra se podría obtener un resultado equivalente al citado, quemando sólo 6 kilogramos próximamente. Teniendo en cuenta los precios medios corrientes del gas y del carbon mineral, el importe del consumo de combustible estará en uno y otro caso en la relacion de uno á seis.

Debe notarse, por otra parte, que no ocurrirá hacer funcionar la chimenea de aspiracion cuando se deban calentar las enfermerías, porque como se ha dicho, los caloríferos bastan por sí solos para suministrar el aire necesario. Tampoco sucederá que funcionen los aparatos en todos los pabellones, ni durante las veinticuatro horas del día, especialmente en la estacion más caliente, porque entonces la ventilacion se obtendrá más eficazmente abriendo las puertas y ventanas. Añádase que la intensidad de la aspiracion y el consiguiente consumo de combustible deberán ser proporcionados siempre al número de enfermos que realmente ocupen las salas.

Por todas estas razones, el gasto producido por el gas, que á primera vista pudo parecer muy grande, podrá prácticamente mantenerse entre límites admisibles.

El aire nuevo, que ha de sustituir al viciado, entrará en las salas, parte por los mismos tubos que como habíamos dicho sirven para procurar la mezcla del aire frío con el caliente que viene de los caloríferos, y parte por orificios, situados sobre las ventanas, cerca del techo, y comunicando con una cornisa hueca que se encuentre á esta altura. Por medio de agujeros pequeños, practicados en la parte superior de esta cornisa, el aire penetra en filetes delgados y sin molestia de los enfermos.

Todos estos orificios se calcularán segun las reglas sancionadas por la práctica, y estarán dotados de válvulas y llaves.

*Letrinas.*—Las indagaciones científicas hechas en estos últimos tiempos han probado de un modo indiscutible que el gérmen de ciertas enfermedades miasmáticas ó miasmático-contagiosas se encuentra especialmente en las materias excrementicias, y que con bastante frecuencia el contagio no proviene del cuarto del enfermo sino del retrete y del depósito de la letrina, que el doctor Budd dice con exactitud es «la prolongacion directa de los intestinos de los enfermos.»

Por lo dicho es fácil comprender cuánta importancia debe concederse á recoger y alejar del modo menos peligroso, no sólo para el establecimiento sino tambien para la higiene pública, las deyecciones de un hospital, que más especialmente estarán cargadas de gérmenes infecciosos.

*Exámen de los diferentes sistemas de letrinas.*—Entre todos los sistemas imaginados, el que ofrece mayores garantías es el llamado de *depósito móvil*, en el cual las materias excrementicias caen por medio de tubos en un recipiente móvil, que se puede sacar hasta diariamente y verterle en un sitio donde las materias convertidas en inofensivas encuentren favorable empleo en la industria agrícola.

Este sistema es el más lógico de cuantos se han usado, pues no se comprende cómo, mientras que con tanto cuidado se recogen diariamente las otras inmundicias, como las barreduras, etc., se dejan almacenadas por largo tiempo las peores, las que por todas partes se ha reconocido cuán perniciosas son para la higiene pública.

Los grandes depósitos de mampostería no son nunca perfectamente impermeables, sea porque muchas veces están contruidos con poco cuidado, sea porque á pesar de esto es casi siempre imposible que no se formen en las masas de mampostería de alguna extension, grietas y discontinuidades debidas á la desigual compresion del terreno y tambien al natural asiento de sus diferentes partes. Por tales grietas y discontinuidades las materias se abren camino, difundándose poco á poco en el terreno próximo los gérmenes infecciosos, á los cuales servirán de fácil vehículo los líquidos que ordinariamente se arrojan en el depósito. Si el terreno fuese muy poroso serviría él mismo como medio activísimo de rápida oxidacion de las sustancias orgánicas, las cuales cesarían así de ser peligrosas; pero estas favorables condiciones raras veces se verifican y mucho menos en las grandes poblaciones y sus alrededores, donde el subsuelo está formado por tierra muy grasa, ya penetrada de otras materias en putrefaccion y por consiguiente nada porosa.

Los gérmenes perniciosos, de los que de este modo queda impregnado el terreno, pueden comunicarse á los habitantes, muchas veces por las aguas de los pozos, otras tambien por el aire ó los vapores que se desprenderán del

subsuelo, como consecuencia de las variaciones de presión atmosférica y de temperatura.

Es superfluo dar á entender que iguales defectos deben notarse en el sistema de alcantarillas, porque las aguas inmundas de los canales podrán diseminar el contagio sobre una extensión de país bastante más considerable é infestar hasta provincias enteras.

Pero si por las consideraciones anteriores los depósitos móviles deben tenerse por muy convenientes bajo el punto de vista de la higiene, presentan sin embargo no pocas dificultades en su aplicación práctica, especialmente cuando se trata de letrinas destinadas á uso colectivo. En las que deban servir para habitaciones privadas pueden bastar depósitos de dimensiones limitadas, capaces para recibir toda la materia de las deyecciones líquidas y sólidas; estos pueden colocarse fácilmente en los subterráneos del edificio y se manejan también con bastante facilidad cuando hay que trasportarlos.

En cambio en las letrinas de un hospital, donde afluye un considerable número de personas y donde es indispensable efectuar frecuentes y abundantes lavados desinfectantes sobre los asientos y en el pavimento, será preciso dar á los aparatos dimensiones demasiado grandes si se les quiere conservar el apelativo de móviles y en ellos se pretende recoger todas las sustancias sólidas y líquidas de la letrina.

En Florencia, donde hace muchos años está en uso el sistema de los depósitos móviles, se adoptaron para obviar esta dificultad los aparatos llamados *de separacion*, en los cuales mediante válvulas y diafragmas se efectúa dentro del aparato mismo la separación de las materias sólidas y líquidas. Estas últimas se arrojaban al principio en la alcantarilla de la calle, trasportando sólo las materias sólidas que servían en la fabricación del guano artificial; pero el vecindario y el municipio se alarmaron con justicia de los peligros que corría la salud pública con las exhalaciones mepíticas que no tardaban en hacerse sentir por los orificios de la alcantarilla, y por consiguiente se prohibió á la compañía de los depósitos móviles arrojar en la alcantarilla las sustancias líquidas.

Desde entónces se recurre al partido de recibir estos últimos en otros re-

cientes en comunicacion con los depósitos movibles, que se trasportan con ellos y se vierten léjos de la ciudad.

Este sistema se comprende desde luego que además de complicar bastante el servicio de limpieza y aumentar los gastos de instalacion, exige tambien locales subterráneos en correspondencia con la letrina y de extension considerable, que no siempre es posible tener á nuestra disposicion.

En el gran hospital Mauricio que se está reformando ahora en Turin se adoptan los depósitos movibles; pero allí, preocupados por la dificultad de recibir tambien en depósitos movibles las sustancias líquidas, se disponen para estas últimas, pequeños depósitos fijos, los cuales por su pequeñez y el cuidado especial que se pone al construirlos pueden considerarse como perfectamente impermeables. Esta impermeabilidad es muy necesario procurarla, porque los líquidos que se arrojan en dichos depósitos lo son despues de haber estado en contacto con las materias excrementicias sólidas, de las cuales podrán recibir gérmenes infecciosos que irán en suspension en los líquidos.

La extraccion de las sustancias de los pequeños depósitos puede hacerse por medio de cubas de sistema neumático, con mucha más facilidad que cuando se trasportan los mismos aparatos especiales dispuestos para recoger los líquidos.

Para más garantía contra los miasmas que puedan desprenderse del depósito y subir al retrete, éste se dotará en dicho hospital de un inodoro de doble sifon, inventado por el profesor Luis Pagliano y ya experimentado en el instituto de ciegos de Turin.

*Descripcion de los depósitos movibles que se propone adoptar.*—El exámen de los diferentes sistemas de depósitos movibles aplicados ó propuestos, nos ha inducido á dar la preferencia al que vamos á describir para el caso especial de un hospital militar.

El asiento es de piedra de una sola pieza y está levantado del pavimento no mas que 12 á 15 centímetros. Cada orificio está dotado de una tacilla de fundicion, cuyo borde superior está empotrado en la piedra y de forma tronco cónica, con un diámetro superior de 22 centímetros é inferior de 8. En la parte anterior á cada agujero hay practicada en el asiento una hendidura

cuyo fondo se inclina hácia el pavimento de la letrina, de modo que á consecuencia de razones de conformacion del hombre, fáciles de comprender, los orines, por lo ménos en su mayor parte, correrán por esta hendidura hasta el pavimento, mientras que las materias sólidas se recibirán todas en la tacilla. Debajo de ésta se enchufa el tubo de bajada, que puede estar formado de tubos de cemento, de alfarería ó de fundicion, y en el cual podrán venir á reunirse otros tubos procedentes de otros agujeros de la letrina. El tubo baja hasta el local destinado á los depósitos movibles, el cual puede ser un subterráneo cualquiera, sin mas condiciones que tener un cómodo y directo acceso desde el exterior.

A la extremidad inferior del tubo hay un collar de fundicion, el cual tiene el borde inferior muy saliente y dotado de aletas para poderse adaptar fácilmente sobre el recipiente móvil, del cual se hablará despues. En este collar, que siempre está fijo al tubo, hay una válvula de contrapeso destinada á impedir que los miasmas del depósito suban al retrete. El eje de giro de esta válvula está cubierto por una lámina de hierro, la cual tiene por objeto rechazar en su caída las sustancias fecales hácia la extremidad de la válvula opuesta á la charnela, haciéndole de este modo actuar con más facilidad. El contrapeso se puede arreglar variándole de posicion por medio de un tornillo ó tambien por medio de una simple clavija.

El depósito móvil consiste en una cuba de madera de las que pueden adquirirse en el comercio á poco precio despues de haber servido para el transporte de petróleo ú otro artículo cualquiera. Estas cubas deberán reforzarse con aros de llanta de hierro y dotarse de asas para facilitar su manejo. Sobre el fondo se adapta un diafragma de chapa de hierro galvanizado, con agujeros pequeños y separados; á la pared de la cuba está aplicado otro diafragma llamado *separador*, de chapa de hierro galvanizado, con agujeros más grandes y más próximos, con objeto de separar desde el principio las materias líquidas que llegarán unidas con las sólidas, recogiénolas en el fondo de la cuba bajo el diafragma, donde se tomarán cuando traten de aplicarse los sólidos á la fabricacion del guano.

La cuba lleva atornillado en su fondo superior un collar de fundicion con bordes y aletas salientes, de modo que se adapten á las en que termina el

collar del tubo de bajada, á las que podrán sujetarse con tornillos de presion interponiendo un disco de caoutchouc ó cuero.

Inmediatamente debajo del asiento parte un tubo de ventilacion natural, que por el espesor del muro corre hasta la cubierta y termina en una chimenea cubierta por una caperuza aspirador, sistema Wolpert. Siendo la cuba de cerramiento casi impermeable, el aire aspirado por el tubo deberá ser tomado exclusivamente por los orificios del asiento.

Las materias líquidas que caen sobre el pavimento juntas con las aguas que sirven para su limpieza y desinfeccion, se recogen por agujeros á propósito y pequeños tubos que las conducen á un pequeño depósito de fábrica, como los que se emplean en los urinarios públicos.

Estos depósitos, de seccion circular (del diámetro de 1,20 metros), se asentarán sobre un macizo de hormigon hidráulico y estarán formados por muros construidos con ladrillos aplantillados del grueso de 0<sup>m</sup>,15, con revestimiento exterior de mortero hidráulico entre el depósito mismo y la tierra de la excavacion, de modo que resulte completamente impermeable, ya por la pequenez del depósito, ya por el método especial de construirle.

Los depósitos se cubrirán con bóveda cuyo intradós sea un casquete esférico dotado de un agujero con tapa, suficientemente grande para dar paso á un hombre, y otro más pequeño para recibir el tubo de la bomba en el momento de la extraccion de las sustancias.

El tubo que conduce los líquidos al depósito, desciende hasta cerca del fondo y reduce la superficie de exhalacion de gases y miasmas á la seccion del tubo mismo.

Cada depósito tendrá además en la parte superior un tubo de ventilacion, que por los muros próximos llegará hasta la cubierta del edificio.

La ventaja que parece debe ofrecer este sistema que acabamos de describir, consiste en la separacion de gran parte de las materias líquidas, sin que ántes hayan estado reunidas con las sólidas, y por su sencillez se comprende que ha de dar buen resultado en los hospitales militares y en los cuarteles.

*Lavadero.*—La operacion del lavado de la ropa blanca lleva consigo dos coeficientes de economía, variables con los métodos segun los cuales se efectúe aquél. Uno de estos coeficientes depende del coste de la mano de obra y

del combustible empleados en la operacion, siendo de escasa importancia el de los ingredientes químicos que se usen; el otro coeficiente es el mayor ó menor consumo ó deterioro que se ocasione á los tejidos en la série de operaciones químicas, físicas ó mecánicas á que se los semeta.

No es posible llevar cuenta exacta del valor relativo de estos dós coeficientes en los diferentes sistemas en uso, pero está fuera de duda que en conjunto el procedimiento á que corresponden mejores resultados económicos es el de lavado por medio del vapor, al cual no se duda por consiguiente en dar la preferencia.

*Descripcion de las varias operaciones que constituyen el lavado.*—Para mejor convencerse vamos á dar una ligera reseña de las operaciones de que debe constar el proceso racional del lavado.

Las ropas que se mandan al lavado contienen suciedad en peso, que por término medio se encuentra que corresponde al 5 por 100 del de aquéllas. Tal exceso de peso está representado por una cierta cantidad de humedad y de materias grasas, fibrinosas, albuminosas, etc., además de polvo de diferentes clases que se adhiere á los tejidos.

La operacion del lavado tiene por objeto expeler de la ropa tales sustancias extrañas y consta de las siguientes partes:

- 1.<sup>a</sup> Clasificacion de las ropas.
- 2.<sup>a</sup> Remojo.
- 3.<sup>a</sup> Lejía.
- 4.<sup>a</sup> Jabonado y aclarado.
- 5.<sup>a</sup> Secado.
- 6.<sup>a</sup> Plegado y plancha, á la que puede agregarse el repaso ó recomposicion.

La clasificacion se hace en el cuarto mismo que sirve para depósito de ropa sucia y tiene por objeto separarla en diversos grupos, segun el color, finura y calidad del tejido, grado de suciedad, etc.

El remojo consiste en sumergirla en agua fria dentro de cubas *ad hoc* ó tambien en las mismas tinas de la lejía cuando se desea economizar la mano de obra necesaria para un doble transporte. El remojo se favorece especialmente con accion mecánica y sirve para disolver y trasportar la parte más grosera y ménos fija de las materias extrañas y principalmente las albu-

minosas, por lo cual, se indica el empleo del agua fria, porque en la caliente la albumina se coagula y se hace insoluble.

El agua empleada debe ser bastante pura, pero donde sobre todo ésta se exige con la menor presencia posible de sales calcáreas es en la lejía. Para que ésta sea eficaz conviene disponer de un agua que disuelva perfectamente el jabon, como la llovediza, que es la mejor para este objeto; convienen en seguida las aguas de rio y por último las de pozo.

Las sustancias grasas no son solubles en el agua, pero vienen á serlo cuando están saponificadas, es decir, cuando se combinan con álcalis; esto ocurre cuando las mismas se encuentran á una cierta temperatura en presencia de la lejía. Esta se compone de una disolucion de sosa ó potasa ó de carbonatos de estas bases, ó bien cenizas de madera, que contienen las sales que acabamos de decir.

Las sustancias grasas son, como es sabido, compuestos de ácidos grasos, generalmente no volátiles, combinados con glicerina. En presencia de los álcalis poderosos de la lejía, estas sustancias grasas se descomponen gradualmente, la glicerina se separa y los ácidos grasos se combinan con los álcalis para formar sales ácidas, las cuales continuando la operacion se trasforman en sales neutras ó jabones solubles en el agua.

Esta es la teoría de la operacion de la lejía destinada á quitar á la ropa las sustancias grasas que la ensucian y tambien las materias de diferente naturaleza que las grasas mantienen adheridas á los tejidos.

La lejía ó colada, que es sin duda la parte más importante de las operaciones del lavado, puede efectuarse por diferentes métodos.

El método típico es el más antiguo, el más práctico y el más conocido, como tambien son conocidos sus inconvenientes. En él la lejía preparada con cenizas se hace hervir en una caldera de hierro, fundicion ó cobre colocada sobre un hogar de leña ó carbon.

Se coge despues con cubos y se vierte lentamente en la tina donde se encuentra la ropa ya impregnada de agua. La lejía pasa á través de las ropas operando poco á poco la saponificacion de las sustancias grasas, hasta que llegada al fondo de la tina se extrae por un agujero dotado de llave.

Se vuelve á calentar otra vez y la operacion se repite tantas como sea preciso hasta que se haya completado la saponificacion.

Entre los principales inconvenientes de este método, que es todavía hoy el más generalmente usado en casi todos los países, enumeraremos los siguientes:

- 1.º Exige mucho tiempo y un gran volúmen de lejía.
- 2.º El paso á través de las ropas á una temperatura siempre inferior á 100º hace que la saponificacion de las sustancias no sea nunca completa y es preciso despues hacer un largo y penoso jabonado á mano, lo que aumenta bastante el coste del lavado.
- 3.º El consumo de combustible es muy considerable relativamente al resultado obtenido, en razon de la gran pérdida de calor que tiene lugar por la continúa evaporacion del agua en una superficie descubierta tan extensa.
- 4.º Si la tina y la caldera no tienen una cubierta (como á menudo ocurre) hay en el local donde se hace la colada un desarrollo de vapor muy incómodo é insalubre.

*Lavado por medio del vapor.*—Varios métodos y aparatos se idearon para obviar á los citados inconvenientes y obtener con prontitud y economía una colada completa, á temperatura graduada hasta 100º y no más, de modo que se quiten, sin necesidad de otras fatigosas operaciones, hasta las manchas más tenaces.

Entre tales aparatos, quizá los más importantes, por el número de veces que se han aplicado, son los construidos por René Duvoir, y perfeccionados sucesivamente por otros. En éstos, la operacion de la colada se conduce por los mismos principios que la colada doméstica ordinaria. La lejía pasa continuamente á través de las telas, pero su temperatura, su circulacion y la aspersión se obtienen automáticamente por la presión del vapor.

Estos aparatos, que están en uso en los lavaderos públicos de París, en muchos hospitales, cuarteles, etc., son los más económicos entre los que no tienen un verdadero y propio generador de vapor, pero presentan varios inconvenientes, y principalmente el de la dificultad de graduar bien la temperatura de la caldera, de modo que la lejía no llegue sobre las ropas demasia-

do caliente, lo que además de deteriorar los tejidos, produce el efecto de hacer casi indelebles las manchas.

El sistema de lavado preferible bajo el punto de vista de la conservación de la ropa y de la economía de la operación, es el de vapor sin presión y con circulación.

El aparato es sencillo, y consiste en una tina dividida en dos compartimentos, separados por un doble fondo agujereado, atravesado, según su eje, por un tubo vertical. En el compartimento superior se colocan las ropas, y después de cubiertas con una tela gruesa, se riegan con una disolución alcalina compuesta de agua caliente y sal de sosa, en la proporción de 50 litros de agua y 2 á 3 kilogramos de sal por cada 100 kilogramos de ropa, pesada en sùcio.

Esta disolución atraviesa los agujeros del doble fondo y se recoge en el compartimento inferior de la tina, y entonces el aparato está dispuesto de modo que puede volver á principiar la operación.

El tubo central por medio de una llave puede ponerse en comunicación con la caldera de vapor, y en el punto en que atraviesa el compartimento inferior de la tina hay un pequeño cono de inyección rodeado de agujeros, por los cuales la lejía de dicho compartimento puede penetrar en el tubo. Cuando se abre la llave para dar principio á la lejía, el vapor arrojado con fuerza por el pequeño cono aspira la lejía y la lleva á verterse sobre el compartimento superior, con fuerza tal, que mediante un disco llamado de regadera se extiende y distribuye sobre la ropa dispuesta allí: el vapor al condensarse cede continuamente á la lejía su calor latente, elevando progresivamente la temperatura de aquélla, pero sin pasar nunca de 100° siendo libre la evaporación, y hace circular la lejía sin presión del compartimento inferior al superior hasta que se crea terminada la operación.

Es conveniente hacer cada día la colada ó lejía de la ropa que debe lavarse al siguiente, porque la experiencia ha demostrado que ayuda á obtener un resultado mejor dejarla durante la noche impregnada de lejía en la tina.

Terminada la lejía debe procederse al jabonado y aclarado, porque todavía quedan sobre las ropas algunas sustancias que no han estado en contacto

con el álcali ó sobre las cuales éste ha obrado imperfectamente. Estas operaciones, si se hacen á mano, son largas, fatigosas y llevan consigo gran consumo de jabon; por lo tanto, conviene valerse de máquinas puestas en movimiento por el vapor y en las cuales la ropa es agitada durante un cierto tiempo, primero en agua que lleve jabon disuelto y despues en agua pura y corriente.

La ropa sale de esta última máquina perfectamente limpia, no sólo de las sustancias que la ensuciaban al principio, sino tambien de todo resto de lejía ó jabon.

Queda que secar la ropa, para lo que se adoptará un hidroextractor de fuerza centrifuga, por medio del cual en breve tiempo se consigue que no le quede sino el  $\frac{1}{3}$  de su peso de agua. La operacion se termina despues en un secadero dispuesto *ad hoc* ó sea una habitacion cerrada, dentro de la que se cuelgan las ropas miéntras se hace atravesar por ella una corriente de aire caliente, renovada á todo momento por un aspirador. Entre todos los sistemas, es preferible aquél en el que la calefaccion del aire se obtiene por medio del vapor mismo que sirve para los demás usos del lavadero, ya por economía y sencillez de instalacion, ya porque el aire calentado directamente en un calorífero adquiere siempre por las uniones de los tubos alguna pequeña cantidad de humo, que basta para quitar á la ropa aquella blancura que se debe obtener si todas las operaciones del lavado se ejecutan bien.

El secadero tiene con este objeto un pavimento de palastro, sostenido por vigas de hierro de doble *T*, bajo el cual están dispuestos los tubos de hierro, por los que se hace circular el vapor.

Estos tubos por la condensacion que en ellos se verifica calientan el palastro del piso y el aire, el cual sale por orificios dispuestos en la parte superior, mediante la accion de un aspirador helizoidal. Los hierros de doble *T* sobresalen del pavimento con el alma y la seta superior, y sirven de carriles á carretillas que llevan los castilletes sobre que se tiende la ropa.

En todos los lavaderos, pero más expecialmente en los de los hospitales, es preciso añadir á los aparatos descritos, uno para la desinfeccion de las ropas sospechosas.

Está probado por las experiencias más seguras y recientes que el único modo eficaz de destruir los gérmenes infecciosos, áun los que resisten á los más potentes antisépticos, es la aplicacion del calor húmedo, esto es, el vapor de agua á una temperatura superior á 120°.

El aparato de desinfeccion consiste en un recipiente de palastro, en el que se colocan las ropas que han de desinfectarse y al cual se hace llegar el vapor del generador atravesando un doble fondo agujereado. En el mismo doble fondo puede colocarse, cuando se crea conveniente, un recipiente para la evaporacion de algun líquido antiséptico.

*Disposicion que se propone en el proyecto de hospital.*—Examinadas ligeramente las operaciones del lavado y admitido que por las razones dichas debe darse la preferencia al sistema de vapor, explicaremos la disposicion que se proyecta para nuestro hospital.

El edificio del lavadero consta de dos pisos. En la planta baja se encuentra: primero, un vasto local que contiene la cuba para el remojo, la de la lejía, la máquina de lavar y aclarar, el hidro-extractor; segundo, el secadero; además hay otros locales pequeños para depósito de la ropa sucia y para la caldera y máquina de vapor. En el primer piso hay una gran sala para la plancha y para repasar la ropa, con máquina para estirar, etc., y tambien un tendedero al aire libre.

Los dos pisos comunican entre sí por la escalera y además por un ascensor ó monta-cargas.

Considerada la capacidad y las condiciones del hospital proyectado, se deduce que el trabajo máximo diario del lavadero puede fijarse bajo las bases siguientes:

Lavado de 400 sábanas, que en seco pesan. . . . .	600 kilogramos.
Idem de 800 prendas pequeñas. . . . .	320 id.

---

TOTAL. . . . . 920 kilogramos

ó sea 1000 kilogramos de ropa en seco en números redondos.

Partiendo de estos datos, se propone adoptar para el generador una caldera vertical del sistema Field, de la capacidad correspondiente á una fuerza de 20 caballos.

Parte del vapor es conducido por tubos de hierro y cobre á la tina de la colada, á las en que se prepara el agua de jabon, á los tubos destinados á calentar el secadero, y cuando sea preciso, al aparato de desinfeccion, etc. Otra parte del vapor se emplea para poner en movimiento una máquina motriz horizontal, de fuerza de 8 caballos, la cual, por medio de un solo árbol de trasmision, dispuesto longitudinalmente en casi toda la extension de la planta baja, hace funcionar las diferentes máquinas que necesitan motor, como la bomba que suministra el agua, la máquina de lavar y aclarar, el hidroextractor, el aparato de estirar y el ventilador anexo al secadero.

Resulta de este modo tan sencilla la disposicion mecánica, que permite á un solo operario manejar completamente y hacer funcionar todas sus diferentes partes.

La cantidad de agua necesaria diariamente para el lavado de 1000 kilogramos de ropa, por el sistema indicado, es aproximadamente 4000 á 5000 litros y por tanto bastará establecer para el servicio del lavadero un depósito de una capacidad de 10.000 litros, situado en el piso principal.

Este depósito podrá alimentarse con una bomba de rotacion que pueda elevar de 3000 á 4000 litros por hora.

Desde el depósito pasará el agua fría á la bomba de alimentacion de la caldera, á la tina, á los aparatos de colada, á la máquina de aclarar, etc. Además un tubo *ad hoc* llevará una cierta cantidad de agua fría á un depósito especial atravesado por la chimenea de la caldera de vapor y allí se calentará con el calor sobrante que aún llevan los productos de la combustion y que de otro modo se perdería y servirá despues para preparar la legía y el agua de jabon.

Para la colada se propone disponer dos grandes aparatos del sistema descrito, con circulacion y aspersion de la legía caliente.

Cada uno de estos aparatos tiene la tina de doble fondo de madera de 0<sup>m</sup>,075 forrada de palastro galvanizado, del diámetro interior de 2<sup>m</sup>,30 y altura 1,10. A estas dimensiones corresponde una capacidad aproximada de 4600 litros, que basta para contener los 1000 kilogramos de ropa sucia pesada en seco.

La operacion de la colada y sus accesorios ocupan por completo el dia la-

borario (8 horas) y como es conveniente que la ropa esté en remojo 24 horas antes de exponerla á la accion de la lejía, se comprende fácilmente que con dos aparatos de las dimensiones marcadas se podrán lavar diariamente los 1000 kilogramos de ropa, dejándola en remojo en la misma tina de la lejía y no en otra aparte, con lo que se economiza la mano de obra de un doble transporte.

Para algunas ropas más finas y que presenten manchas especiales, como los manteles y servilletas, etc., es conveniente hacer colada independiente, porque mezclándolas con las demás de mayor tamaño y grueso no resultarán con toda la limpieza que es precisa. En consecuencia se propone que además de las dos grandes tinas se instale una tercera más pequeña, del mismo sistema, para el lavado de dichas ropas finas, que debe hacerse con lejía de ceniza.

Este aparato tendrá el depósito de madera con un grueso de 0<sup>m</sup>,035, el diámetro interior 1<sup>m</sup>,10, altura 0<sup>m</sup>,82, y por consiguiente, la capacidad 780 litros que corresponde aproximadamente á unos 150 kilogramos de ropa súa.

Para el jabonado y aclarado se propone la instalacion de dos máquinas de lavar y dos de aclarar, movidas todas por la de vapor.

Las segundas no difieren de las primeras sino en que llevan una disposicion especial que sirve para obtener una corriente continua de agua durante la operacion.

Cada una de estas máquinas tiene una tina de las dimensiones de 1<sup>m</sup>,30 × 1<sup>m</sup>,10, gasta una fuerza de  $\frac{2}{3}$  de caballo y puede lavar por hora 70 kilogramos de ropa ó sean unas 50 piezas aproximadamente. El entramado de la máquina será de fundicion.

El hidroextractor, situado cerca de la máquina de aclarar, tendrá el diámetro de 0<sup>m</sup>,80 y se pondrá en movimiento tambien con la máquina de vapor.

Para determinar las dimensiones y poder térmico del secadero se ha partido del dato ya citado de que es preciso disponer al dia 1000 kilogramos de ropa, pesada súa, y se ha supuesto que ésta, despues de sufrir la operacion mecánica del hidroextractor, conserva 350 kilogramos de agua que se hace preciso evaporar.

Estableciendo por otra parte que la duracion media de una operacion de secado sea dos horas y que por consiguiente en un dia laborario de diez horas se ha de repetir cinco veces la operacion, se tiene como dato de experien-

cia que el secadero deberá tener las dimensiones correspondientes á una capacidad de 80 sábanas y 160 prendas más pequeñas y un poder térmico capaz de evaporar  $\frac{350}{5} = 70$  kilogramos de agua en dos horas, que la práctica enseña debe ser aproximadamente 60.000 calorías por hora.

El tubo que se establece directamente bajo el secadero para la calefaccion del aire será de palastro, con un diámetro de 0<sup>m</sup>,15 y un desarrollo de 140 metros (14 tramos de á 10 metros reunidos con codos convenientemente dispuestos) y por consiguiente presentará una superficie de 0,471 metros cuadrados por metro logitudinal, ó sea en total 66 metros cuadrados.

Se sabe que los tubos de palastro condensan 1,80 kilogramos de vapor de agua por metro cuadrado de superficie y por hora; luego este tubo condensará en el mismo tiempo kilogramos  $1,80 \times 66 = 118,80$ .

Siendo 550 el calor latente de evaporacion del agua, resultará que en cada hora quedarán libres por la condensacion del vapor  $118,8 \times 550 = 65.340$  calorías ó sea próximamente la cantidad que, como ántes se ha calculado, es bastante para llevar á cabo la operacion.

Se ha supuesto como dato práctico que el aire que sale del secadero despues de la operacion lleva una temperatura superior en 20° á la de la atmósfera.

Siendo 0,2377 el calor específico del aire, cada kilogramo de éste absorberá una cantidad igual á  $0,2377 \times 20$ .

El aspirador se dispondrá de modo que pase por el secadero 2500 metros cúbicos de aire por hora.

Por consiguiente si suponemos que la temperatura del aire exterior es de 10° y de 30° la del que se arroja á la atmósfera despues de haber pasado por el secadero, siendo 1,1166 el peso de un metro cúbico de aire á 30°, el calor total absorbido por el aire en el secadero en una hora será

$$q_1 = 2500 \times 1,1166 \times 0,2377 \times 20 \quad \text{ó sea} \quad q_1 = 13.270 \text{ calorías.}$$

Quitando esta cantidad al calor total desarrollado en el secadero, que más arriba hemos supuesto de 60.000 calorías, quedan 46.730, que deben representar por una parte el calor que se emplee en evaporar el agua contenida en las ropas húmedas y por otra la dispersion que tendrá lugar en el interior del local.

Es imposible determinar la cantidad perdida por este último concepto, que la habilidad del constructor procurará hacer la menor posible.

Siguiendo las opiniones admitidas generalmente y en la seguridad de equivocarse más bien por exceso que por defecto, se hace la hipótesis de que la dispersion del calor en el secadero será igual al calor útilmente empleado, ó lo que es lo mismo, que  $\frac{46.730}{2} = 23.365$  calorías se utilizarán realmente en la evaporacion del agua contenida en las ropas.

Llamando ahora  $P$  al peso en kilogramos del agua que se puede evaporar con dichas calorías, continuando en la hipótesis de que el aire á su salida se halle á  $30^\circ$  de temperatura y teniendo presente la conocida fórmula

$$(606,5 + 0,305 t - \theta)$$

que representa el número de calorías necesarias para evaporar un kilogramo de agua, llamando  $t$  á la temperatura á que ha de salir y  $\theta$  á la que ántes se encontraba, obtendremos la siguiente, que nos dá el valor de  $P$ :

$$23.365 = P (606,5 + 0,305 \times 30 - 10) \text{ de donde } P = 38,50 \text{ calorías.}$$

Se ve pues que por el método establecido se podrá obtener fácilmente la evaporacion de 70 kilogramos de agua en dos horas. Supongamos ahora el caso más desfavorable, esto es, que el aire exterior empleado en el secadero se halle á saturacion y por consiguiente que contenga, dada su temperatura de  $10^\circ$ , 0,0094 kilogramos de vapor de agua por metro cúbico.

El aire que sale del secadero á  $30^\circ$  deberá contener por metro cúbico aproximadamente  $0,0094 + \frac{38,5}{2500} = 0,0248$  kilogramos de vapor de agua y esto será posible porque la saturacion á  $30^\circ$  es de 0,0301 kilogramos por metro cúbico.

Además en la práctica la dispersion del calor en el secadero será siempre menor de lo que se ha supuesto, lo que hará más expedita y segura la operacion y el aire saldrá del secadero más próximo al límite de saturacion que lo que ha resultado del cálculo anterior.

Tomando 0,70 por coeficiente de rendimiento del generador de vapor para desarrollar las 60.000 calorías por hora, será preciso un desarrollo de cerca de 80.000 en el hogar de la caldera y por tanto un consumo por hora de unos 12 kilogramos de buen combustible (carbon de piedra).



## IV.

### PRESUPUESTO DEL PROYECTO.



SEGUN cálculos aproximados, el coste completo del edificio puede establecerse como sigue:

	<u>Liras (pesetas).</u>
Edificio principal. . . . .	500.000
Seis pabellones dobles de dos pisos. . . . .	950.000
Dos id. id. de sólo planta baja. . . . .	220.000
Edificio de las cocinas y hermanas de la caridad.. . . .	110.000
Cuartelillo de sanitarios. . . . .	75.000
Edificio del lavadero. . . . .	50.000
Capilla. . . . .	30.000
Galerías de comunicacion. . . . .	100.000
Muro de cerca. . . . .	36.000
Edificio de los servicios de cadáveres.. . . .	50.000
Maquinaria del lavadero. . . . .	45.000
Aparatos de calefacción. . . . .	40.000
Instalacion de los baños. . . . .	40.000
Imprevistos, letrinas, arreglo de los patios, etc. . . . .	254.000
	<hr/>
TOTAL GENERAL. . . . .	2.500.000

De esta suma resulta aproximadamente 4160 liras (pesetas) por cama, cantidad que no parece excesiva si se la compara con la que resulta en edificios análogos construidos en estos últimos tiempos en Italia y otras naciones.

Para confirmar este aserto bastará examinar los datos siguientes:

El hospital Mauricio que hoy se está reformando en Turin, hay motivos para creer que vendrá á costar de 4000 á 4500 liras por cama.

El hospital de Blackburne (Manchester), capaz para 140 enfermos, costó 4225 por cama.

El hospital municipal de Friedrichshain, que es como el presente de pabellones, unos de un piso y otros de dos, y cuya capacidad es para 500 ó 600 enfermos, importó por enfermo 8330 liras.

El hospital Menilmontant 16.000 por cama.

El Lariboisière, de 606 camas, 17.236,21 por cada una.

El Hôtel-Dieu 29.888.

Por último, las sencillas barracas del sistema Tollet vienen á costar 2812 liras por cama, sin contar con la cuota capitalizada, que corresponde al gasto de desmonte y reconstrucción parcial en épocas determinadas.

Como datos de actualidad, se pueden citar los presupuestos de algunos proyectos que se juzgaron los mejores en el concurso abierto en Roma para la construcción del hospital policlínico.

Proyecto cuyo lema es:

Ars gaudet succurrere vitæ. . . . 8.304,98 liras por cama.

Minerva médica. . . . . 13.973,32 id.

Salus publica suprema lex est. . . 12.100,00 id.

*Conclusion.*—Como se indicó al principio, en el estudio del proyecto de hospital que se presenta, se ha procurado tener en cuenta todas las necesidades que el higienista exige para los hospitales, conciliándolas con las exigencias de la práctica y también con una cierta economía. Léjos de creer que hemos satisfecho por completo este difícil asunto; quedaremos contentos si hemos conseguido llamar la atención de los oficiales de ingenieros y de los oficiales médicos acerca de esta importante cuestión. Son demasiado incontestables las poco felices condiciones de la mayor parte de los hospitales militares italianos, que se encuentran situados en general en edificios viejos, erigidos con otro objeto que el de su actual destino; por consiguiente, no debe desperdiciarse ocasión alguna para atenuar al menos este deplorable estado de cosas.

Por esto, si los estudios hechos tienen algun valor, podrán aprovecharse tan pronto como sea posible proceder á una radical innovacion de nuestros establecimientos, y ya tarda en iniciarse, por lo ménos, esta obra tan humanitaria, porque si merece gran alabanza el acto caritativo de fundar hospitales para los enfermos de las clases pobres, es tambien muy recomendable asegurar del modo más eficaz posible la asistencia médica del soldado, que sacado del elemento más útil del país, debe restituírsele, en lo posible, tan sano como le dió, cuando no deba sacrificarse su vida en beneficio de la pátria.



---

## JUICIO CRÍTICO.

---



TERMINADA la traducción de este notable trabajo, vamos á someter á nuestros ilustrados lectores un juicio crítico del mismo, con algunas observaciones acerca de varios puntos controvertibles y de preferente interés, tanto para los alojamientos colectivos en general, como más especialmente para los destinados á contener enfermos.

*Capacidad.*—Es sin duda uno de los asuntos más importantes de la higiene hospitalaria, fijar la capacidad total de los establecimientos y la parcial de los locales destinados á salas de enfermos; ambos puntos están tratados perfectamente en el presente trabajo y sólo nos permitiremos la indicación de que el número 600, capacidad total del hospital, debe admitirse únicamente como un máximo del que no es conveniente pasar. El número de enfermos que han de asistirse en cada uno, se fijará por las consideraciones que se indican, y además, en relación con el efectivo de las tropas á que ha de servir, y desde el momento en que el número probable de enfermos sea mayor de 600, deben construirse dos hospitales convenientemente situados. Es principio general, que sirven mejor dos hospitales pequeños que uno grande.

Las bases para fijar la capacidad cúbica de las salas, también se han establecido con acierto, distinguiendo el volúmen de aire encerrado en ellas y el que se hace circular por su interior en un tiempo dado. La confusión que hasta no hace mucho tiempo existía entre ambos números, obligaba á construir esos locales de techos excesivamente altos, difíciles de calentar y en que la capa inferior de aire, en contacto con los enfermos, podía estar inficiona-

da y producir ese ambiente *de cueva*, que tan comun es en las iglesias á pesar de su gran volúmen interior de aire.

*Situacion y orientacion.*—Indudablemente ejerce una influencia considerable la situacion topográfica del hospital con respecto á la salubridad del mismo, pero en el mayor número de casos no está en nuestra mano buscar esta situacion, pues el establecimiento habrá de construirse en la poblacion en que sea necesario, y por consiguiente, sólo en un corto espacio podrá variar su emplazamiento; sin embargo, en algunos casos, al tratar de elevar uno para las necesidades de una cierta unidad de tropas distribuida en una comarca algo extensa, podrá atenderse á estas condiciones higiénicas para que en union con la facilidad de comunicaciones con los puntos guarnecidos y con las consideraciones militares, sirvan para fijar definitivamente el punto en que convenga más situar el hospital.

En los países accidentados y á veces por circunstancias especiales en los que no lo son, pueden variar mucho las condiciones del emplazamiento áun en cortas distancias, y entonces es interesantísimo el exámen de las más favorables que se puedan alcanzar.

La situacion léjos de poblado no podrá ménos de modificarse á nuestro juicio por consideraciones de economía y facilidad en el servicio, pues el hospital necesita siempre recursos de la vida de la ciudad, tanto respecto al personal, como al material y efectos, y además, debe estar próximo á los individuos á quienes ha de socorrer en sus enfermedades, de modo que un hospital léjos de toda poblacion, necesitaría alojar todos sus empleados y sirvientes con sus familias y un complicado y caro servicio de trasportes. En consecuencia, creemos que deben situarse en la zona sub-urbana de las poblaciones, con lo que se consiguen las ventajas del aislamiento hasta cierto punto, sin perder las de la proximidad á la población.

En la orientacion del edificio se fija como una de las condiciones primordiales á que debe someterse la direccion de los vientos dominantes, principio que no puede ser más cierto; pero al aplicarle, nos parece que se presentarían algunos inconvenientes haciéndolo como propone el autor. Este dice que deben orientarse los pabellones de enfermos colocándolos de modo que la direccion de los vientos corte á su crujía normalmente, es decir, que cru-

cen el pabellon entrando por una fila de ventanas y saliendo por la opuesta. Esta disposicion sería inmejorable en el caso en que hubiese un solo pabellon ó en que éstos no estuviesen colocados segun el sistema lineal doble que se propone despues, porque en este caso, el aire infecto de una sala irá sobre otra y no le recibirá puro más que el primer pabellon de cada fila. Nosotros preferiríamos que la direccion de los vientos dominantes fuera paralela á los pabellones, y entónces, si por disposiciones á propósito se extraia el aire infecto de los locales, arrojándolo ya por la parte superior de los edificios, que es lo mejor, ya en los pátios intermedios, lo que nunca se podrá evitar por completo, despues sería arrastrado por los vientos sin recibir ningun local el aire usado ya en otro. Podría objetarse que el aire infecto de una fila de pabellones vendría sobre la otra; pero esto podría evitarse ó atenuarse al ménos por la disposicion de la planta.

*Sistema de construccion.*—Estamos completamente de acuerdo con el autor en que hoy no pueden admitirse otros edificios para uso colectivo que los de pabellones aislados y que los mejores son los de un solo piso; pero todavía somos más absolutos que él en la defensa de este principio, pues creémos que no se alcanza ventaja alguna con la admision de los de dos, en el caso especial del hospital militar. Desde luego, bajo el punto de vista higiénico, no admite discusion el asunto y el autor mismo admite los dos pisos, no como mejores ni aún como iguales en este concepto, sino como un sacrificio de la higiene á la economía, apoyado en las consideraciones que establece. No creémos que la economía gane gran cosa con esta concesion y trataremos de demostrarlo. Se supone que hay economía en dos conceptos: por ser menor el solar necesario, y por costar ménos las construcciones que han de ejecutarse. Sabemos que la separacion entre los pabellones se determina en funcion de su altura, contentándose unos higienistas con una separacion igual á aquélla y queriendo otros que sea el doble. En uno ú otro caso resulta que la suma de las dimensiones de los pátios para el mismo valor higiénico es la misma en uno que en otro sistema; queda, pues, como única diferencia el área de la mitad del número de pabellones que resulte, superficie de valor insignificante, sobre todo si se tiene en cuenta que estando situado el hospital en la zona sub-urbana es allí de escaso precio el terreno.

En cuanto á las construcciones, tenemos de exceso las cimentaciones, planta subterránea y cubiertas de los nuevos pabellones, y en cambio las cimentaciones y muros de los antiguos deberán tener espesores más pequeños y no habrá que construir los suelos intermedios, las escaleras, ni los ascensores. Indudablemente no habrá compensacion completa entre los gastos que se aumentan y los que se suprimen, pero la diferencia será muy pequeña. Resulta, pues, á nuestro juicio, que la economía no estará en relacion con el perjuicio que se causará á la higiene con la adopcion de los pabellones de dos pisos.

Esta concesion en el terreno higiénico se hace apoyándose en un principio sobre el que no podemos ménos de hacer algunas consideraciones, y es que en los hospitales militares deben exigirse ménos condiciones higiénicas que en los civiles, por tratarse de hombres jóvenes y robustos, y precisamente creemos que por la circunstancia de asistirse en ellos la parte más saneada del país, se necesita más cuidadoso esmero para su alojamiento. Debe tenerse en cuenta, que si bien los hospitales civiles de beneficencia cumplen tambien un deber del Estado, en los militares los individuos que se asisten satisfacen con su haber parte de los gastos que ocasionan, y además en muchos casos las dolencias que les aquejan son consecuencia del servicio general y la defensa de los sagrados intereses de la nacion, siendo por consiguiente indispensable facilitarles cuantos recursos aconseje la ciencia.

Además, precisamente en esa edad en que el desarrollo físico aún no se ha terminado por completo, es en la que más necesarios son los cuidados higiénicos de todo género para preservar á los jóvenes de tantos peligros como les amenazan, y en particular de la implacable tísis, que con tal saña se ceba en ellos y cuya profilaxis preocupa hoy sériamente á todos los médicos y en particular á los del ejército, habiendo sido objeto en Italia de estudios concienzudos y detallados, en los que se aconseja como elemento muy principal la higiene del alojamiento.

*Forma de la planta.*—No se discute en el escrito que estudiamos la situacion relativa de los pabellones, ó sea la planta general del establecimiento, y aunque este asunto tiene una importancia secundaria, siempre que como en el proyecto italiano los pabellones están suficientemente espaciados, no care-

recé en absoluto de interés la comparacion de dichas formas, que es preciso confesar tienen alguna influencia en el valor higiénico y económico del hospital y en la facilidad del servicio, teniendo algunas de ellas inconvenientes como los que más arriba hemos indicado á propósito de la lineal doble. Entre otras formas, tiene partidarios la angular, que algunos consideran preferible y de la que se han hecho aplicaciones en los hospitales Lincoln y Hampton durante la guerra de Secesion de los Estados-Unidos, en el provisional que se construyó en el polígono de Metz y en otros vários. Este asunto dependerá en gran parte de la forma y dimensiones del solar disponible y quizá por esta razon no se estudia detalladamente en el proyecto italiano.

*Galerías de comunicacion.*—Pasaremos ahora á discutir otro punto interesante: la utilidad de las galerías de comunicacion, acerca de la que existen opiniones contradictorias, defendidas por eminentes constructores é higienistas. Se establecen apoyándose en que facilitan el servicio y sirven para paseo de los convalecientes. Estos servicios no nos parecen motivar bastante esta construccion, que tiene inconvenientes higiénicos y económicos.

Los tiene higiénicos, porque opone un obstáculo á la libre circulacion del aire entre los pabellones y al arrastre del infecto, y además, establece una comunicacion directa entre las salas, siendo un tubo conductor de miasmas de unos á otros locales.

El inconveniente económico es bien óbvio, pues se emplean 100.000 pesetas (liras) en una parte de la construccion de utilidad tan dudosa.

La ventaja de facilitar el servicio la contestaremos con las palabras que un eminente profesor del hospital civil de Friedrichshain dirigió al distinguido comandante del cuerpo Sr. Labaig, y que éste cita en su notable obra sobre hospitales civiles y militares publicada en 1883: «Hay que desengañarse, la economía y la higiene sobre todo ganan mucho con la supresion de las galerías. ¿Por qué el facultativo que llega hasta la puerta principal del hospital no ha de avanzar hasta su pabellon de enfermos? Si el servicio de los empleados subalternos se hace algo más penoso, tenemos la seguridad de no inficionarnos por trasmision á lo largo de las galerías y esto ya basta para compensar toda clase de sacrificios.

«En cuanto al transporte de alimentos, etc., etc., hacemos uso de carreti-

llas herméticamente cerradas, que desafían los rigores de una temperatura de 24° bajo 0.»

Por lo que se refiere al paseo de convalecientes, nada mejor que el jardín que hay en todos los patios para los días buenos, y en los malos no parece será muy conveniente que los enfermos salgan de sus salas respectivas, donde tienen aire suficiente y disfrutan de bellas vistas.

El citado hospital de Friedrichshain en Berlín, no tiene galerías de comunicacion.

*Distribucion general del establecimiento.*—Sólo alabanzas merece la distribucion del establecimiento. Tanto en conjunto, como en detalles, la agrupacion de los servicios en cuerpos de edificio separados, la situacion y relaciones de éstos y hasta su distribucion interior, revelan un perfecto conocimiento de la organizacion de estas casas y un sentido eminentemente práctico; todo está previsto, todo está pensado y en las mejores condiciones; únicamente una ligera observacion nos vamos á permitir. Sabidas las excelencias de los pabellones aislados para el uso de los enfermos ¿por qué negar al oficial y al sargento su asistencia en ellos? Ciertamente es que tienen habitaciones independientes, que su servicio está bien atendido; pero ni podrá evitarse el ruido de un edificio de oficinas en que ha de reinar la actividad indispensable para la asistencia eficaz de 600 enfermos, ni se alcanzarán los beneficios higiénicos de los pabellones aislados. Uno ó dos pabellones más convenientemente distribuidos en relacion con su especial objeto, hubieran resuelto perfectamente el problema en nuestra opinion.

*Detalles de construccion.*—Dos ligeras observaciones vamos á presentar acerca de los detalles de construccion, que están perfectamente entendidos.

El piso de asfalto tiene sin duda alguna ventajas, como son la de ser inatacable á los lavados desinfectantes y la de ser impermeable; pero en cambio presenta los inconvenientes de su poca dureza y resistencia, que le hace incómodo y antieconómico. A poco tiempo de uso se marcarán hoyos, verdaderos baches, en que se reunirá el agua de los lavados y serán quizá á pesar de la vigilancia un foco de suciedad, á lo que tambien ayuda su color. Ya ha tenido el autor en cuenta su escasa dureza y ha propuesto cintas de piedra debajo de los piés de las camas; sin embargo, esto no bastará: las mesas y los

bancos, el arrastre de un baño ó de una carretilla con ropas ó alimentos, surcará y estropeará el piso, que tendrá, por consiguiente, muy poca duracion. Preferiríamos un piso de piedra natural ó artificial ó de cemento, en el que obtendríamos probablemente las ventajas del asfalto sin sus inconvenientes.

Muy oportuna es la disposicion de los muros en el interior de los pabellones con forro de ladrillos huecos, que además de todas las ventajas enunciadas, tendrá la de constituir pantalla térmica; pero el guarnecido de estuco al interior presenta la desventaja de no ser permeable al aire y quita un valioso elemento de salubridad.

Repetidas experiencias, entre otras las de Pettenkofer, Marker, Lang, etcétera, han probado la permeabilidad de los muros por el aire y los higienistas se han ocupado de la influencia que puede tener en la ventilacion; á propósito de lo que Arnould (1) dice, que no debe despreciarse esa ventilacion, que es la de los edificios que no tienen otra y que presenta grandes ventajas, porque el aire que penetra á través de las aberturas microscópicas de los muros llega en condiciones de temperatura muy favorables.

Podria obtenerse la ventaja de una superficie susceptible de lavados desinfectantes y al mismo tiempo permeable al aire con la pintura al óleo, aplicada sobre el forro de ladrillos huecos, pues se ha demostrado por Lang, que esta pintura goza de dicha permeabilidad desde muy poco tiempo despues de haberse aplicado.

El enlucido de los techos y el material de las solerías en los pabellones de várias salas superpuestas, debe ser lo más impermeable al aire que se pueda, para evitar hasta donde se alcance la comunicacion del aire de cada sala con el viciado en otras y con las emanaciones poco sanas de los subterráneos, por bien establecidos que se encuentren.

*Calefaccion.*—El sistema de calefaccion que se propone está acertadamente elegido y el resúmen de los métodos principales que hoy se emplean, dá idea clara y precisa de todos ellos, discutiéndolos con gran acierto.

El clima de España, tan análogo al de Italia, hace que todas las consideraciones en que se funda su sistema sean aplicables á nuestro país y creémos

---

(1) Arnould.—*Elementos de higiene.*

que daría excelente resultado, tanto en el sentido técnico, como en el económico, su aplicación á cualquier edificio análogo que nosotros erigiésemos.

*Ventilacion.*—La ventilacion es sin duda uno de los puntos más importantes de la higiene de los edificios. El principal riesgo que es preciso conjurar, está en que confinado el aire, éste no se renueva por completo y los miasmas no se diluyen en una masa suficiente de él para ser inofensivos, dificultades que están perfectamente apuntadas en las primeras páginas de la memoria italiana. Al llegar á los procedimientos prácticos, para conseguirlo el autor se declara decidido partidario de la ventilacion natural, que cree preferible á toda otra, y se apoya en unos renglones que cita del eminente higienista Arnould. Nosotros no tenemos tanta confianza en este sistema de ventilacion y creémos que no se pueden fundar esperanzas de éxito completo, apoyándose solamente en él.

En la ventilacion, si ha de ser eficaz, es preciso que se extraiga todo el aire viciado y se sustituya por otro nuevo, y para esto se necesita que haya orificios por donde pueda entrar y salir la masa gaseosa y una fuerza que la ponga en movimiento, fuerza que es preciso sea enérgica para arrastrar los *remansos* de aire cargado de miasmas, que tantas veces se presentan y que han llamado la atencion de los higienistas.

Las ventanas y puertas son orificios de dimension suficiente, por donde fácilmente podrá entrar y salir el aire si algo le solicita á este movimiento.

Para producirle, sólo contamos con las diferencias naturales entre las temperaturas exterior é interior, diferencias muy variables y ocasionadas á frecuentes errores y cambios bruscos que alterarán la marcha de las corrientes. Además, siempre habrá puntos de las salas en que aún en el caso más favorable, el aire no se renovará completamente.

Arnould en la cita que hace el autor no parece muy seguro de que el aire entrará en cantidad suficiente, pues dice: «La aireacion por las ventanas, es la que por la cantidad y *sobre todo por la pureza* del aire suministrado coloca al hombre todo lo más cerca posible de las condiciones en que se encuentra al aire libre, es decir, en el estado verdaderamente normal.» Se vé pues, que tiene más confianza en la calidad que en la cantidad del aire suministrado. No comprendemos qué causas puedan alterar la pureza del aire

en los tubos de introduccion de un sistema artificial cualquiera (si la toma se hace en las condiciones que aconseje la ciencia), hasta el punto de decir que en la ventilacion natural el aire entrará más puro.

El mismo Arnould, que hace una indicacion al parecer tan terminante, dice algunos párrafos ántes hablando tambien de la ventilacion natural: «El efecto es *seguramente mediano*, segun lo han demostrado los experimentos de Pettenkofer; pero con disposiciones convenientes y en condiciones favorables, que con frecuencia se presentan, es posible sacar un partido bastante bueno. Cuando no hay ventanas mas que en un lado de la pieza, la corriente que entra por abajo y sale por la parte alta de una ventana abierta no forma más que una curva de convexidad interna que penetra poco en el interior, la renovacion de aire es poco segura; pero sucede todo lo contrario cuando la pieza posee ventanas en dos fachadas opuestas.»

El ingeniero industrial Rojas, autor de un importante trabajo sobre calefaccion y ventilacion (1), cree indispensable la ventilacion artificial excluyendo completamente de ella las puertas y ventanas; tanto, que dice: «El ideal de una buena ventilacion exige, entre otras condiciones, que el aire nuevo frio ó caliente, éntre en el local que se ventile por las aberturas de introduccion y *no por otras*; que el aire viciado salga por las de evacuacion y *no por otras*,» y explica además los inconvenientes que podría tener el que penetrase ó saliese el aire por las puertas ó ventanas, á que llama *aberturas accidentales*. En consecuencia, no creemos que se debe fiar para la ventilacion en dichas aberturas, sino acudir á cualquier método de ventilacion artificial.

No entraremos ahora en la discusion del tan debatido asunto de si conviene más la ventilacion por inyeccion ó por aspiracion, pues cualquiera de los dos sistemas con exclusion del otro no conviene, y la perfeccion está en el enlace de ambos, siempre que la inyeccion y la aspiracion sean exactamente las mismas y que los orificios dedicados á ambos servicios estén situados de modo que se mezcle bien el aire nuevo con el de la sala y no se ex-

---

(1) *Calentamiento y ventilacion de edificios*, memoria premiada por la Real Academia de Ciencias exactas, físicas y naturales, en el concurso público de 1867, por D. Francisco de Paula Rojas, catedrático de la Escuela Industrial de Barcelona.

traiga sino despues de viciado, evitando las corrientes de aire puro que se forman á veces desde los orificios de introduccion á los de extraccion y que dejan el local sin ventilar. El sistema que se propone presenta en el servicio de invierno ambos orificios en la parte inferior, y por consiguiente hay temor de que pudiera ocurrir que la mezcla no fuese completa. Este inconveniente puede evitarse modificando la disposicion de los orificios de entrada del aire, cosa sumamente fácil de conseguir con tubos dispuestos á propósito y que lleguen hasta la parte superior de la sala.

Las disposiciones propuestas para la ventilacion podrian servir con ligerísimas modificaciones en su empleo para lo que nosotros deseamos, pues hay aspiracion por los conductos de los muros y la chimenea del desvan é inyeccion por los caloríferos. La ventilacion de invierno podría por consiguiente establecerse funcionando á la vez ambos aparatos con uniformidad.

En el verano sería preciso añadir un aparato de inyeccion de fuerza centrífuga, ó bien, si las condiciones económicas no lo permitian, contentarse con la aspiracion sola, ayudándola con la ventilacion natural, que entónces podría ser más útil por lo apacible de la temperatura, que permite tener abierto más horas en el día; pero indudablemente las condiciones de la ventilacion en verano no serían tan convenientes como en invierno.

La disposicion para ventilar rápidamente la sala por una aspiracion más enérgica en momentos dados, nos parece muy conveniente, y en el caso de que se quisiera deshacer focos que se hubieran observado en algun punto de la sala, podría agregarse algun tubo que aspirase el aire allí donde nos conviniera ponerle en movimiento.

La velocidad del aire que es preciso introducir, no es excesiva, pues se necesitan en cada sala por hora 2000 metros cúbicos ó sean  $0^m,55$  por segundo; por consiguiente, con una suma de áreas en los orificios de introduccion de toda la sala de  $0^m,50$  cuadrados, se obtendrá el aire nuevo, con una velocidad aproximada de un metro por segundo, número aceptable cuando como en el ejemplo presente el aire no hiere directamente á los enfermos y penetra á una temperatura moderada por la mezcla del aire caliente y el aire frio, principios que nunca deben dejar de tenerse en cuenta.

Los simples tubos colocados en los muros de los dormitorios del cuartelillo de sanitarios no los creemos muy eficaces.

*Alejamiento de las inmundicias.*—Entremos ahora en el importante asunto del alejamiento de las inmundicias, en el que tendremos que considerar varias partes: la situación de los retretes, su disposición y el modo de recoger y alejar los excrementos.

Muy conveniente es la situación de los retretes próximos á cada sala, pues en un hospital no puede admitirse que el enfermo atraviese gran parte del establecimiento para encontrar este importante accesorio. De este modo se disminuye en mucho el número de los enfermos que no pueden concurrir á dicho sitio, y esto es sin duda un valioso elemento de salubridad. Además, si el local está bien dispuesto, tiene dobles puertas de buen cierre y buena ventilación, no es su vecindad tan peligrosa como podría pensarse, sobre todo si se establece un buen sistema general de alejamiento de las inmundicias.

En los pabellones de contagiosos, que tan bien dispuestos se encuentran, es indispensable para que la separación de las diferentes salas sea efectiva, separar también los retretes de que se sirvan los enfermos de cada una.

La disposición del retrete á la turca, ó sea sin asientos, es sin duda la única aceptable en los establecimientos colectivos, y los materiales y la forma en que se hallan organizados, muy convenientes. El tubo de caída de las sustancias es á propósito para el sistema de depósitos móviles que se propone; pero si se adoptase otro, como, por ejemplo, las alcantarillas, sería mejor emplear el sistema propuesto por el general italiano Araldi, que es sin duda el más sencillo, económico y práctico para esta clase de edificios.

Nos queda tan sólo hablar del modo de recoger y trasportar las sustancias excrementicias.

Las sustancias excrementicias, tanto sólidas como líquidas, experimentan, desde poco tiempo después de ser expelidas, una descomposición, que termina convirtiéndose en principios fijos é inofensivos. Mientras estas transformaciones se verifican, hay un abundante desprendimiento de gases deletéreos y de principios miasmáticos, ya bajo la forma de gases orgánicos, ya bajo la de pequeños organismos vegetales ó animales, ya bajo la de partículas sólidas ó líquidas, y está probado que estos elementos son en alto grado perjudicia-

les á los séres que viven á su intermediacion y que pueden ser, ya causa, ya medio eficaz, de favorecer el desenvolvimiento de las enfermedades infecciosas de todo género. Numerosas experiencias que citan los higienistas, entre otros el ya repetido Arnould, prueban que dichas sustancias excrementicias, salvo en casos especiales de enfermedad, son inofensivas recién expelidas; pero se hacen peligrosas en sumo grado algunas horas despues cuando la fermentación ha dado principio.

El problema de las letrinas estará, por consiguiente, resuelto en pocas palabras: alejar las inmundicias lo antes posible, arrastrarlas léjos de toda poblacion y allí apresurar su descomposicion y trasformacion en principios fijos.

El sistema de depósitos movibles no nos parece á propósito para realizar el *desideratum* en cuestion de letrinas, pues tiene en primer lugar, el inconveniente de conservar las sustancias uno ó más dias sin alejarlas del edificio; exige despues manipulaciones y trasportes cuando ya la descomposicion ha dado principio, es decir, en el momento más peligroso; además la siempre pequeña capacidad de los toneles (si han de ser manejables) proscribte el empleo de grandes lavados, que es la base principal del aseo en los retretes colectivos. En la disposicion propuesta no podrá fiarse en el sistema divisor y emplear estos lavados, pues gran parte del agua marcharía al depósito de los sólidos por el agujero del asiento.

Cayendo por el tubo de los sólidos muy pocos líquidos, se adherirán aquéllos á las paredes del tubo, que irán tapizando, se descompondrán allí mismo y darán lugar al desprendimiento de miasmas.

El depósito de los líquidos tendrá, aunque se emplee el vaciado neumático, todos los inconvenientes que tan perfectamente se apuntan por el autor para los depósitos fijos en general.

Sólo una razon de alguna importancia puede aducirse, á nuestro juicio, á favor del sistema separatorio y de toneles movibles, y es la utilizacion de los excrementos en la agricultura, y esta razon podríamos contestarla diciendo, que dicha utilizacion exige establecimientos insalubres, tan difícilmente saneables, que preferimos prescindir de las sustancias, más bien que pasar por los peligros muy efectivos de aquéllos, porque desenvuelve más la pros-

peridad de un país la salubridad, que trae consigo el vigor de los habitantes, que todas las ventajas materiales posibles.

El sistema preferible á nuestro juicio, es la canalizacion en alcantarillas bien dispuestas, donde se recojan además de los excrementos todos los sobrantes de aguas en cantidad considerable y se arrastren las inmundicias tan luego como sean expelidas.

Arnould dice á este propósito, que la canalizacion de las inmundicias, comprendiéndose en ellas los excrementos, ha marcado casi por todas partes el principio de una era de descenso en la mortalidad de las ciudades y cita el ejemplo de Danzig, donde siendo la mortalidad antes de establecer alcantarillas de 36 y céntimos por 1000, bajó despues de construirlas á 28,59.

Los higienistas ingleses admiten como principio fundamental que las alcantarillas deben recibir todo lo que es susceptible de ser arrastrado por las aguas, y por consiguiente, patrocinan el que se arrojen á ellas todos los excrementos. Así vienen practicándolo casi universalmente desde 1850.

Quedaría todavía por resolver un problema de higiene pública, tan discutido como es el procedimiento y sitio donde deben arrojarse los productos de las alcantarillas; pero cualquiera que fuese éste y el procedimiento que se empleára para acelerar su trasformacion en principios fijos, tendría menos inconvenientes si se lleva á cabo léjos de las poblaciones, que conservar y utilizar los productos sólidos en establecimientos siempre demasiado próximos á ellas.

Reconociendo como el mejor el sistema de alcantarillas, no está en manos del ingeniero militar el crearle; así cuando no exista en la localidad, ó bien la situacion relativa en perfil del solar destinado al establecimiento militar con respecto á la poblacion y con referencia á su distancia á ella, hagan imposible la canalizacion subterránea con las pendientes, seccion y demás condiciones favorables, será preciso acudir á otro procedimiento, y entónces, el más aceptable será el de toneles movibles, que como dice Arnould, es el mejor despues del de alejamiento de las inmundicias por canalizacion.

No citamos el tan excelente sistema de tierra (*Earth System* de los ingleses) porque en las habitaciones colectivas es inaplicable.

*Lavadero*.—Curiosísimo y de gran interés es el detallado estudio que pre-

senta el autor acerca del lavado de ropas, y debe tenerse en cuenta por todos los que proyecten dependencias de esta clase, pues en sus prolijos y minuciosos cálculos se encuentran los elementos para resolver cualquier problema que se presente acerca de este asunto y la disposición que propone es esencialmente práctica y económica de instalación y servicio.

En resúmen, el proyecto de hospital italiano, en sus fundamentos, en su conjunto y en sus detalles, ofrece ancho campo al estudio para los constructores en general, y en particular para los ingenieros militares españoles, puesto que tenemos sin resolver el problema del acuartelamiento y hospitalización.

Las condiciones de nuestro clima, tan análogas con el de Italia, y hasta la analogía en el modo de sér de uno y otro pueblo, hacen que nos sean aplicables con escasas variantes los principios generales patrocinados en aquel país. Recomendamos, pues, á nuestros ilustrados jefes y compañeros este importante trabajo, y en gracia de él, les suplicamos miren con benevolencia las observaciones que á su lado hemos tenido el atrevimiento de exponer, tan sólo, como ya hemos dicho, con el objeto de que otros más competentes ilustren tan interesantes cuestiones.

FIN.

---

## ÍNDICE.

---

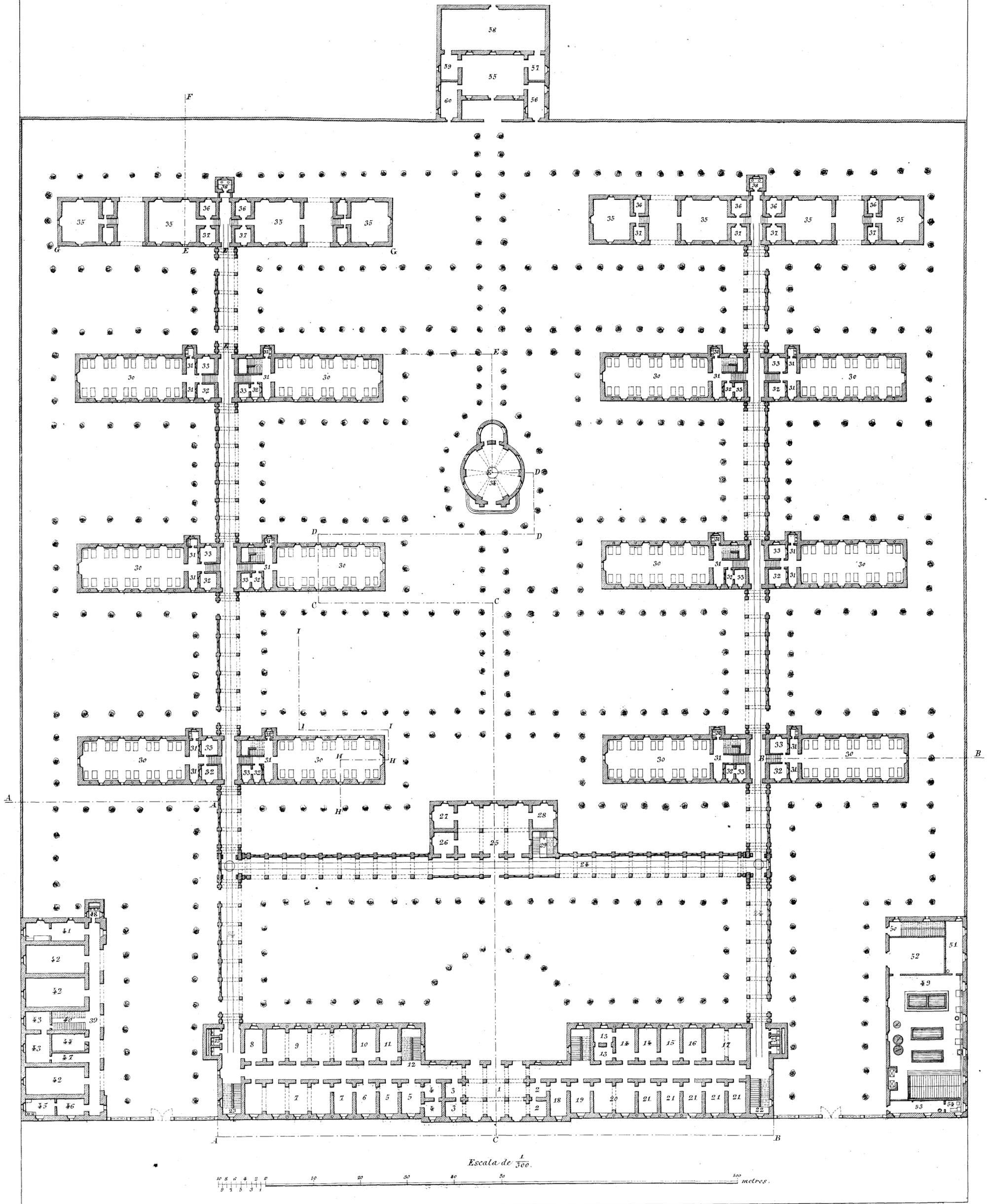
	<u>Páginas.</u>
INTRODUCCION. . . . .	v
Informe y estudio técnico acerca de los hospitales militares, con un proyecto de <i>hospital de division</i> capaz para 600 camas. . . . .	9
I.—Consideraciones generales sobre higiene hospitalaria en lo que se refiere al edificio. . . . .	9
II.—Descripcion del proyecto de un hospital militar. . . . .	18
III.—Servicios accesorios, calefaccion, ventilacion, letrinas, lavadero. . . . .	26
IV.—Presupuesto del proyecto. . . . .	54
Juicio crítico. . . . .	57



# HOSPITAL MILITAR DIVISIONARIO

## PARA 600 CAMAS

### PLANTA BAJA



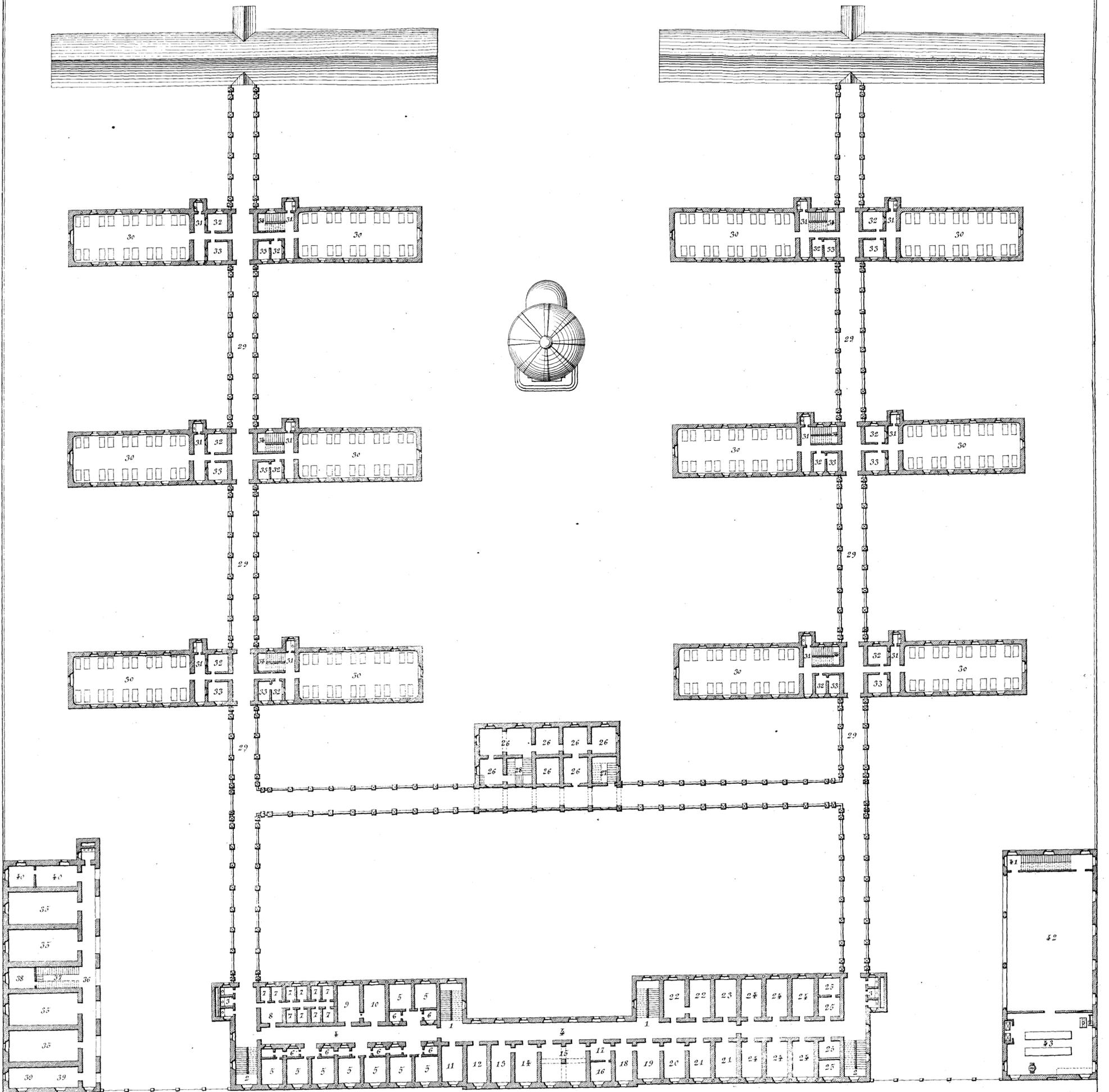
Escala de  $\frac{1}{500}$ .

0 5 10 20 30 40 50 100 metros.

G<sup>o</sup> por J. Pajares.

# HOSPITAL MILITAR DIVISIONARIO PARA 600 CAMAS.

PLANTA DEL 1<sup>ER</sup> PISO.

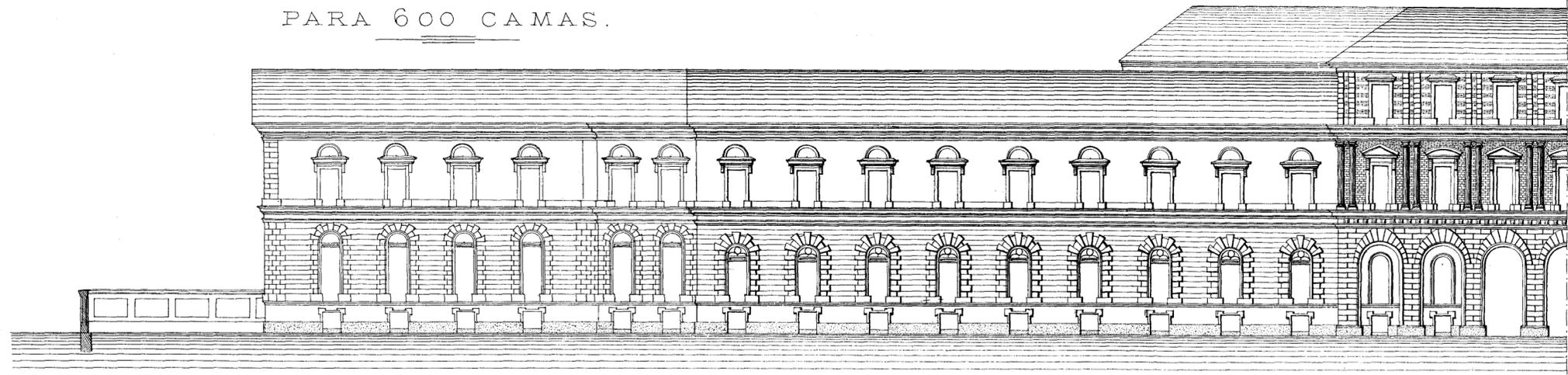


Escala de  $\frac{1}{500}$



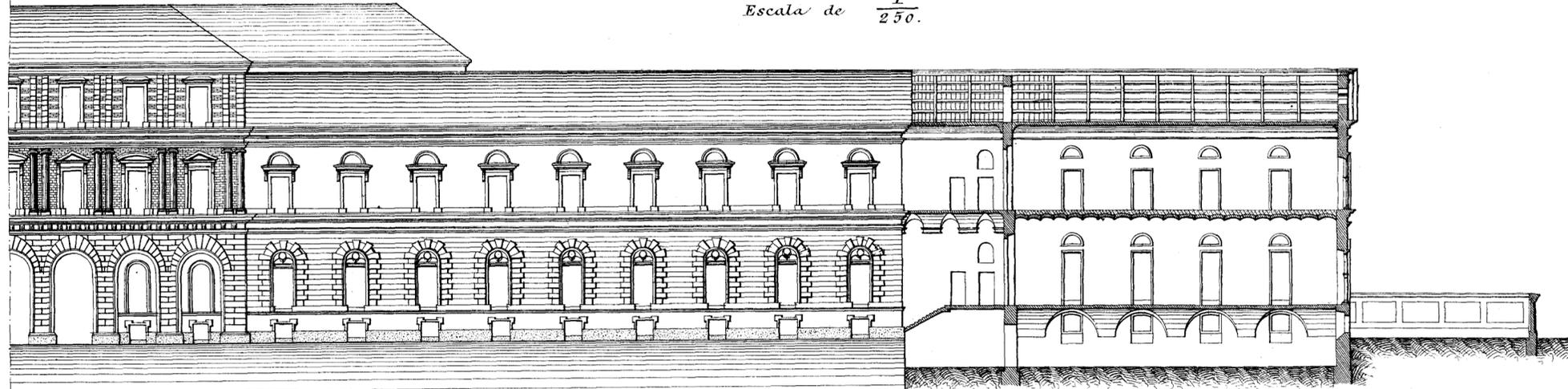
# HOSPITAL MILITAR DIVISIONARIO

PARA 600 CAMAS.



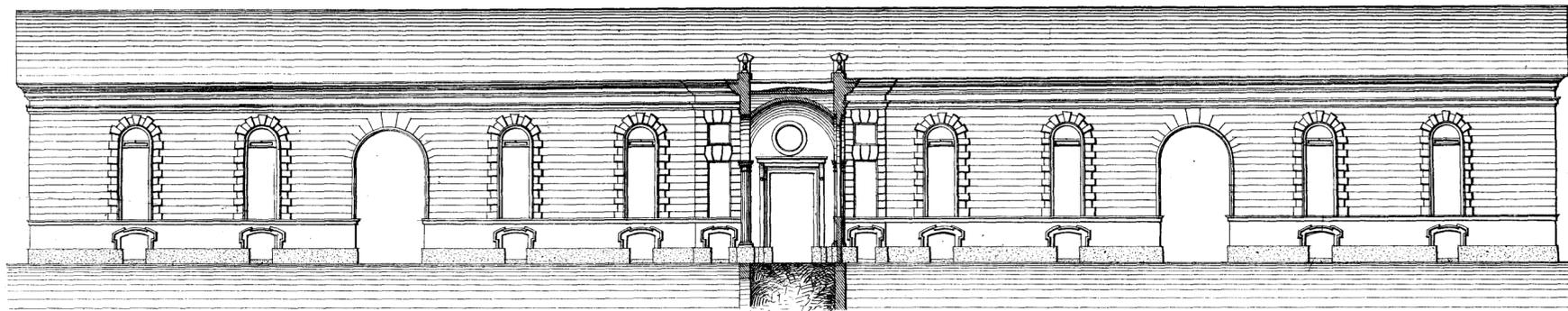
*Corte y vista por A B.*

*Escala de  $\frac{1}{250}$ .*



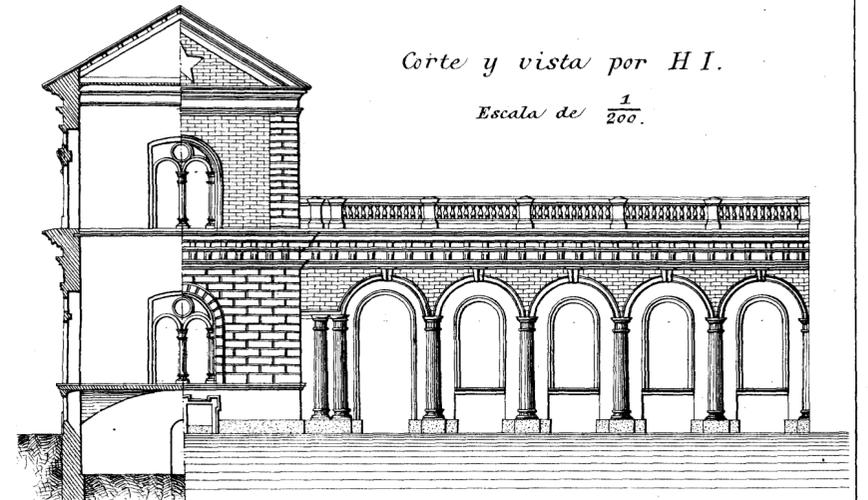
*Corte y vista por G G.*

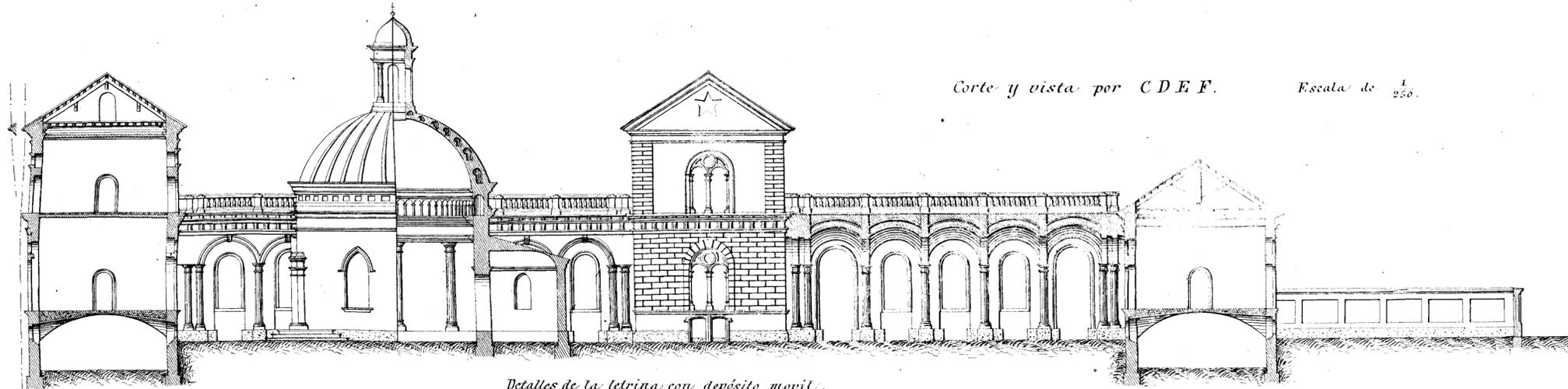
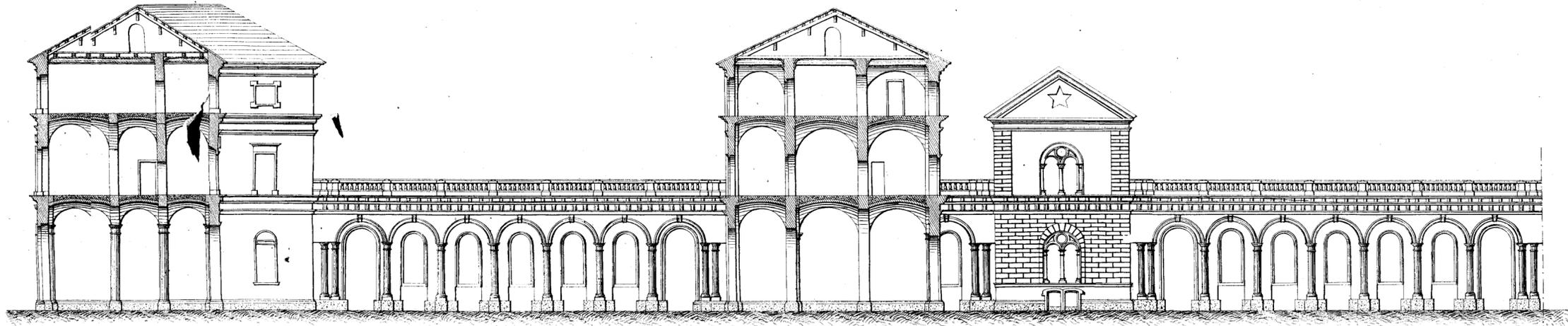
*Escala de  $\frac{1}{200}$ .*



*Corte y vista por H I.*

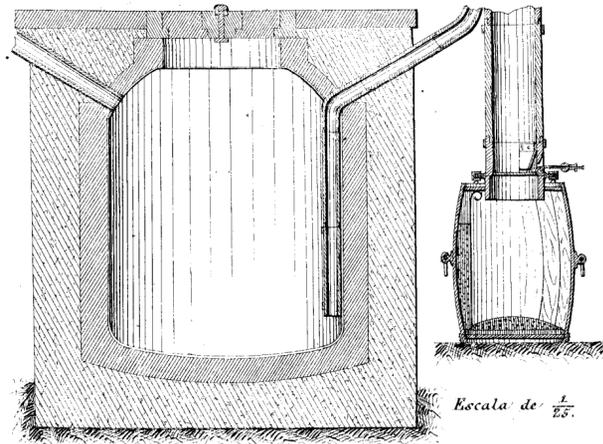
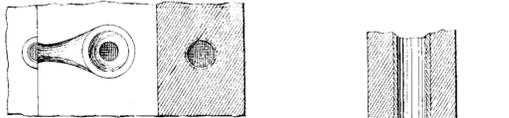
*Escala de  $\frac{1}{200}$ .*





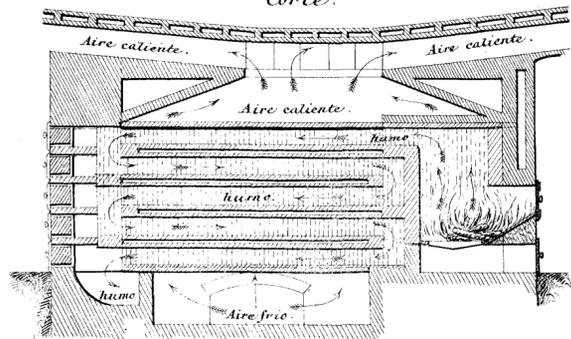
Corte y vista por C D E F. Escala de  $\frac{1}{250}$ .

Detalles de la letrina con depósito móvil. Vista y corte por la línea A B.

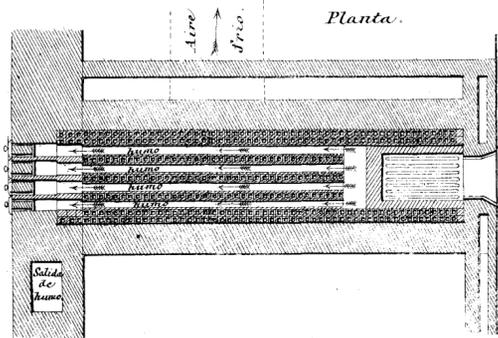


Escala de  $\frac{1}{25}$ .

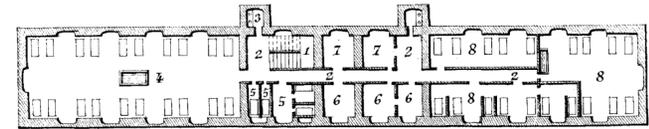
Calorífero de aire. Corte.



Planta.

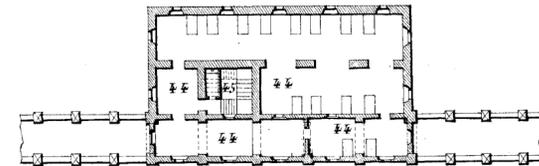


Subterráneo.



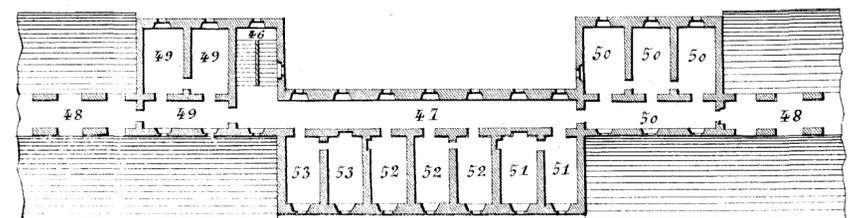
2º Piso.

para alojamiento de las Hermanas de la Caridad.



2º Piso.

para alojamiento del personal de Sanidad.





# NOTICIA

SOBRE

## UNA MÁQUINA TRITURADORA

INSTALADA POR LA

COMANDANCIA DE INGENIEROS DE PAMPLONA

POR EL CORONEL

DON JOSÉ DE LUNA Y ORFILA

*teniente coronel de ingenieros.*



MADRID

IMPRENTA DEL MEMORIAL DE INGENIEROS

1885



# NOTICIA SOBRE UNA MÁQUINA TRITURADORA

INSTALADA

POR LA COMANDANCIA DE INGENIEROS DE PAMPLONA.



**E**N el pasado año de 1884, dimos cuenta en el *Memorial* (1) de algunas dificultades vencidas ó aminoradas en la ejecucion de las fortificaciones que se llevan á cabo en el monte de San Cristóbal, próximo á Pamplona. Una de aquéllas se recordará que era el proporcionarse á tan considerable altura (450 metros) materiales adecuados, pues en la cumbre del monte sólo hay piedra, y era preciso subir todos los demás, calculándose que solamente el gasto de este trasporte á una distancia de 10 kilómetros, casi toda en pendiente, ascenderia á más de un millon de pesetas.

Ante cifra tan exorbitante, se hizo indispensable buscar toda clase de medios para aminorarla y, como tambien indicamos allí, se estudió primeramente la instalacion de un ferrocarril aéreo, del sistema Bleichert, de Leipzig, para subir los materiales, y despues el establecimiento de un plano inclinado con rails, de vía estrecha; contándose en ambos casos para la traccion con una máquina de vapor de 15 caballos de fuerza.

Pero de los estudios resultó que tanto un sistema como el otro exigian un gasto inicial de 170.000 pesetas próximamente, y sólo producirian una economía de un 40 por 100 en el total de los gastos de trasporte, economía que podria hacerse ilusoria en muchos casos, y que una avería en la máquina ó la rotura de alguno de los cables que uno y otro sistema necesitaban, interrumpiria el servicio, tal vez en los momentos más críticos, mientras se procedia á la reparacion, ó quizás á la completa reposicion de aquél.

---

(1) *Revista quincenal*, 1884, páginas 3, 13, 25 y 37.

Desechados dichos medios, se buscó otro menos expuesto á contingencias, siquiera para proporcionarse arena barata, puesto que ésta representaba el 90 por 100 del peso de la totalidad de los materiales necesarios para las obras; y como en las excavaciones que ya entónces se practicaban en la cumbre de San Cristóbal, para el planteo de los trabajos, se encontraba una gran abundancia de piedra que no reunia condiciones para ser empleada en las mamposterías, ocurrió el pensamiento de convertir en arena dicha piedra por medio de su trituracion.

Sabido es que para efectuar semejante trituracion se han inventado varios aparatos, tales como el de Carr, consistente en una série de cilindros concéntricos que giran con gran velocidad en sentido contrario unos de otros, y contra cuyas generatrices, formadas por barrotes de hierro, vienen á chocar y se desmenuzan las materias; el triturador norte-americano, que obra por presion entre gruesas planchas de hierro; los molinos de nuez, semejantes á los usados para la molienda del café; y los rodillos de presion. Mas en todos estos aparatos habrian sido sumamente costosas las reparaciones de los desperfectos que no hubieran dejado de ocurrir en ellos al tratar una piedra tan dura como la del monte, y ademas exigen casi todos el cernido de los productos de la trituracion, para la necesaria separacion de las diferentes dimensiones de los detritus. No ocurre esto con la máquina ideada por Mr. L. Loizeau, de París, pues en ella no es necesario, en general, dicho cernido, y ademas las reparaciones son fáciles, por componerse el aparato de piezas independientes entre sí y de breve reposicion; como además el costo de dicho aparato no es muy excesivo, toda vez que puesto en Irún sobre wagon, no importa más que 8800 francos, nos decidimos por él, y se adquirió para las obras citadas.

El aparato Loizeau se funda en la imitacion del trabajo del peon machacando piedra; pues así como éste, en las carreteras, parte con su pequeño martillo la piedra que ha de servir para formar el firme, así el árbol de la trituradora elegida, girando con una velocidad que varia desde 1200 á 300 vueltas por minuto (segun deban ser mas ó ménos pequeñas las dimensiones de los detritus) arrastra ocho martillos de acero que, oscilando alrededor de sus ejes respectivos, hacen el mismo trabajo que el que usa aquel operario

con su mango flexible. Los productos de este machaqueo resbalan á lo largo de una reja con taladros de las dimensiones adoptadas para aquéllos, arrojándolos los mismos martillos, que tambien hacen las veces de rastras. Las materias suficientemente trituradas pásan á través de la reja, y las más gruesas resbalan hasta el yunque para ser nuevamente golpeadas y otra vez arrojadas sobre la reja, repitiéndose esta operacion hasta que se agota la materia, lo cual se verifica en un tiempo muy breve.

El juego que tienen los martillos permite que en el caso de presentarse una resistencia demasiado grande, cedan, girando alrededor de su eje, con lo cual se evita todo riesgo de rotura.

Este modo de accion proporciona, entre otras ventajas, las de producir la menor cantidad posible de desperdicios, de exigir el mínimo de fuerza, y de que se obtenga fácilmente el grueso que se desee para los productos, toda vez que éstos no tienen más salida del aparato que las aberturas de la reja que se haya colocado en él.

Consiste la máquina que nos ocupa (figuras 1, 2, 3 y 4 de la lámina) en un prisma pentagonal, de ángulos rectos, formado por gruesas planchas de hierro, unidas entre sí con escuadras del mismo metal y redoblones, reforzado con montantes de fundicion, y que descansa por el mayor de sus lados sobre un fuerte bastidor de hierro colado, rectangular, cuyos lados tienen la forma de escuadra á fin de que sus brazos verticales puedan ajustarse al perímetro interior de otro bastidor de roble, de 30 centímetros de escuadría, al que se une el primero con tornillos que lo atraviesan en toda su altura. El pentágono que constituye la seccion del mencionado prisma puede considerarse originado por la justaposicion de dos rectángulos sobre una misma base; de los cuales el menor tenga una longitud y una altura que sean respectivamente la mitad y los dos tercios próximamente de las del otro. Sobre el resalto que resulta de esta supuesta union, se eleva otro prisma trapezoidal, de ángulos redondeados, que se une por su base menor á la cara superior del prisma en la parte correspondiente al mayor de los rectángulos indicados. La cara trasversal de la trituradora (y que la cierra del lado de este último rectángulo) se halla formada por una puerta de palastro; y la opuesta, que corresponde al rectángulo pequeño, lo está por otra gruesa de hierro colado,

fortalecida con nervios; permitiendo estas puertas reconocer el interior del aparato, y la segunda, además, reemplazar los martillos gastados con otros nuevos. A unos cuantos decímetros de esta última puerta y muy cerca del lado comun que tendrían los dos rectángulos (si bien en la cara del menor de ellos), están montadas, sobre el bastidor de hierro, las sillas que contienen los cojinetes de bronce, entre los cuales se mueve el árbol del aparato.

El prisma trapezoidal que se ha citado, y cuya cara superior de hierro colado está también reforzada con nervios en diagonal, constituye el receptáculo de la piedra que ha de ser triturada; al efecto está cerrado por todos sus lados, excepto por el que mira hacia la mencionada puerta de palastro, en el cual tiene un pequeño plano inclinado para guiar la caída de las piedras, y una puerta giratoria de palastro que se cierra de dentro á fuera, suspendida del dintel de la abertura; lo cual impide que los detritus, en el movimiento de rotación que adquieren dentro del aparato, sean despedidos fuera de él, sin que por otra parte estorbe la provisión de la piedra.

El fondo de la trituradora lo compone el yunque, sobre el cual los martillos desmenuzan las materias; este yunque está formado por un enrejado curvo de acero, con intersticios rectangulares cuya anchura es igual á la mayor dimensión que deban tener los productos de la trituración; tangente-mente á este yunque se eleva en plano inclinado, y en sentido de la puerta de palastro ántes citada, una reja ó zaranda, también de acero, que consiste en una plancha taladrada con agujeros circulares, cuyo diámetro tiene la indicada dimensión; reja que se compone de dos partes, la una fija, contigua á la expresada puerta, y la otra que viene á tener una cuarta parte de la longitud de toda la reja y se encuentra junto al yunque, puede girar por medio de un manubrio que se maneja desde el exterior del aparato al rededor de una charnela unida á la parte fija, con el objeto de vaciar parte de la trituradora en el caso de ocurrir algún atascamiento en el juego de los martillos. Cuando se quiera hacer variar el calibre de los productos, hay necesidad de cambiar el yunque y la reja-zaranda.

El árbol precitado sobresale de las sillas, por cada lado del aparato, en la longitud suficiente para montar en cada extremidad una polea de 30 centímetros de diámetro y 16 de anchura, en la corona, para recibir la trasmisión

del movimiento; dentro del aparato el diámetro del árbol tiene un considerable aumento, y en el resalto así formado, que abarca casi todo el ancho interior de la trituradora, hay dos entalladuras situadas próximamente á igual distancia de las paredes de ésta y del punto medio del árbol, dispuestas para recibir cada una cuatro martillos, distribuidos en la circunferencia á igual distancia uno de otro; martillos que se unen al resalto por medio de varillas de hierro que atraviesan á éste en toda su longitud, sirviendo de ejes de rotacion á los dos martillos que cada varilla encuentra, correspondientes al mismo cuadrante de las entalladuras. Dichos martillos, con un grueso uniforme de 55 centímetros, tienen por seccion un rectángulo de 115 milímetros de base por 90 de altura, y por medio de curvas (que reducen su anchura á 85 milímetros) se unen con una media circunferencia cuyo diámetro tiene esta misma dimension, y cuyo centro se halla á unos 165 milímetros del extremo de la base, pudiéndose comparar esta seccion á la de una botella bastante achaparrada: concéntricamente á dicha circunferencia y con un radio de 16 milímetros, existe el ojo del martillo por donde ha de pasar la varilla con la cual se une al resalto del árbol del aparato; el diámetro de dicho ojo es algo mayor que el de la varilla, para permitir el juego de que se ha hecho mérito. Como se desprende de esta descripcion, los martillos chocan contra la piedra por las extremidades laterales de la base.

El marco de madera que sostiene el aparato, se establece sobre unas paredes de fábrica de ladrillo de 60 centímetros de grueso y de la altura suficiente para que, por debajo de aquél, pueda penetrar el receptáculo (wagoneta, carro ó carreton) que debe recibir los productos cernidos á través del yunque ó de la reja; mas para que mientras se efectúa el relevo de estos vehículos no haya necesidad de suspender la trituracion (lo que no dejaria de ofrecer dificultades por carecer el aparato de polea loca) hay que disponer una tólva con puerta de corredera, que se cierre cuando el receptáculo esté lleno, y se abra cuando haya ocupado su puesto el que haya de reemplazarle.

Claro está que para hacer funcionar este aparato es necesario un motor, el cual puede ser, ó una locomóvil, ó una máquina fija ó semifija, y su potencia dependerá de la dureza de la materia que haya de ser disgregada por la trituradora, puesto que en definitiva de su resistencia resulta el trabajo

que se trata de producir; y como la mayor ó menor tenuidad de los productos depende de las revoluciones del árbol, cuando haya que obtener productos de diferentes tamaños, se comprende que habrá que interponer entre el motor y la trituradora los órganos necesarios para obtener las diversas velocidades correspondientes.

Con los recursos que anualmente se solian asignar á las obras del monte de San Cristóbal, necesitában éstas en cada ejercicio económico unos 6000 quintales métricos de cal ordinaria, y 8000 hectólitros de cal hidráulica, que venian á consumir: los primeros, 4000 metros cúbicos de arena para convertirse en mortero; y los segundos 1300 de arena y 2100 de piedra partida para la fabricacion del hormigon; de modo que cada año habia por término medio que adquirir 5300 metros cúbicos de arena, y que partir 2100 de piedra. Más como á pesar de cuantos esfuerzos se han hecho para abaratar estos materiales, el precio menor á que ha podido lograrse la arena ha sido de 13'50 pesetas el metro cúbico, y 3 el de piedra partida y su acopio á pié de obra; el gasto total no bajaba de  $5300 \times 13'50 + 2100 \times 3 = 77850$  pesetas, ó sean 78000 en número redondo, y como el aparato permitia tambien producir piedra partida de las dimensiones convenientes para hormigon, se creyó deber examinar si su adquisicion podria ser provechosa.

Segun los datos que se citan en los prospectos de la casa constructora de la precitada trituradora, resulta que en las experiencias practicadas en la seccion de Coutances á Avranches, del ferrocarril del Oeste de Francia, con uno de dichas máquinas, se trituráron piedras de regular dureza, mediante una máquina de 6 caballos de fuerza, obteniéndose de 4 á 5 metros de arena por hora, y calculados por los destagistas que la manejaban, tras una larga experiencia, los gastos diarios que tenian que sufragar, venian éstos á ser, descompuestos, los siguientes: 32 pesetas en la mano de obra de extraccion de la piedra, 10 pesetas en reparar el desgaste de los martillos, 20 en el gasto del motor, y otras 20 en la amortizacion del capital importe de todo el material, ó sea un total de 82 pesetas; cantidad que repartida entre los 40 metros cúbicos que como mínimo se obtuvieron al dia, dá 2'05 pesetas para el metro cúbico de arena; y para el casajo hubiese sido de 1'03 escasos.

Bajo este supuesto, el gasto anual en las obras del monte vendria á ser

de  $5300 \times 2'05 + 2100 \times 1'03 = 13028$  pesetas, que comparadas con las 78.000 que como hemos visto se gastaban, resultaba una economía anual de 64972, es decir, de más de un 83 por ciento.

Pero no siendo conveniente dejarse alucinar por unos resultados obtenidos en circunstancias que indudablemente difieren de las nuestras, y que por lo mismo que son tan favorables la publica la casa constructora, nos pareció que era mas seguro y práctico examinar los resultados probables que nos sería dado conseguir en las condiciones en que se hallan nuestras obras, para deducir qué ventajas podríamos esperar de la adopción de una máquina trituradora, procurando exagerar los gastos, para evitar todo desengaño, á semejanza de lo que hicimos al proponer la elevación de aguas al mismo monte de San Cristóbal por medio de una máquina de vapor (1), que tanta economía proporciona.

La dureza de la piedra del expresado monte es tal, que para romperla se necesita una fuerza de 180 kilogramos por centímetro cuadrado, y como la que se experimentó en la línea de Coutances no era muy dura, puede suponerse que se rompía bajo una presión de un poco más de 100 kilogramos, de donde se deduce que para obtener unos resultados parecidos á los que allí se consiguieron, necesitaríamos emplear una fuerza motriz de  $\frac{180 \times 6}{105} = 10$  caballos próximamente, en vez de los 6 que en aquellas experiencias se emplearon; y si además tomásemos como necesarios 40 metros diarios de arena, y 80 de cascajo, resultará que para obtener tales materiales la máquina habría de funcionar  $\frac{5300}{40} + \frac{2100}{80} = 159$  ó, en número redondo, 160 días por año, cifra inferior á la de los días en que se viene trabajando en el monte, y por lo tanto admisible, puesto que dejaba medio de atender á alguna recomposición, no probable pero posible, que exigiera interrupción y también á mayor desarrollo de producción si las obras aumentáran por consignarse á ellas cantidades más considerables.

Para calcular el gasto que ocasionaría el motor, examinámos los datos

---

(1) Véase la *Memoria* sobre esta obra, publicada en el tomo XXXV del *MEMORIAL* (1880).

suministrados por la máquina establecida en Berriozar para abastecimiento del agua, suponiendo que los daría muy preciosos, y que permitirían deducir resultados prácticos. Desde el 1.º de enero de 1879 en que empezó á funcionar dicha máquina hasta fines de junio de 1882, ó sea durante tres años y medio, en los cuales ha funcionado á razon de unos cien dias en cada año, los gastos de todo género que ha causado han sido de 8800 pesetas escasas, en las que figuran por el haber del maquinista 3180, y por combustible 3560'90; cuyas partidas, deducidas de la anterior, déjan para lo invertido en el entretenimiento de los aparatos, en la lubricacion de las articulaciones, y en gastos imprevistos, 2060 pesetas, de las que corresponden al dia  $\frac{2060}{350} = 5'89$ ; y asimismo lo gastado en combustible importa diariamente  $\frac{3560'90}{350} = 10'18$ .

Pudiendo admitirse sin gran error que el entretenimiento de una máquina de 10 caballos cuesta lo mismo que una de 8; sólo teníamos que ocuparnos del gasto de combustible, que siendo para la segunda de 10'18 pesetas, tenía que ser para la primera de  $\frac{10'18 \times 10}{8} = 12'73$ , de donde parecia que podia deducirse que la máquina que instaláramos produciría cada dia que funcionára, un gasto de 18'62 pesetas, al que habria que añadir el jornal del maquinista, que supuesto de 180 pesetas mensuales, costaria en cada uno de los 160 dias laborarios  $\frac{2160}{160} = 13'50$  pesetas. Pero para prevér todos los gastos habia que tener tambien en cuenta el precio del transporte del combustible hasta la cumbre del monte, y el del agua que, aunque suministrada por la máquina de Berriozar, no dejaria de ser cargo su importe al aparato de que nos ocupamos: para lo primero, observámos que consumiendo cada dia esta última máquina un palo flotado de madera de haya, que pesa 40 kilogramos próximamente, y unos 190 kilogramos de coke, la de 10 caballos que nos proponíamos instalar consumiría el mismo palo, y además  $\frac{190 \times 10}{8} = 237'50$  kilogramos de coke; de lo cual se deducia que el gasto diario que ocasionaria el transporte del combustible (cuyo peso supusimos, con exceso y en números redondos, de 280 kilogramos, á razon de 12

pesetas la tonelada métrica) sería de  $0,280 \times 12 = 3'36$ . En cuanto al agua, en la memoria anual reglamentaria de la comandancia correspondiente al año de 1881 á 1882, se demostró que sale á 1'26 pesetas el metro cúbico, y gastando la máquina de Berriozar unos 2'50 metros cúbicos diarios, la de 10 caballos gastará  $\frac{25}{8} = 3'25$  metros cúbicos que costarian 4'10 pesetas. En resúmen, analizados todos los gastos que podia ocasionar el motor de la trituratora, se juzgó que éstos ascenderian á  $18'62 + 13'50 + 3'36 + 4'10 = 39'58$  pesetas, en cada uno de los días que funcionára.

Respecto de la provision de la piedra, tomándola de los desmontes que hay que efectuar, su extraccion resultaria gratuita para el efecto de la produccion de la arena y del cascajo, y sólo teníamos que ocuparnos de su transporte hasta el aparato, transporte que debia hacerse por medio de una via férrea del sistema Decauville, que tan buenos resultados está produciendo en las construcciones en ejecucion. Admitiendo que los puntos de extraccion extremos disten 350 y 150 metros del de la trituracion, la distancia media sería de 250 metros, en la cual los wagones capaces de 300 decímetros cúbicos y arrastrados por dos hombres cada uno, por efecto de las pendientes á que obliga la escabrosidad del terreno, harian 100 viajes diarios, ó sean 50 de ida y vuelta, teniendo en cuenta el tiempo perdido en la descarga reducida á volcar los wagonetes: cada uno de estos trasportaria por lo tanto diariamente  $50 \times 0'30 = 15$  metros cúbicos, para cuya carga serian necesarios tres peones, en atencion á que por tener que ir recogiendo la piedra de parajes más ó menos distantes debe reducirse á unos 5 metros escasos el trabajo producido por cada cargador, y en el acarreo de 15 metros cúbicos de piedra se consumirian cinco jornales de peon.

Debiendo ser el producto anual de la trituratora unos 5300 de arena y 2100 de piedra partida, necesario sería suministrarse en cada uno de los

160 dias en que habia de trabajar  $\frac{5300 + 2100}{160} = 47$  metros cúbicos, en números redondos, lo que exigiria  $\frac{47}{15} = 3$  próximamente wagonetes, ó sea una cuadrilla de 15 peones con su correspondiente capataz, además de otro de aquéllos con habilidad suficiente para cuidar de la marcha del aparato,

Para la extracción de los productos puede admitirse que el punto de depósito distará á lo sumo 100 metros, en los que la wagoneta, arrastrada por un hombre, haría 150 viajes redondos trasportando al día  $150 \times 0'3 = 45$  metros cúbicos, de modo que con tres hombres á lo sumo, uno de ellos empleado en colocar los vehículos debajo de la tolva del aparato, y los otros dos en el transporte y en amontonar los productos, podría hacerse este servicio bajo la vigilancia del anterior capataz; resultaba pues, que el personal necesario para la producción de la arena y de la piedra partida había de componerse de 18 peones ordinarios, uno de habilidad, y un capataz, cuyos jornales importarían diariamente:  $18 \times 2 + 2'50 + 3 = 41'50$  pesetas, y si añadimos para la lubricación de los ejes de los wagones, el entretenimiento de éstos y el de la vía 1'50, el total del gasto por este concepto no excedería ciertamente de 43 pesetas.

Acerca del entretenimiento de la trituradora pudimos deducir de los datos que se nos facilitaron, que eran los martillos las piezas de aquella que más se gastan y estropean, y aún cuando por su forma son dichos martillos susceptibles de servir por ambos lados, dándoles la vuelta, cada cara se inutilizaría probablemente al cabo de cuatro días de uso, por ser el polvo resultante de la trituración, sílice que obraría como esmeril; de manera que á cada martillo solamente podría dársele de duración una semana, por término medio, y como el juego de ellos es de ocho, se obtenía que en los 160 días laborarios se inutilizarían anualmente  $\frac{8 \times 160}{8} = 160$ .

Los ejes de acero que, en número de cuatro, existen en el aparato, y los dos coginetes de bronce que sostienen el árbol que lleva los martillos, necesitan renovarse cada tres meses, ó sea poco más ó menos cada 80 días laborarios, de donde  $\frac{4 \times 16}{80} = 8$  ejes y  $\frac{2 \times 160}{80} = 4$  cojinetes al año.

Las rejas-yunques, sobre las cuales se parte la piedra, quedarán inutilizadas, según los datos adquiridos, á los seis meses, en el supuesto de contarse al año 300 días laborarios; por lo cual podíamos suponer fundadamente que al cabo de los 160 días anuales que nosotros calculamos, sólo habría que reemplazar una.

Y en cuanto á la zaranda y al árbol, debiendo renovarse tanto la una

como el otro al año de servicio, en vista pues de los días que nosotros debíamos hacerlos servir, podía admitirse que durarian dos años.

De estos datos inferimos que el entretenimiento del aparato exigiria que anualmente se renováran:

160 martillos, á 22 pesetas cada uno. . . . .	3520 pesetas
8 ejes de acero, á 25 pesetas.. . . . .	200 »
4 cojines de bronce, á 50 pesetas. . . . .	200 »
1 reja-yunque, á 150 pesetas. . . . .	150 »
$\frac{1}{2}$ reja-tamiz, á 150 pesetas. . . . .	75 »
$\frac{1}{2}$ árbol, á 500 pesetas. . . . .	250 »

ó sea un gasto anual de. . . . . 4395 »

que aumentado en un 30 por 100 por razon de trasportes desde Irún, derechos de aduanas, giros y comisiones, componia un total de 5702'50 pesetas ó 5750 en números redondos, las cuales repartidas entre los 160 días laborarios dában como gasto en cada uno de ellos  $\frac{5700}{160} = 35'63$  pesetas.

Se dedujo de todo lo dicho que el gasto diario que ocasionaria el trabajo de la trituradora, ascenderia á lo sumo á  $39'58 + 43 + 35'63 = 118'21$  pesetas, de donde resultaba que la arena que produciria costaria  $\frac{118'21}{40} = 2'95$  escasamente, y la piedra partida  $\frac{118'21}{80} = 1'48$  cuando más; consiguiéndose sobre los precios que se satisfacian una economía que al año no bajaría de  $5300 (13'50 - 2'95) + 2100 (3 - 1'48) = 58107$  pesetas, ó sea respecto del gasto que para obtener los mismos materiales se venia haciendo, el  $\frac{5810700}{78000} = 74'50$  próximamente por ciento.

Mas para conseguir estos resultados, era necesario tener amortizado el gasto de instalacion, tanto de los edificios que habian de contener los aparatos y sus almacenes, como de el coste de estos aparatos y de la vía de servicio; gasto que segun el presupuesto formado al efecto ascendia á 63700 pesetas, incluyendo en él todas las piezas de repuesto que puedan necesitarse durante seis años, que todavía por lo ménos han de durar las obras, á juzgar por los

recursos anuales con que suele contarse; pues aunque con oportunas reparaciones es de esperar que puedan servir estos aparatos hasta la conclusion de aquéllas, si como es de temer su duracion fuese mayor que la expresada; para no pecar por defecto era conveniente tener en cuenta la amortizacion de la citada suma en los seis años indicados, suponiendo al capital un interés de 6 por 100, para deducir el verdadero importe de la economía que habia de proporcionar la instalacion proyectada.

Siendo de  $\frac{63700 \times 0'06 \times (1'06)^6}{(1'06)^6 - 1} = 12950$  pesetas próximamente la anualidad correspondiente á la amortizacion del gasto inicial; la expresada economía se reducirá en los primeros seis años á  $58107 - 12950 = 45157$  pesetas que aumentada en las 5274 del gasto anual de entretenimiento de la trituradora, puesto que ya figura en el anterior presupuesto el material de repuesto correspondiente, asciende á 50431 pesetas, es decir á unos  $\frac{50431 \times 100}{78000} = 64'65$  por 100 de lo que venian costando los materiales que se producian, con la inapreciable ventaja de obtener una arena áspera y limpia en vez de la lisa y más ó ménos súcia que se empleaba, procedente de los rios de la cuenca de Pamplona, ó de la mina de Noain.

Tan halagüeños resultados parecian aconsejar desde luego la adopcion de semejante instalacion; mas ántes de decidirnos, creimos que debian compararse con los que podrian conseguirse con el ferrocarril aéreo, ó con el plano inclinado, ántes indicados, y cuya economía hemos visto se reducía á un 40 por 100 del precio actual de los trasportes. Adoptada que fuera la trituradora, en vez de una de las citadas vías, habria necesidad de trasportar la cal hidráulica, el yeso y los ladrillos que habrian de consumirse en las obras, y hasta añadiremos la cal ordinaria, cuyo precio podria con estas vías disminuirse en la parte correspondiente al trasporte desde el pié del monte hasta la cumbre.

Dicho queda que las cantidades de cal que al año se consumen, son 8000 hectólitros de la hidráulica, con un peso de 110 kilogramos el hectólitro, y 600 quintales métricos de la ordinaria; en cuanto al yeso y á los ladrillos, empleándose únicamente en tabiques y el primero además en enlucidos, puede considerarse como máximo el gasto de 500 metros cúbicos de aquél, y 200000

de los segundos durante el trascurso de las obras, supuesto como ántes de seis años, y como el metro cúbico de yeso pesa unos 990 kilogramos y cada ladrillo 4 kilogramos á lo sumo, corresponderán  $\frac{500 \times 0'99 + 200000 \times 0'004}{6} = 216$  toneladas escasas, y siendo el peso de las cales  $8000 \times 0'11 + 600 = 1480$  toneladas; lo que anualmente se gastaría en su transporte, á razon de 12 pesetas la tonelada, vendría á ser  $(216 + 1480) 12 = 20352$  pesetas, sobre las que se economizarían con la existencia de una de las referidas vías  $\frac{20352 \times 40}{100} = 8140'80$  pesetas. Por otra parte, como es de 5300 el número de metros cúbicos de arena que hay que subir, aún suponiendo que se pagára su transporte, como sucedía en la época en que se hizo el estudio de aquellas vías, á 8 pesetas en vez de las 6 á que últimamente se ha conseguido, utilizando para subirla la época en que los ganados están desocupados por estar paralizadas las labores agrícolas, el gasto ascendería á  $5800 \times 8 = 46400$ , y la economía correspondiente habría de ser  $\frac{46400 \times 40}{100} = 18560$  pesetas.

Resultaba pues, que adoptando el plano inclinado ó el ferrocarril aéreo, el ahorro anual no pasaría de  $8140'80 + 18560 = 26700$  pesetas, mientras que el que proporcionaría la trituradora, parecía que no debía ser inferior á 50431 pesetas, y por lo mismo que no podía haber duda de que la economía aconsejaba el preferirla á cualquiera de aquellas vías, por más que obligára á un aumento de transportes por el combustible necesario para la máquina y á mayor consumo del agua que se eleva desde Berriozar, toda vez que el exceso de gasto que esto ocasionaría, se había tenido presente al examinar el precio que alcanzarían los materiales que aquel aparato había de producir.

Pero no era solamente la expresada economía la que nos movió á preferir la instalacion de la trituradora, sino que hasta nos obligaba á ello la necesidad de obtener un material que reuniese mejores condiciones que el que se venia empleando. En efecto, ya hemos indicado que las arenas que se recogen en las márgenes de los rios y de los arroyos que discurren por la llanada de Pamplona, son bastante súcias, y como además son escasas, tuvimos que ir á buscar la de una mina que se encuentra cerca del pueblo de

Noain, aunque tampoco es limpia, hallándose con harta frecuencia manchada de arcilla; de modo que las arenas naturales que en la comarca encontrábamos, además de caras eran defectuosas, y como por otra parte la de mar, de San Sebastian, puerto el más próximo y con mayores facilidades de transporte, lo mismo que la del Ebro, hubiese costado 20 pesetas el metro; nos hallábamos ocupados en buscar la manera de lograr una arena que careciera de los defectos que aquéllas tenían, y que á la vez no fuese muy cara; cuando llegó á nuestras manos el resultado de las experiencias realizadas en Langres, por el cuerpo de ingenieros de puentes y calzadas de Francia, en las obras del canal del Marne al Saone, sobre la resistencia á la traccion que alcanzan los morteros tres meses despues de fabricados con arenas naturales sacadas del rio ó con las artificiales (digámoslo así) procedentes de la trituration de piedras. Los resultados de dichas experiencias se resúmen en el siguiente estado:

CALES EMPLEADAS.	Exposicion de los morteros.	Resistencia de los morteros á los tres meses de fabricados	
		con arenas del Saone	con arenas artificiales
		kilógramos por centim. <sup>o</sup> cuadrado	kilógramos por centim. <sup>o</sup> cuadrado
De Teil (marca Cruas).. . . . .	En el aire. . .	3'17	5'58
	En el agua. . .	2'24	6'77
Del país (departamento del Aube). . . . .	En el aire. . .	2'75	6'82
	En el agua. . .	1'83	5'01
<i>Términos medios.</i> . . . . .		2'50	6'04

De estos resultados se desprende que la sustitucion de la arena natural por la artificial producto de la citada trituration, aumenta en muy cerca de dos veces y media la resistencia del mortero.

Semejante resultado venció ya nuestra repugnancia á apartarnos de los procedimientos ordinarios sancionados por la práctica y no titubeamos en proponer á la superioridad la instalacion del referido aparato.

Para ello proyectámos un edificio á medida ladera del monte y en el para-

je más conveniente, donde no estorbára las ulteriores construcciones y se encontrára cerca de los puntos de extraccion de la piedra y del malacate que se emplea para la fabricacion del mortero. La situacion elegida permitió disponer el edificio en dos pisos, el inferior para contener la máquina de vapor, y el superior dividido en dos locales, uno para depósito de carbon y el otro para almacen de los efectos de respeto pertenecientes á esta instalacion.

Dicho depósito debia disponerse de modo que, teniendo su suelo formado por planos inclinados, permitiera que el carbon bajára por su propio peso hasta una abertura que se encuentra al nivel del piso del local de la máquina, y junto al paraje correspondiente á la puerta del hogar de la caldera, á fin de que se encontrára á mano del maquinista ó fogonero.

A continuacion de este edificio se proyectó un cobertizo para cubrir la trituradora sentada sobre su marco de roble y sostenida por muros de fábrica de ladrillo; disponiéndolo de modo que el suelo del cobertizo se encontrase á la misma altura que el del segundo piso del edificio anterior, de modo que recibiendo por él la piedra para triturar, trasportada desde el paraje de su extraccion, por una vía férrea Decauville, pudiera recibirse por debajo, y al nivel del piso bajo del edificio, la arena ó el cascajo producido por el aparato, los cuales por otra vía semejante á la citada habrian de ser conducidos: la arena, al taller de mortero, y el cascajo, hasta el sitio en que debia ser empleado en el hormigon, despues de pasar por la inmediacion del depósito de agua, donde por medio de una manga se le remojaría para que llegase á su destino en el estado de humedad que su empleo requiere.

El motor debia ser del sistema llamado semitijo, es decir, de aquéllos en que están reunidos el generador multitubular y los órganos de trasmision, cual acontece en las locomóviles, y para su alimentacion se propuso el establecimiento de un tubo de hierro galvanizado que, unido al que desde el depósito de agua abastece el taller de mortero, penetrara en el local de la máquina y allí, despues de bifurcarse, acabase en dos llaves: una, terminada en rosca, que permitiese unir á ella una manga de cautchú para llenar la caldera, y otra que comunicara con el depósito de alimentacion, mediante cuya disposicion esta alimentacion pudiera hacerse con suma facilidad y casi automáticamente.

Como la producción de arena exige que el árbol de la trituradora haga unas 1200 revoluciones por minuto, y para la de la piedra partida basta que este número sea de unas 300, necesario era contar con los órganos necesarios para obtener este cambio de velocidades. Al efecto se proyectó el establecimiento de dos árboles paralelos, sostenidos por vigas de hierro de doble T, sobre las cuales se montáran las poleas que, por medio de correas, habían de recibir unas y transmitir otras, el movimiento respectivamente del motor y al aparato, y que entre sí fueran puestas en juego mediante otra correa que podría correrse sobre dos juegos de poleas, cuyos diámetros fuesen inversos, en la relación conveniente para producir aquel cambio de velocidades.

Aprobado el pensamiento, se ejecutó el proyecto en todas sus partes con un gasto de 62.116'17 pesetas, en el que figuró la adquisición de 400 metros de vía férrea Decauville con ocho wagones, 600 martillos para reponer en la máquina, y otras varias piezas como material de repuesto que se juzgó podría consumirse durante unos seis años; y en los primeros días de octubre de 1883 empezó á funcionar la trituradora, abasteciendo desde entonces las obras de la arena que se ha consumido en ellas.

No tardó la experiencia en demostrar la gran dureza que adquirían los morteros fabricados con dicha arena, pues á los pocos días de puestos en obra, aún los que estaban hechos con cal grasa, difícilmente se desagregaban bajo la presión de los dedos, lo que no sucedía con otros más antiguos, elaborados con las arenas naturales de que habíamos podido disponer hasta aquella fecha, además de que estas últimas producían, sobre todo en las fábricas de hormigón, eflorescencias salitrosas que manchaban los paramentos, mal que desapareció con el empleo de la arena artificial.

En cambio, por efecto de las condiciones especiales de la piedra del monte, que es un aglomerado de arena silíceo unida por un cemento calcáreo, los gastos de producción resultaron ser excesivamente mayores de lo que se había previsto. En efecto, se creía, según anunciaban los prospectos de la casa constructora del aparato, que los desperdicios de las excavaciones serían suficientes para abastecer la trituradora; mas pronto se vió que aquéllos resultaban en general con dimensiones exageradas (quizás por la gran dureza de la piedra), para ser desde luego admitidos en la máquina, por lo cual hubo que

desmenuzarlos algo, hasta que su mayor dimension no excediera de 10 centímetros; igualmente se observó que se desgastaban los martillos y demás elementos de la trituradora en mayor grado de lo que expresaban los datos obtenidos; se vió que el polvo de sílice que se desprendia de la trituracion, invadiendo el local de la máquina, posándose en los órganos de ésta, y obrando allí como un esmeril, la perjudicaba mucho; y finalmente, se notó tambien que la potencia de la máquina era algo deficiente para el trabajo que tenía que desarrollar, obligando esta circunstancia á forzar su marcha con el consiguiente deterioro de élla, sin que á pesar de esto diera, ni con mucho, el rendimiento que se habia supuesto.

Que semejantes daños procedian de las indicadas condiciones de la piedra, y no en manera alguna de las circunstancias de la trituradora, lo prueba una experiencia que tuvimos ocasion de hacer con los desperdicios de la piedra arenisca, traída y empleada para el revestimiento de las cañoneras de las casamatas, y en la cual resultó que trabajando el motor con una presion inferior á su marcha normal, se obtuvieron 12 metros cúbicos de excelente arena en dos horas y media, lo que hubiese producido 48 metros en las diez del día laborario, sin que durante aquel tiempo se notára ruido alguno, mientras que con la piedra del monte es bastante ruidoso el funcionamiento del aparato.

Vémos, pues, que por efecto de la calidad de nuestra piedra, los deterioros de los aparatos han sido mayores de lo que se habia creído, y por lo mismo se han aumentado los gastos de entretenimiento, mientras que por otra parte el rendimiento ha sido inferior al previsto, y eso á pesar del trabajo que se ha invertido en el prévio martilleo de los productos de las excavaciones, resultando en definitiva un gasto mayor que el calculado; y tanto es así, que desde que empezó á funcionar el aparato, hasta fines de octubre de 1884, ó sea durante trece meses, sólo se han obtenido 4243'50 metros cúbicos de arena y 2165 de piedra partida, con un gasto de 35.168'82 pesetas, si bien por existir entónces en el almacen unas 20 toneladas de carbon, que puestas en el monte representan un valor de 960 pesetas, á razon de 48 la tonelada, y más de 600 metros de piedra en disposicion de ser admitida en la trituradora, y en cuyo martilleo y acopio se habrian invertido unas 300 pesetas, el

verdadero coste de los productos obtenidos quedó reducido en números redondos á 33.900 pesetas, de lo que corresponde á cada uno de los trece meses referidos 2608 pesetas, con un producto mensual de 326'42 metros cúbicos de arena y 89'62 de piedra partida, que por ser este tres veces mayor que el de la arena equivaldría á 29'87 de esta última, de donde resultarían 357 metros próximamente de arena al mes, que habrán salido á unas 6'75 pesetas escasas el metro, á lo que hay que añadir el consumo de martillos, que siendo de unos 24 mensuales, al precio de 22 pesetas cada uno, en fábrica, y además el 30 por 100 de trasportes, comisiones y derechos de aduanas, se eleva á 28'60, y el total viene, por lo tanto, á ser de 686'40 pesetas, de las cuales corresponde á cada metro de arena 1'92, elevando el precio de ésta á 8'67 pesetas.

Empero en este precio figura el coste de ciertas modificaciones que hemos tenido que hacer sufrir al aparato, así como el de varios ensayos que nos ha sugerido el deseo de evitar el deterioro de alguno de sus elementos y que en lo sucesivo no se contarán en el gasto, y tanto es así, que pasado el temporal que ha impedido proseguir las obras durante el último invierno, que tan riguroso ha sido, y normalizado ya el trabajo, se han conseguido resultados mucho más favorables. En efecto, de los datos existentes en la comandancia se desprende que en los tres últimos meses de marzo, abril y mayo, durante los cuales la trituradora ha trabajado sesenta y un días, dando un producto medio de 20 metros cúbicos de arena en cada uno de ellos, con un gasto de media tonelada de carbon, se han invertido en jornales de toda clase 2964'18 pesetas, en el entretenimiento de los aparatos 2509'27, y en 72 martillos repuestos 2059'20 pesetas, ó sea por estos tres conceptos 7532'65 pesetas, que unidas á las  $61 \times 0'50 \times 48 = 1464$  del carbon consumido, componen un total de 8996'65 pesetas, lo cual dá para cada uno de los 1220 metros cúbicos obtenidos, un coste de 7'38 pesetas escasas.

Desde que empezó á funcionar la trituradora, el precio por metro cúbico de la arena obtenida ha fluctuado, pues, entre 8'67 y 7'38 pesetas; lo que dá un término medio de 8'02, que comparado con el de 13'50 á que ántes se pagaba aquélla proporciona una economía de 5'48 pesetas por metro cúbico, y esto á pesar de las circunstancias tan desfavorables de la piedra que se encuentra en el monte. Para los 5300 que se empleaban anualmente, la econo-

mía se eleva á 28.044, á la cual debe añadirse la correspondiente á la piedra partida, cuyo precio, segun la indicacion hecha anteriormente, parece deberia ser el tercio del de la arena ó sea 2'68 pesetas; pero debemos advertir que los martillos que ya no sirven para la produccion de arena, pueden utilizarse todavía para obtener piedra partida, y además, como para esta faena no necesita la máquina trabajar con tanta presion, hay una disminucion en el consumo del carbon. Prescindiendo de esto último, y teniendo en cuenta únicamente para deducir el verdadero coste de la piedra partida, lo correspondiente al consumo de martillos, que habrán sido pagados ya por la arena á razon de 1'92 pesetas por metro de arena, resultará para el de la piedra partida 0'64, lo que reduce el precio de ésta á 2'04 á lo sumo, ocasionando una economía que no baja de 2100 (3 — 2'04) pesetas por año; de modo que las ventajas pecuniarias que con la adopcion de la trituradora se han conseguido hasta ahora, están representadas por un ahorro de 30.050 pesetas por año, del cual hay en realidad que descontar el importe de la anualidad correspondiente al gasto hecho para su instalacion.

Para determinar esta anualidad, harémos observar que si bien aquel gasto ascendió á 62.116'17 pesetas, como en él figura la adquisicion de 600 martillos, cuyo consumo se ha tenido en cuenta al investigar el precio á que ha salido la arena, debe rebajarse de aquella cantidad el coste de estos martillos, ó sean 17.160 pesetas; lo que reduce el expresado gasto á 44.952'17 pesetas, cuya amortizacion en seis años y al interés de 6 por 100 exige una anualidad

$$\text{de } \frac{44.952'17 \times 0'06 \times (1'06)^6}{(1'06)^6 - 1} = 9142 \text{ pesetas próximamente, y por lo tanto}$$

la economía que en definitiva se ha logrado es de 21.800 pesetas anuales, que resulta inferior en 4900 á la de 26.700, que segun hemos visto se hubiese probablemente conseguido con el ferrocarril aéreo ó con el plano inclinado.

Pero ya hemos visto las buenas cualidades de la arena que se consigue con la trituradora, arena que no necesita ser lavada, mientras que la suciedad de que adolece la que se encuentra en la localidad y que suministrarían dichas vías, exigiría para la confeccion de ciertos morteros que se procediera á su lavado, y como esta operacion costaria por lo ménos 3 pesetas por metro, así se efectuará en el Arga como en lo alto del monte: allí por los mayo-

res gastos de vigilancia y de doble transporte de la arena, y aquí por el precio del agua (que como ya hemos visto es de 1'26 pesetas el metro) y teniendo además en cuenta la merma que el lavado ocasionaria en el material, se concibe cuán pronto quedarían consumidas las expresadas 4900 pesetas.

Mas aún cuando quiera hacerse caso omiso de la ventaja inapreciable que reporta á las construcciones la mejor calidad de la arena en ellas empleada, y de la contingencia (muy de tener presente, sabiendo que en los planos inclinados de Lyon hay que renovar los cables casi anualmente), de ver absorbida la aparente mayor economía que con la adopción de las mencionadas vías se hubiese obtenido, por la renovación de alguno de los cables, que son el principal y uno de los más costosos de sus elementos, fácil nos será demostrar que también bajo el punto de vista económico ha resultado ventajosa la elección hecha de la máquina trituradora.

En efecto, ya hemos visto que actualmente se ha logrado reducir el precio de la arena á 7'38 pesetas, en vez de las 8'02 que por término medio se la había calculado para deducir las anteriores consecuencias, lo cual proporciona un ahorro anual de 5300 ( $8'02 - 7'38$ ) = 3392 pesetas, ahorro que aumentará en razón directa con la mayor cantidad de arena que se consuma; pero hay más: la casa Loizeau, constructora de aquella máquina, nos remitió á prueba unos nuevos martillos, con la marca L L L, que experimentados por nosotros, hemos podido deducir que resisten en buen estado de uso tres cuartas partes más de tiempo que los anteriores que se habían adquirido con la máquina, y que estaban marcados L L; de modo que sustituidos éstos por aquéllos, y calculado el coste de su consumo en  $\frac{1'92}{1'75} = 1'09$  pesetas, se viene á aminorar en  $1'92 - 1'09 = 0'83$  el precio del metro cúbico de la arena, produciéndose, por lo tanto, una economía de 4399 pesetas al año; con lo cual queda con creces compensada la diferencia que resultaba entre la instalación de las vías precitadas y la de la máquina trituradora.

El crecido precio que de todos modos tienen los martillos y su corta duración relativa, nos sugirió la idea de sustituirlos por otros de igual forma pero menos dispendiosos, y al efecto se ensayaron unos de hierro colado

endurecido, fundidos en Pamplona, los cuales, puestos en el monte, no cuestan más que 5 pesetas escasas cada uno: el ensayo no fué todo lo desfavorable que era de temer, de modo que nos proponemos repetirlo á medida que vayamos agotando la existencia de martillos que todavía tenemos en almacen; y si como es de esperar la experiencia llega á aconsejar su empleo, habrémos logrado un gran resultado, puesto que entonces, reduciéndose su consumo por metro á  $\frac{5 \times 1'92}{28'60} = 0'34$  y aún cuando supongámos á estos martillos una duracion menor que la que tienen los antiguos, en términos que dicho consumo suba hasta 45 céntimos, la economía que por este concepto obtendrémos se elevará á 5300 ( $1'72 - 0'45$ ) = 6731 pesetas, y el precio de la arena no excederá de 6'11 pesetas, ó sea ménos de la mitad de lo que ántes nos costaba.

Semejantes resultados y sobre todo la buena calidad de la arena que obtenémos, ventaja que por sí sola bastaria para aconsejar la adopcion de la instalacion de la trituradora, así como hallarnos con ella al abrigo de todo temor de llegar á carecer de arena en ocasiones en que no fuera posible encontrar el número de carros suficientes para el abastecimiento de la que se necesite, han acreditado los beneficios que aquella proporciona. Mas el producto obtenido solo es como se ha dicho de unos 400 metros mensuales, ó sea al año 4800, aún en el caso de suponer que se pudiera trabajar sin interrupcion (supuesto algo arriesgado dadas las condiciones climatológicas de la cumbre del monte de San Cristóbal), y dicho producto es insuficiente para las atenciones de las obras, puesto que ya se ha visto que éstas venian exigiendo 5300 metros cúbicos, con los recursos de que hasta ahora se disponian, pero que la exigencia será mayor si aumentáran dichos recursos; lo cual está sucediendo ya, pues en vez de las 500.000 pesetas anuales que ántes se libraban para ellas, se han consignado en el ejercicio 1884 á 1885, 750.000 y para el de 1885-1886 se consignarán 800.000; lo cual dará probablemente lugar á que haya que consumir unos 8000 metros cúbicos de arena; por lo cual nos creimos obligados á proponer la adquisicion de una nueva trituradora, propuesta que mereció la superior aprobacion, y se está llevando á cabo.

Al efectuar esta nueva instalacion nos propusimos introducir en la prime-

ra las reformas que la experiencia nos habia dado á conocer como necesarias para la mejor explotacion de la piedra del monte; reformas dependientes unas de la máquina de vapor y de su situacion con respecto á la trituradora, y otras relativas á la disposicion y resistencia de algunos de los elementos del aparato y para las cuales tuvimos que ponernos de acuerdo con el fabricante.

Ya indicamos que la fuerza de 10 caballos de vapor que tenía la máquina actual habia resultado algo deficiente para el trabajo que de ella exigíamos, y en efecto, en vez de funcionar con la presion normal de 50 libras por pulgada inglesa, necesitábamos elevar dicha presion hasta algo más de 60 libras; lo cual pone prácticamente de manifiesto que dicha fuerza hubiese debido ser por lo ménos de 12 caballos, y que ésta debia ser la del motor del nuevo aparato, para tener seguridad de que marcharia satisfactoriamente. Pero la máquina actual tendria que continuar con su escasa fuerza; por otra parte, trabajándose á un tiempo con dos máquinas independientes entre sí, se necesitarian dos maquinistas ó fogoneros, cuyos sueldos, en cierto modo crecidos, ocasionarian un gasto de no escasa consideracion; y finalmente, como cuanto mayor es la potencia de un motor más aumenta relativamente su rendimiento, se hacia evidente que para producir un trabajo determinado una sola máquina capaz de accionar las dos trituradoras á la vez, habia de consumir ménos combustible que dos de ellas moviendo cada una un aparato.

Estas consideraciones nos indujéron á prescindir de la máquina existente, reservándola para suplir á la que de nuevo se instale, en el caso de tener ésta que sufrir alguna reparacion y no parar durante su ejecucion la produccion de arena, con una sola trituradora; ó bien para destinarla á otra necesidad que pudiera presentarse en la construccion de alguno de los demás fuertes del campo atrincherado que se está estudiando para esta localidad ó en el mismo monte de San Cristóbal; y á proponer la adquisicion de otra máquina con fuerza de 25 caballos de vapor, que pudiera hacer funcionar las dos trituradoras á la vez.

Hasta ahora en los proyectos formulados por esta comandancia para el uso de motores mecánicos como medios auxiliares de las obras á su cargo, se han propuesto máquinas semifijas y fácilmente convertibles en locomóviles, á fin de poder, sin gran trabajo, moverlas de su sitio para utilizarlas, en

caso de necesidad, en otras atenciones; lo cual era muy factible en la pequeña potencia de 10 caballos á lo más que tenían las máquinas hasta ahora instaladas; pero tratándose ya de una de 25 caballos, hemos adoptado una máquina fija, con el generador y el motor independientes uno de otro; pues calculámos que por poco voluminosos que quieran suponerse tanto al generador como á los órganos de trasmision, si sus diferentes elementos han de tener las dimensiones que requiere un uso constante y duradero, su peso no habia de ser menor de 18 toneladas, que por sí solo revela la dificultad de hacer manejable semejante mole, y además de esta circunstancia, es sabido que en aquel sistema las máquinas no tienen tanta duracion como las fijas.

El generador consistirá en una caldera multitubular y horizontal, provista de inyector, y el motor en una máquina tambien horizontal, con un solo cilindro, puesto que en éstas se utiliza mejor el vapor. Para disminuir el consumo de agua (que cuesta 1'26 pesetas próximamente el metro cúbico) renunciamos á la condensacion, pero en cambio para economizar vapor y combustible, deberá estar dotada la máquina de un regulador de la expansion, mediante el cual el cilindro no reciba automáticamente más vapor que el necesario para vencer las diferentes resistencias instantáneas que se desarrollarán en las trituradoras; pues si se considera que la máquina ha de mover á á un tiempo dos de dichos aparatos, cuyo trabajo se efectúa por el choque de los martillos, animados de gran velocidad sobre las piedras que van vertiéndose de una manera discontinua en la caja que los encierra, se comprenderá fácilmente cuán variable ha de ser la fuerza consumida en los diferentes instantes de la trituracion, puesto que dependerá de la mayor ó menor resistencia que opondrán las piedras al machaqueo, ya sea por el número y la diversidad del volúmen de las que á un tiempo se presenten á los martillos, ó por la disposicion en que tenga lugar dicha presentacion, ya segun los lechos de cantera de aquéllas ó ya segun otro sentido cualquierá. Además han de ocurrir tambien los dos casos siguientes: que ambas trituradoras produzcan á la vez arena ó piedra partida, ó que una dé arena y la otra cascajo; y si bien en ambos casos la experiencia no tardará en dar á conocer la presion que convendrá dar al vapor para lograr con el menor gasto posible el producto deseado, no sucederá lo mismo durante la marcha del trabajo, pues

que en ella por lo instantáneo de las variaciones que en su intensidad sufrirán las resistencias, no estará en la mano del maquinista (por diestro y práctico que se le suponga) el hacer que en cada momento no se consuma más vapor que el que estrictamente sea necesario para vencerlas. Mas lo que el hombre no podría hacer en este sentido, la mecánica lo ha logrado, dentro de ciertos límites, por medio de los reguladores semejantes al que hemos citado y que con éxito satisfactorio vemos empleados en los motores de los artefactos cuyas resistencias están sometidas á intermitencias, cual acontece en las máquinas de serrar, devanar, moler, etc., y sobre todo en las de triturar.

La solución que hemos adoptado ocasiona en verdad un mayor gasto inicial, puesto que una máquina de 12 á 14 caballos, puesta en el monte, sólo importaría unas 12.000 pesetas, mientras que la de 25 caballos que propusimos exigirá un desembolso de 20.000, es decir, 8000 pesetas más; pero en cambio se ahorran anualmente 1500 del sueldo de un maquinista, y con el menor gasto del combustible y del entretenimiento, no ha de trascurrir mucho tiempo sin que se haya amortizado aquella diferencia, á la vez que, según se desprende de las anteriores consideraciones, se tocarán otros beneficios en la ejecución del trabajo.

También nos priva la solución adoptada de la ventaja de poder, sin desmontarla, llevar la máquina á otro paraje, para utilizarla en distintas obras, pero si bien el desarmarla para volver á instalarla donde convenga no es faena demasiado molesta, se podrá también, cuando ya no se necesite para la provisión de arena, dejarla establecida en el fuerte en construcción, para ayudar á ciertas maniobras de fuerza, como de los ascensores de la artillería, por ejemplo, y hasta para el establecimiento de molinos harineros, evitando así que puedan en su día reproducirse hechos históricos lamentables, como la entrega de Maguncia en 1793, la del fuerte de Vauban, sobre el Rhin, en el mismo año, y otros, por la carencia de medios con que moler el trigo que en abundancia llenaba sus almacenes, y tanto más, cuanto que generalmente los abastecimientos de los puntos amenazados con un asedio se hacen de grano y no de harina, por ser mucho mayor la facilidad que hay de encontrar y conservar aquél.

Como esta última aplicación de la máquina, por más que sea tan venta-

josa que creemos no debería en muchos casos dejar de tenerse en cuenta en el estudio de los campos atrincherados, pudiera parecer impracticable, por la necesidad que consigo trae de tener acopiado el combustible que aquella haya de consumir, nos créemos en el deber, por más que la cuestion sea ajena al asunto á que se refiere esta Memoria, de manifestar las razones en que hemos fundado nuestra indicacion.

Una máquina de 25 caballos es capaz de poner fácilmente en movimiento seis pares de muelas, con sus apéndices de limpiadores, cedazos y demás enseres necesarios, y producir harina para un mínimo de 1200 raciones de pan por hora, mediante el consumo de un quintal métrico de carbon á lo sumo, puesto que dá para cada caballo 4 kilogramos, lo cual será excesivo por lo general. La produccion de 96.000 raciones diarias, que sería el máximo de las que habria que suministrar á una fuerza de 60.000 hombres, durante ciento ochenta dias, ó sea seis meses (que pueden calcularse cuando más para la duracion de un bloqueo, dadas las condiciones de las guerras modernas), exigiria un acopio de 1440, ó en números redondos, de 1500 toneladas de carbon, que representando la carga de 150 wagones, constituyen ménos de ocho trenes. Por otra parte, si se supone que en el campo atrincherado se dispone de cinco máquinas semejantes á la anterior, cuatro de ellas funcionando por término medio veinte horas diarias, y la quinta de reserva, bastará que en la inmediacion de cada una haya reunidas 300 toneladas de carbon, para cuya custodia, si no quieren dejarse al descubierto (en lo que no parece pueda en general haber inconveniente), sólo se necesitarán tres locales de 10 metros de longitud, con 4 de anchura y 3 de altura, es decir, tres pequeñas casamatas.

Volviendo ahora al objeto de esta noticia, recordaremos lo que ántes manifestamos, sobre que uno de los vicios de que adolecia la instalacion actual es el polvo, que penetrando por las aberturas que dan paso á las correas de transmision, estropeaba la máquina: para corregir este defecto, en la reforma que se está llevando á cabo, se ha dispuesto que las trituradoras queden completamente separadas del motor, segun expresa la figura correspondiente, y cerradas dichas aberturas: al efecto, los árboles de las trituradoras se prolongarán hasta rebasar el eje de los almacenes que forman el segundo piso de

edificio existente, recibiendo allí el movimiento por medio de correas de uno de los árboles que ahora están instalados, igualmente prolongado hasta dicho eje con auxilio de un manguito (*manchon*), y al cual lo transmitirá la máquina por otra correa. De esta suerte, interceptada la comunicacion entre las trituradoras y la máquina, nos veremos indudablemente libres del polvo que tanto daño ha venido causando.

Para contener los nuevos aparatos, se prolongarán el edificio y el cobertizo actuales, cada uno por su lado correspondiente, sin variar la anchura de aquél y aumentando la de éste hasta que tenga la del edificio, á fin de resguardar las trasmisiones que ahora se han de instalar en la parte ensanchada. La que se aumenta en el primero sólo constará de un piso, al nivel del bajo de aquél, que se dividirá en dos crujiás mediante un tabicon de carga: una de ellas contendrá el motor y la otra el generador, y por medio de tubos se establecerá entre ambos la circulacion del vapor. Debajo del cobertizo prolongado, y á continuacion de la trituradora actual, se situará la nueva, sobre su marco de roble y paredes de ladrillo, análogamente á lo descrito para la anterior, y de manera que las vías férreas instaladas sirvan para las dos indistintamente.

Para el abastecimiento del inyector que ha de alimentar la caldera, se prolongará la tubería que viene desde el depósito de agua, proveyéndola de dos llaves, una con rosca, para que con auxilio de una manga pueda llenarse aquélla, y otra que vierta en un depósito que comunique con el inyector, y en el cual penetre un tubo calentador con vapor de la misma caldera, á fin de evitar los inconvenientes de alimentar con agua fria.

Respecto de las modificaciones que la práctica nos ha demostrado necesitar la trituradora, en nada afectan á su organizacion ni á su modo de ser; por lo contrario, consideramos tan excelente el principio en que se funda como ingenioso el modo de aplicarlo; pero al tratarse de desmenuzar una piedra tan dura como es la del monte, y que además de producir una fuerte trepidacion engendra un polvo silíceo que desgasta prontamente las partes en que hay algun rozamiento, hemos creido de toda necesidad hacer más sólidos algunos de los elementos de la máquina, é introducir ciertas trasformaciones de detalle, que en realidad no alteran la disposicion general del aparato.

Por ejemplo; las sillas que contienen los cojinetes de bronce, sobre los cuales gira el árbol, entran holgadamente en unos rebajos del zócalo de hierro que sostiene el aparato, en forma de cola de milano, y allí se sujetan con unas cuñas de roble; pues estas cuñas han de suprimirse, porque cuando no saltan por la trepidación, se aflojan, permitiendo cierto movimiento á la tritadora, que además de la pérdida de fuerza que causa puede dar lugar á la rotura de alguna pieza.

Los tornillos que unen las sillas son demasiado endebles, puesto que necesitan tener 40 milímetros de diámetro, como nos hemos visto obligados á darles; deben tambien ser bastante largos para poder atravesar el bastidor de madera y estar cogidos por debajo, de modo que no puedan girar, y al efecto los hemos modificado, terminándolos por una cabeza cuadrada y unido con una plancha de hierro que abarca dos tornillos. Las tuercas de estos tornillos deben tambien ser bastante largas para abarcar un crecido número de pasos; nosotros las hemos dado siete centímetros y hecho el filete cuadrado, y una vez colocadas, es igualmente preciso añadirles una pieza para impedir que se destornillen, pues no nos ha bastado para ello emplear dos tuercas inversamente enroscadas.

Las cubiertas de los engrasadores de los cojinetes se cierran á charnela, y esto no es conveniente porque saltan, se abren y dejan que penetre el polvo á mezclarse con el aceite, y por lo mismo ha sido indispensable sujetar dichas cubiertas por medio de un tornillo.

Es tambien muy conveniente que la distancia que separa á las sillas del cuerpo de la tritadora sea mayor, á fin de que puedan interponerse algunas estopas que impidan el acceso del polvo entre el árbol y los coginetes, y evitar así el gran desgaste de estos elementos que es consiguiente.

El árbol, que es de hierro forjado, tiene, como ya digimos, en la parte que penetra dentro del aparato, un refuerzo consistente en un gran manguito de fundición, con las entalladuras necesarias para unirle los martillos, y que está adherido al árbol; mas como éste se desgasta diez veces más pronto que aquél, si otros inconvenientes con que ha tropezado el fabricante no lo impidieran, se trata en la modificación de que sean independientes entre sí, puesto que entónces un manguito podría permitir la renovación de 10 árboles. Sin

embargo, las extremidades de estos manguitos necesitan ser reforzadas, pues los bordes que cubren la abertura por donde entran los ejes de los martillos saltan desde los primeros días al choque de las piedras, y para evitarlo hemos tenido que hacer circunvalar aquellos bordes ó extremidades con aros de hierro de tres centímetros de grueso.

El sitio por donde más suele desgastarse el árbol es el pequeño espacio que queda libre entre las extremidades del manguito y los lados de la trituradora, por efecto del polvo y de la arena que allí se depositan. Para evitar tal desgaste, el fabricante cubre aquel espacio con un arco de círculo, de palastro, unido á la caja del aparato; pero á pesar de que no impedia del todo el acceso del polvo, suelen interponerse piedras entre él y el manguito, originando un gran rozamiento que, además de perjudicar á éste, llega á veces á ser mayor que la adherencia de las correas sobre los tambores, y entonces se para el árbol y no funciona la trituradora, lo que nos ha obligado á suprimir dichos arcos, dejando subsistir el mal que tendian á remediar, y que quizás pudiera paliarse con la interposicion en aquel espacio de algunas rodajas circulares de hierro, de un diámetro igual al del manguito.

Los ejes que sujetan los martillos al manguito, consisten en realidad en unos largos tornillos de cabeza redonda, los cuales, en la opuesta extremidad, llevan un cierto número de pasos de rosca para ser asegurados en su sitio con una tuerca, pero la arena que se introduce en los huecos los atora, en términos que no tarda en hacerse difícil el coger la tuerca con la llave, para sacarla y reemplazar los martillos, lo que no deja de ser inconveniente por el tiempo que se pierde en tal operacion, que ya sabemos con cuanta frecuencia tiene que efectuarse, además de que las tuercas se destornillan á menudo, salen de su sitio, y libres ya, dentro de la trituradora, causan daños, sin contar los que pueden provenir de quedar sueltos los ejes. Despues de ensayar varios medios para enmendar estos inconvenientes, hemos llegado á adoptar el de cortar las cabezas á los ejes, y sujetarlos con unas clavijas cónicas que penetran en taladros de la misma forma, abiertos en el manguito, y en una muesca hecha en cada eje; y como durante la marcha su movimiento es de traslacion y no de rotacion, no cabe temor alguno de que puedan destornillarse, como sucede con las tuercas.

Los costados de la caja del aparato, adyacentes á las sillas, son de palastro, con un centímetro de espesor, y necesitan ser de hierro colado, con cinco centímetros de grueso al ménos, y estar divididos en dos partes independientes que se unieran horizontalmente á la altura del eje del árbol, pues de esta suerte se podria sacar el árbol para renovar los martillos, sin necesidad de tocar á la parte inferior, mientras que tal como se recibió la trituradora era necesario hasta desmontar una silla para ejecutar aquella operacion; la sujecion de dichas partes necesitaria tambien ser reforzada, y nosotros, despues de haber hecho la reforma que hemos indicado, hemos logrado la expresada sujecion, tras varios ensayos, por medio de unas barras verticales.

La cubierta de la trituradora, que igualmente era de palastro, con un centímetro de grueso, necesita ser tambien de hierro colado, con siete centímetros de grueso, puesto que, á pesar de haberle dado cinco centímetros, hemos tenido ya que renovarla dos veces; en cambio lo que sí podria aligerarse mucho es la cúpula que, á guisa de tolva, recibe la piedra, puesto que es insignificante el deterioro que sufre.

Asimismo, la gruesa puerta de fundicion, fortalecida con nervios, necesita ser reforzada hasta tener un espesor de 10 centímetros por lo ménos, toda vez que ya ha sido indispensable renovar dos puertas de siete centímetros.

Lo que tampoco se estropea, ó si lo hace es de una manera poco ménos que insensible, es la plancha taladrada, ó zaranda de acero, que forma el plano inclinado que en el interior del aparato se encuentra, casi debajo de la abertura por donde se vierten las piedras. En cambio en los yúnques saltan á veces los barrotes que los componen, y se ha visto la conveniencia de aumentar su dimension vertical, ya que el ensancharlos traeria consigo la disminucion de los claros por donde salen los productos, y por lo mismo una minoracion en el rendimiento.

El resalto que se encuentra á continuacion de la cúpula, ó sea en el paraje en que se reunen los dos rectángulos en que supusimos dividido el aparato, sufre mucho por el choque de las piedras, y por consiguiente se estropea con facilidad, por lo cual créemos que debe redondearse, presentando su concavidad hácia lo interior.

Tales son las modificaciones que hemos hecho ó que convendrá introdu-

cir en la nueva instalacion. Las que dependen sólo de la situacion respectiva de los aparatos y de la potencia del motor, ya hemos expuesto cómo nos proponemos ejecutarlas, y en cuanto á las que tocan á la trituradora, las hemos manifestado á su autor, quien las ha tenido en cuenta para la construccion de la que nos ha de remitir, cuando podamos encargársela, es decir, tan luego como se hayan llenado las formalidades prescritas por la ley para las compras directas, sin cuyas dilaciones estaria ya probablemente funcionando la máquina reformada.

Si queremos averiguar los resultados económicos que proporcionará esta nueva instalacion, recordaremos que desde que la anterior funciona con regularidad, se han gastado en jornales 2964'18 pesetas y 2509,27 en el entretenimiento de los aparatos durante un período de tres meses, lo que dá respectivamente para cada uno de ellos 988'06 y 839'76. Ahora bien, se concibe facilmente que trabajando á un tiempo las dos trituradoras, dichos gastos no pueden ser dobles, puesto que en la primera partida hay que tener en cuenta que el personal de maquinista, capataz y herrero (encargado este último de las casi cotidianas reparaciones), será el mismo para una de ellas que para las dos, y como el maquinista gana 1500 pesetas anuales y los otros dos operarios cobran entre ambos 7 pesetas diarias, es decir, 1750 pesetas en los doscientos cincuenta días laborarios que en realidad devengan al año, se deduce que lo que en jornales se vendrá á gastar anualmente en lo sucesivo no excederá de  $2 \times 12 \times 988'06 - (1500 + 1750) = 20.463'44$  pesetas.

En cuanto al entretenimiento, debe tenerse presente, segun hemos indicado, que la máquina actual tiene que forzar su marcha y que el polvo causa en ella muchos daños, pero debiendo esto, lo mismo que algunas escaseces de resistencia de la trituradora, quedar remediados, es de suponer que los deterioros habrán de ser mucho menores que hasta aquí, sin contar que en la suma citada se encuentra el gasto de lubricacion de las articulaciones del aparato, el cual, si bien para las trituradoras ha de ser doble del que corresponde á una sola, no sucede lo mismo por lo que se refiera á la máquina. De modo que en realidad los deterioros no serán mucho mayores de los de la máquina actual, y créemos acercarnos bastante á la verdad suponiendo que el exceso de gasto de entretenimiento que causará la nueva instalacion no so-

brepujará al que ahora se hace más que en la mitad de su importe, elevándose por consiguiente á un máximo de  $1'50 \times 12 \times 839'76 = 15.115'68$  pesetas al año.

Acerca del combustible, aseguran los constructores, y en general lo comprueba la práctica, que las calderas multitubulares de las máquinas á alta presión y sin condensación (como ha de ser la que vamos á emplear), consumen por hora unos 2 kilogramos de carbon por cada caballo de fuerza; pero aún cuando vamos en lo sucesivo á trabajar con la presión normal, para no pecar por defecto, supondremos que dicho consumo sea de 3 kilogramos, y por lo tanto que en los precitados doscientos cincuenta días, funcionando durante diez horas en cada uno de ellos, se invertirán al año  $3 \times 25 \times 250 \times 10 = 187.500$  kilogramos, ó á mayor abundamiento 190 toneladas, que, al precio medio de 48 pesetas, costarán 9120 pesetas.

Para el desgaste de martillos, admitiendo que (cual es posible segun confirman los resultados hasta ahora obtenidos y que hemos relatado) en dichos 250 días se puedan conseguir los 8000 metros cúbicos de arena y los 3200 de piedra partida, que son las cantidades que segun las consignaciones probables de las obras, se necesitarán en cada ejercicio económico, y admitiendo también como caso más desfavorable que dicho desgaste cueste 1'92 pesetas por metro de arena, deduciremos que en esta atención se gastarán  $8000 \times 1'92 = 15.360$  pesetas.

Así, pues, el gasto que ocasionará la producción de los expresados materiales será, á lo sumo, de  $20.463'44 + 15.115'68 + 9120 + 15.360 = 60.059'12$  ó 60.060 pesetas, mientras que de haberlos adquirido en la localidad y con las malas condiciones anteriormente expuestas, su coste no hubiese bajado de  $8000 \times 13'50 + 3200 \times 3 = 117.600$ ; de donde aparece que cada año se realizará una economía que no será inferior á 57.540 pesetas, y como el presupuesto de esta nueva instalación importa 56.520 pesetas, resulta que ántes de que finalice el primer año en que funcione, se habrá crecidamente amortizado el gasto de su establecimiento; dando en los siguientes un beneficio que seguramente no será menor de 60.000 pesetas, equivalente á más de un 51 por 100, puesto que los datos en que ahora hemos fundado nuestros cálculos se basan sobre resultados directamente obtenidos con la misma piedra y apa-

ratos semejantes á los que han de emplearse, y que hemos considerado los casos menos favorables.

Como esta ya quizás demasiado extensa memoria, está dedicada principalmente á nuestros compañeros, prescindiremos de los cálculos que exige un establecimiento de este género, que les son conocidos, y que sólo afectan á los diferentes órganos de la trasmision de la potencia de la máquina á las trituradoras; toda vez que tanto aquélla como éstas se reciben de las respectivas fábricas con las condiciones necesarias para su objeto. Por lo mismo, despues de exponer las observaciones que hemos hecho sobre los materiales obtenidos y las consecuencias que de ellas se derivan, terminaremos por la descripcion del regulador automático de la expansion que hemos adoptado.

La arena no resulta de un grueso igual, sino que á causa de la separacion de las barras de los yunques, que es de unos 8 milímetros, viene mezclada con gravilla de esta dimension, lo cual, si bien es ventajoso para las gruesas mamposterías cuales son las generalmente usadas en las obras de fortificacion, no así para morteros finos que hayan de emplearse en guarnecidos y fábricas de ladrillo; para tales usos es indispensable pasar la arena obtenida por una zaranda, debiendo tenerse en cuenta esta faena al calcular el precio de las unidades de obras en que deban entrar dichos morteros.

La inutilizacion de los martillos procede de la pérdida de sus aristas, que por el uso se van redondeando, y entónces, en vez de triturarlas, no hacen más que rozar las piedras; de ahí resulta que la poca arena que se obtiene se caldea considerablemente, sirviendo esta circunstancia por sí sola para dar á conocer cuándo hay que renovarlos.

Si se compáran los resultados conseguidos en las obras de la línea de Coutances á Avranches del ferrocarril del Oeste de Francia, que indicámos en las primeras páginas de este escrito (y que en cierto modo vimos confirmados por el ensayo á que sometimos los desperdicios de la piedra arenisca de las cañoneras) y los obtenidos con la piedra del monte de San Cristóbal, podremos decir que, como era de suponer, el principal factor para el precio de la arena es la calidad de la piedra que haya de someterse á la trituracion; pero con tal que dicha piedra sea silícea ó cuando ménos caliza, creémos que en general la adopcion de una trituradora será muy ventajosa, sobre todo en

aquellos parajes donde no se encuentre arena de buena calidad á un precio regular, y por lo tanto dicha máquina será indispensable para las obras de fortificación que se ejecuten sobre montañas elevadas, en las que sólo suele encontrarse roca viva; en la seguridad que aún en el caso más desfavorable (que tal puede considerarse la instalacion del monte de San Cristóbal) el precio de semejante material no excederá de 9 pesetas el metro, pudiendo llegar á descender á poco más de 2 pesetas, como aconteció en la línea férrea francesa precitada, siempre que la piedra no ofrezca tanta dureza como la nuestra y el transporte del carbon importe ménos.

Indicámos ántes que con el objeto de reducir al mínimo posible el consumo de vapor y por consiguiente el gasto de combustible, habíamos propuesto que se proveyera á la máquina de un regulador de su expansion, que permitiera automáticamente graduar la admision del vapor en el cilindro, en términos que éste no recibiera más que el que fuera indispensable para vencer las resistencias variables que á cada instante se desarrolláran en las trituradoras, y aprobada la idea y estudiados los varios procedimientos propuestos para lograr aquel objeto, adoptámos el sistema por el cual disfruta privilegio de invencion la casa Ransomes y compañía, de Lóndres, como uno de los más sensibles y eficaces.

Consiste el aparato en dos pequeñas excéntricas *A* y *B* (figuras 14 y 15), montadas sobre el árbol *C* del motor y provistas cada una de su biela correspondiente *D*, dispuestas del modo habitual; pero estas bielas, en lugar de estar directamente unidas al tirador *E* de las válvulas de la caja de distribucion, lo están entre sí por medio de una corredera *F*, la cual se mueve dentro de un manguito *G* que tiene el tirador. Una palanca recodada *H*, en relacion por una de sus extremidades con las varillas del regulador de bolas *R* (sistema Porter) de la máquina, se une por la otra, mediante los brazos *I*, al vástago *K*, que termina en el punto más alto de la citada corredera. La excéntrica *A*, cuya biela está unida al punto más bajo de la misma corredera, tiene respecto al árbol *C* una inclinacion calculada para producir la posicion inicial de las válvulas en la caja de distribucion, y la otra excéntrica *B* que corresponde al punto en que se une el vástago *K* á la corredera, está situada de modo que produzca la posicion final de aquellas válvulas. De ahí resulta

que cuando uno ú otro punto de la corredera toque al manguito del tirador, las lumbreras del cilindro se hallarán completamente abiertas ó cerradas, y que estas lumbreras estarán más ó menos abiertas, y por lo mismo será mayor ó menor la cantidad de vapor que penetre en el cilindro, segun sea la posicion de dicha corredera.

Ahora bien, cuando la resistencia que se presente disminuya ó aumente el regulador Porter, acelerando ó retardando sus revoluciones, levantará ó bajará sus bolas y tras ellas las varillas que, arrastrando la palanca y con ella la corredera, pondrán las válvulas de distribucion más ó menos cerca de las posiciones extremas de ésta, regulando de una manera automática el ingreso del vapor en proporcion inversa á la velocidad de las bolas, y por consiguiente en la directa de la resistencia, hasta que la máquina vuelva á hacer el número normal de revoluciones por minuto. En consecuencia, el aparato en cuestion es tal, que permite la admision de vapor en el cilindro con toda la presion que tenga en el generador, pero solamente en la cantidad necesaria para vencer las resistencias, por variables que éstas sean.

Terminarémós este trabajo con la explicacion detallada de las figuras de la lámina adjunta, para que puedan apreciarse mejor las circunstancias de las trituradoras y sus accesorios y se aclare todo lo anteriormente expuesto.

### EXPLICACION DE LA LÁMINA.

**MAQUINA TRITURADORA.** Figura 1 (perfil trasversal), 2 (planta), 3 (perfil longitudinal), y 4 (vista en perspectiva, con abertura para divisar el interior).—*A*, árbol; *B*, manguito; *C*, martillos; *D*, poleas; *E*, yunque; *F*, zaranda; *G*, puerta reforzada; *H*, puerta de palastro; *J*, cúpula; *L*, bastidor de roble.

**INSTALACION PRIMITIVA.** Figura 5 (planta), 6 (perfil longitudinal), 7 (perfil trasversal por edificio), y 8 (perfil trasversal por el cobertizo).—*A*, local de la máquina; *B*, almacén; *C*, carbonera; *D*, máquina de vapor; *E*, aparato triturador; *F*, transmisiones; *X*, *Y*, terreno natural.

**NUEVA INSTALACION.** Figura 9 (planta), 10 (perfil longitudinal), 11 y 12 (perfiles trasversales por el edificio y por el cobertizo), y 13 (disposicion de las transmisiones).—*A*, *B*, *C*, *D* y *E*, representan lo mismo que en la instalacion anterior; *F* y *G*, locales del generador y del motor; *H*, tubos de vapor; *I*, nuevo aparato triturador; *K*, generador; *L*, máquina; *m*, volante del motor; *n*, poleas de transmision; *o*, rodillos de soporte de las correas; *p*, manguitos con dientes; *q*, volantes.

**REGULADOR AUTOMATICO DE LA EXPANSION.** Figuras 14 y 15 (proyecciones horizontal y vertical).—*A* y *B*, excéntricas; *C*, árbol del motor; *D*, bielas; *E*, tirador de las válvulas de distribucion; *F*, corredera; *G*, manguito; *H*, palanca; *I*, brazos de la palanca; *K*, vástago; *R*, regulador de bolas.

FIN.

Fig. 1.

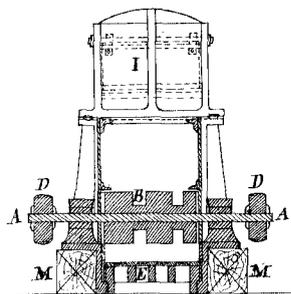


Fig. 2.

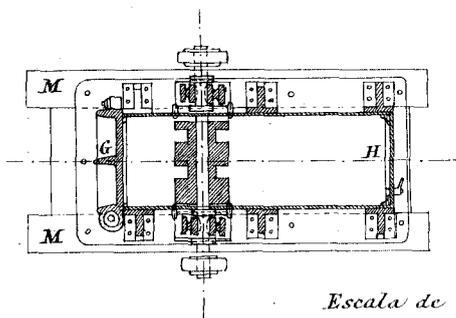


Fig. 3.

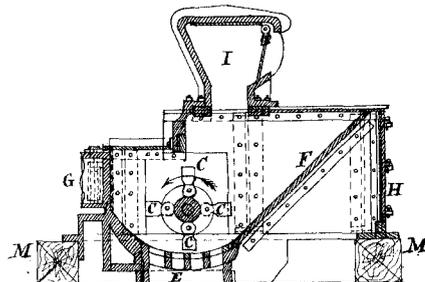
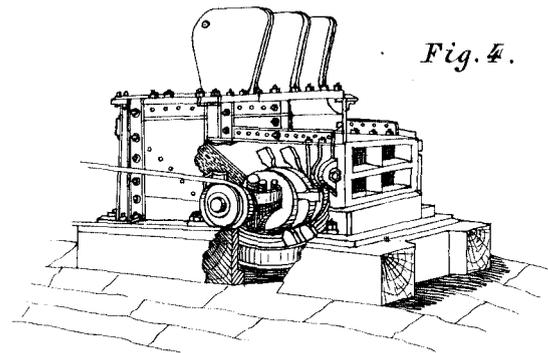


Fig. 4.



Escala de  $\frac{1}{50}$  para las figuras 1 á 4.

Fig. 5.

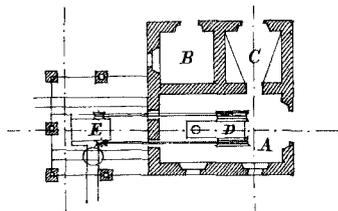


Fig. 6.

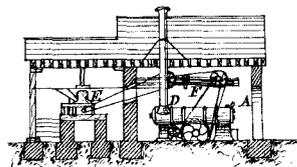


Fig. 7.

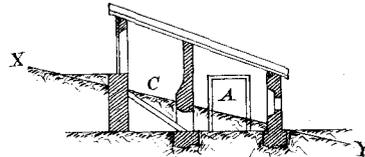


Fig. 8.

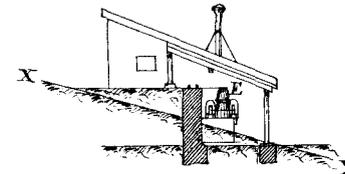


Fig. 9.

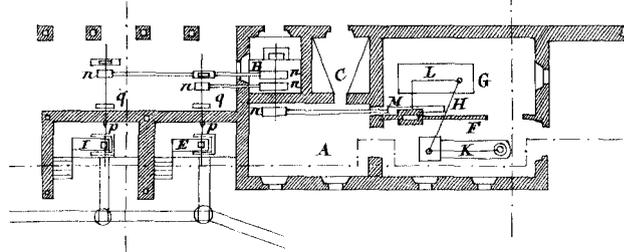


Fig. 10.

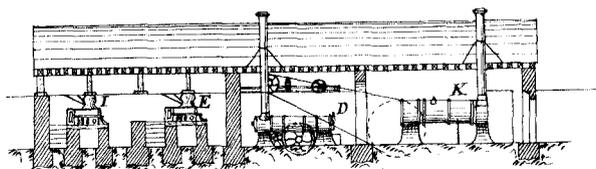


Fig. 11.

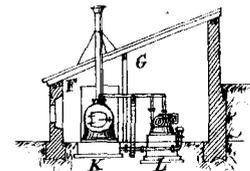
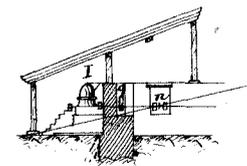


Fig. 12.



Escala de  $\frac{1}{400}$  para las figuras 5 á 15.

Fig. 14.

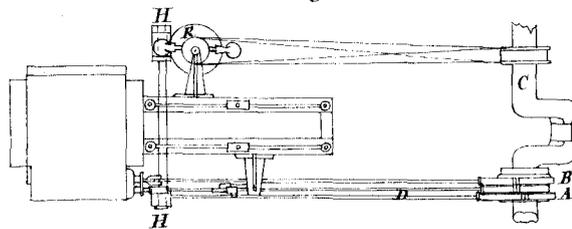


Fig. 13.

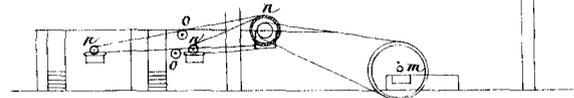
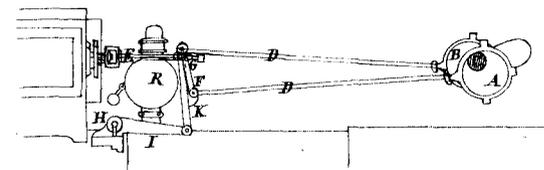


Fig. 15.





# TEORIA DE LAS APROXIMACIONES NUMÉRICAS.





TEORÍA

DE LAS

APROXIMACIONES NUMÉRICAS

POR

DON EDUARDO MIER Y MIURA

CAPITAN DE INGENIEROS.



MADRID  
IMPRESA DEL MEMORIAL DE INGENIEROS  
1885



---

## PRÓLOGO.

---



La teoría de los números aproximados, cuya importancia habrá tenido ocasion de apreciar todo el que, pasando del mundo ideal de las elucubraciones matemáticas al terreno práctico en que se aplican, se haya visto obligado á operar con números, para obtener resultados de gran precision, es sin duda alguna de todas las teorías numéricas la que ménos ha fijado la atencion de los autores de tratados de aritmética, y la que, por lo general, se encuentra expuesta con ménos rigor matemático.

En la mayor parte de las teorías que he examinado, abundan los teoremas falsos, que unas veces se quieren demostrar, apoyándose, por supuesto, en suposiciones gratuitas y erróneas, y otras se presentan como verdades evidentes, por más que sean inexactitudes tangibles.

Llega el descuido con que estas cuestiones están tratadas, por algunos, hasta tal punto, que, estampando la palabra: *Teorema* á la cabeza de una proposicion, le pñnen despues notas, diciendo que: «puede no ser cierta en tal ó cual ocasion», como si un teorema pudiera serlo sólo á ratos, y no hubiera de ser siempre una verdad demostrable, que no admite más exclusiones que las que en su enunciado se hagan.

Esas faltas de los tratados de aritmética trascienden á teorías más elevadas de las matemáticas, y pudiera citar, entre otras, la construccion de las tablas y el método de los isoperímetros, que se encuentran, respectivamente, en una trigometría y geometría muy acreditadas, como prueba de la exactitud de lo que afirmo, si no me vedase el respeto hácia autores de fama aducir ejemplos concretos para dar más firmeza á mi aseveracion.

No quiero entrar en algunos detalles de demostracion, que probarian,

aún más, lo muy ligeramente que se trata cuanto á los números aproximados se refiere, y tan solo consignaré, como ejemplo curioso, un razonamiento que he visto empleado con harta frecuencia. Consiste este peregrino sistema de demostracion en llegar á establecer una igualdad de la forma:  $a = b + c$ , en que  $c$  es la segunda potencia del error relativo, ó suma de ésta con las de un órden más elevado, para llegar á deducir, con gran detrimento de todo sano criterio, que  $a = b$  y algunas veces, avanzando aún más, que  $a < b$ . Esta última deducción es á todas luces absurda é imposible en buena lógica, y la primera no puede admitirse tampoco, rigurosamente hablando, sin que valga el subterfugio á que se acude, de decir que  $c$  es despreciable por su pequeñez, sin duda recordando que se hace una cosa análoga con los infinitamente pequeños de segundo órden, y olvidando que  $c$  es una cantidad finita, cuyo valor puede no ser despreciable (\*).

La desgracia que he tenido de que no llegue á mis manos una teoría de las aproximaciones numéricas, en que campée el rigor matemático y se enderecen los razonamientos al fin útil que deben tener (aunque pudiera muy bien estar escrita y ser desconocida para mí), me movió á estudiar algo estas cuestiones y me condujo á escribir la presente teoría, guiado por el buen propósito de llamar siquiera la atención sobre este asunto á quien pudiera darle una forma más en armonía con el carácter que informa la severa ciencia matemática.

La materia tratada es árida de por sí, y aunque he procurado descartar todas las elucubraciones inútiles, resulta expuesta en más páginas de las que hubiera deseado; pero he creído preferible dar á la teoría tratada tal extension que evite en algo la oscuridad relativa, propia de las cuestiones que analizo.

---

(\*) Al tratar de las potencias, es muy frecuente el leer que: «El error relativo de la  $m$ ésima potencia de un número, es igual á  $m$  veces el de éste.»

Con decir que la expresion del error relativo de una potencia tiene en general la expresion:  $\epsilon_p = m \epsilon_n + \frac{m(m-1)}{1 \cdot 2} \epsilon_n^2 + \dots \epsilon_n^m$  en que  $\epsilon_p$  es el error relativo de la potencia, y  $\epsilon_n$  el del número, queda demostrada la falsedad de la proposicion.

Además, como  $\epsilon_n$  puede tener un valor apreciable y  $m$  puede ser muy grande, tampoco procede despreciar desde el segundo término del desarrollo en adelante.

Atendiendo á la sencillez, he elegido como valor extremo del error relativo un número excesivamente grande, y he huido de los casos particulares á que daría lugar la consideración de los valores absolutos de las cifras significativas.

Adoptando para valor extremo del error relativo la unidad partida por el número que forman las cifras fidedignas, examinando detalladamente los diversos casos que en cada operación pueden presentarse, según el sentido en que estén aproximados los datos, y después, dentro de cada uno de ellos, los que nacen por determinadas particularidades en los valores absolutos de las cifras que forman los números, se llega algunas veces á determinaciones más exactas del número de cifras en resultado y datos; pero lo complicada que siguiendo ese sistema resulta la teoría, y lo escasamente compensado que queda el trabajo que se emplea por los frutos prácticos que se alcanzan, me ha hecho desear este sistema de exposición prefiriendo el que sigo.

He añadido á la teoría de las aproximaciones numéricas su aplicación al cálculo con decimales, de que se hace caso omiso en las obras que tengo á la vista; como si éste no fuese realmente el objeto práctico de la citada teoría ó como si fuese asunto de evidencia tanta que holgara decir siquiera dos palabras acerca de él.

Las proposiciones acerca de los errores relativos se tratan como consecuencia natural de los teoremas referentes á los números de cifras de resultado y datos, únicos verdaderamente importantes en aritmética, habiendo procurado huir del defecto grave de darlas una importancia exagerada en vez de adoptarlas como medios auxiliares de demostración.

El empleo de letras se hace imprescindible en la exposición general de la teoría que nos ocupa, y á ellas se ha recurrido para no quitar á las demostraciones que lleva la universalidad que deben tener.

Respecto al detalle de las demostraciones, bueno será advertir que todas ellas están fundadas en principios puramente aritméticos.

Las operaciones que más frecuentemente se presentan, son las referentes á potencias de la misma base, que, como es sabido, están expuestas, ó por lo ménos deben estarlo, en cualquier tratado elemental de la ciencia de los números.

Las desigualdades juegan un papel importantísimo en casi todas las demostraciones; su empleo no es nuevo ni impropio en una teoría aritmética; todos los autores las usan aunque incurren generalmente en el defecto de no dedicar siquiera una página á tratar cuestiones tan evidentes como aquellas que dicen: «*Una desigualdad no se altera, efectuando las mismas operaciones con sus dos miembros.—Si una cantidad es mayor ó menor que otra, es tambien mayor ó menor que todas las menores ó mayores que esta otra, etc. etcétera.....* Sin que sepamos las causas, suelen darse como demostradas todas estas verdades, que aunque evidentes, y quizás por lo mismo que lo son, bien merecian que se mencionasen siquiera.

Como en esto de deslindar los campos del Algebra y la Aritmética nunca hay unanimidad de pareceres, quizás por que se quiere hacer lo contrario de lo que se debe, que es compenetrarlas formando un todo harmónico, no huelga aquí, ciertamente, decir dos palabras sobre ciertos recursos que se emplean, y que pudieran creerse por aquellos espíritus que olvidan la máxima de Pressler (*las fórmulas no son nada—el espíritu es lo que constituye la ciencia matemática*), que pertenecian de derecho al Algebra, y que estan fuera de su sitio en la Aritmética.

Me refiero, en el párrafo precedente, al empleo que, aunque pocas, algunas veces hago de aquella proposicion que dice: «*para pasar un término de un miembro á otro, se le pasa con signo contrario al que tiene*», proposicion esencialmente aritmética, que se emplea en todos los tratados de ella y cuya demostracion no exige ningun conocimiento superior ni explicacion preliminar, á no ser para advertir que los signos  $+$  y  $-$  son contrarios, cosa que cualquier alumno sabe en cuanto ha pasado de la resta, y para cuyo descubrimiento no se necesita por cierto tener la nocion de las cantidades negativas, que con tanto perjuicio para la aritmética están excluidas de ella.

En casi todas las obras didácticas se demuestra que para restar de una cantidad una suma ó resta indicada, hay que restar sucesivamente cada sumando ó quitar el valor del minuendo y aumentar luego el del sustraendo: nosotros preferiríamos que francamente, sin rodeos ni hipocresías, se dijera: «*Para restar de una cantidad una série de sumas y restas indicadas, basta cambiar el signo de los números que la componen y efectuar operaciones*»;

pero parece que hay un marcado empeño en mantener al alumno que estudia aritmética en la más santa ignorancia de lo que luego ha de presentársele bajo una forma nueva, siendo en esencia lo mismo, sin duda con el único objeto de aumentar las dificultades.

En una palabra, no creo haber traspasado en este estudio la línea divisoria, generalmente aceptada, que separa el Algebra de la Aritmética, ya que forzosamente, hoy por hoy, hay que admitir estas diferencias, que realmente no existen, y que tan funestas son para las ciencias matemáticas; y si he insistido algo más de lo debido sobre este punto, es por que la forma que he dado á este ligero estudio pudiera inducir á juicios falsos al que, obrando de ligero, se fijara en la forma sin atender al fondo de la cuestion.

El ingeniero resuelve á cada paso problemas en que intervienen números aproximados, y le importa, por consiguiente, conocer á fondo su teoría si no quiere exponerse á encontrar resultados erróneos. Generalmente las incógnitas, cuyo valor necesita obtener, vienen dadas por fórmulas en que estan enlazados por diversas operaciones números experimentales, cuyo valor exacto no le es posible averiguar.

De esos números, los unos son medidas, variables en cada caso, y los otros (coeficientes de elasticidad, de ruptura, de dilatacion, etc., etc.) han sido determinados de una vez para siempre con tal ó cual número de decimales fidedignas.

La naturaleza del problema que se resuelve, impone muchas veces la condicion de hallar el valor de una incógnita con un error determinado (\*), y para esto no hay otro remedio que saber con cuántas decimales fidedignas se

---

(\*) Supóngase que se trate de determinar exactamente el número de metros cuadrados que tiene una superficie rectangular, cuyas dimensiones se sabe por un cálculo grosero que oscilan: la una entre 100 y 200 metros, y la otra entre 1000 y 2000.

Como se verá, en la multiplicacion de números aproximados, para obtener exactamente los enteros del producto de esos dos números, será preciso que sean fidedignas hasta las décimas inclusive, lo cual dice, en otros términos, que será necesario emplear para la medicion de las dos dimensiones, un instrumento que aprecie centímetros por lo ménos.

Si el problema fuese, por ejemplo, expresar la fuerza de traccion de una locomotora en quintales métricos, sería preciso conocer con cuántas decimales se han de obtener las cantidades que figuran en el 2.º miembro de la siguiente fórmula:

han de tomar los datos, por que de no tener este conocimiento, pudiera llegarse á deducciones falsas (\*).

No es ménos frecuente el tener que usar la cuestion inversa, ó sea: saber qué error tendrá el valor de una cantidad expresada en funcion de otras aproximadas, á las que unas veces corresponden números obtenidos directamente empleando tal ó cual instrumento (que los produce con un error determinado), y otras valores deducidos de antemano con cierto número de cifras fidedignas, en virtud de experiencias que pudiéramos llamar generales por convenir á toda una série de cuestiones de naturaleza comun.

La utilidad, la necesidad mejor dicho, de aprender esta teoría es tan palpable y pudiera evidenciarse con tantos ejemplos, que creeríamos hacer una ofensa á la ilustracion del que ésto lea si expusiéramos unos cuantos.

---


$$F = \frac{p_m d^2 s}{D} \text{ kilógramos, en la que:}$$

$D$  es el diámetro de las ruedas motoras (en metros)

$p_m$  presion media útil en el cilindro (en kilógramos por metro cuadrado)

$d$  diámetro del émbolo (en metros)

$s$  carrera del émbolo (en metros)

y como desde luego, por una grosera apreciacion á la simple vista, se sabe en cada caso particular cuántos enteros tendrá el número que exprese cada una de esas cantidades ó el de ceros que precederán á la primer significativa, será fácil aplicar las reglas que se dan en su correspondiente lugar.

(\*) Pudiera creerse, desconociendo la teoría de aproximados, que se obtenia, en el ejemplo precedente, un valor muy aproximado para  $F$ , poniendo por las cantidades que entran en la fórmula, números con ménos cifras que las necesarias para la exactitud debida, y efectuando la division aproximada por decimales.



# TEORÍA

DE LAS

## APROXIMACIONES NUMÉRICAS.

---

### INTRODUCCION.

#### DEFINICIONES.

**1.** Se dice que un número  $N'$  es aproximado á otro  $N$ , cuando expresa el valor de éste con escasa diferencia.—La aproximacion puede ser por defecto ó exceso, segun  $N'$  sea menor ó mayor que  $N$ .

EJEMPLO. El valor de  $\sqrt{2} = 1,414 \dots$  puede expresarse aproximadamente por 1,4 ó 1,5, siendo en el primer caso la aproximacion por defecto y en el segundo por exceso.

**2.** A la diferencia que existe entre el número exacto y el aproximado se la denomina error absoluto.—Si le representamos por  $e$ , será  $e = N' - N$ , cuando la aproximacion es por defecto, y  $e = N' - N$  si fuera por exceso.

La expresion de un número aproximado es, por lo tanto,  $N + e$  ó  $N - e$ , segun el sentido de la aproximacion.

**3.** La relacion  $\frac{e}{N}$ , que existe entre el error absoluto y el valor exacto del número, se llama error relativo.

Supóngase como ejemplo aclaratorio que se mide una longitud, que tendria 327<sup>m</sup>,254 si se llegase á apreciar exactamente, y que al efectuar la operacion material de la medida se encuentra, por resultado de ella, 327,252; el error absoluto cometido será  $327,254 - 327,252 = 0^m,002$ , y el relativo

$$\frac{0^m,002}{327,254} = \frac{1}{163.627}.$$

Siendo  $\frac{e}{N}$  la expresion general del error relativo, se vé desde luego que éste indica que parte del error absoluto corresponde á cada una de las unidades del número exacto, en el supuesto de que hubiese sido el mismo el

error cometido en cada una de ellas, y permite, cuando se acepta este convenio, el comparar uno con otro dos errores cualesquiera y juzgar de su magnitud relativa por la de los errores cometidos por unidad.

Así, si al medir una longitud de 200 metros se comete un error absoluto de  $0^m,002$ , y al medir otra de 1500 uno de  $0,003$ , es claro que en absoluto el segundo resultado es más erróneo que el primero; pero relativamente á las magnitudes medidas, esto es, comparando los errores cometidos por cada metro, la segunda medicion es más precisa que la primera, puesto que los errores relativos que expresan, convencionalmente, estos grados de precision son:

$$\frac{0,002}{200} \text{ y } \frac{0,003}{1500} \quad \text{ó sean} \quad \frac{1}{100.000} \text{ y } \frac{1}{500.000}.$$

**4.** *Se dice que un número aproximado tiene n cifras fidedignas (\*) cuando su error absoluto es menor que una unidad de su orden n, empezando á contar desde la primera de la izquierda.*

Segun esto, si se representan por 2743, 3274, 32,741 y 0,00279 los números 2739,7, 3274,56, 32,741111 y 0,0027856, se dirá que tienen respectivamente 3, 4, 5 y 6 cifras fidedignas, puesto que sus errores absolutos son menores que una unidad del orden que expresan estos números.

Particularizando aún más la cuestion: *se dice que un número tiene n cifras significativas fidedignas, cuando su error absoluto es menor que una unidad del enésimo orden, empezando á contar desde la primera significativa de la izquierda.*

Así, en el ejemplo precedente, los números aproximados, que en él figuran, tienen respectivamente 3, 4, 5 y 3 cifras significativas fidedignas.

---

(\*) Sustituimos al nombre de *cifras exactas*, generalmente usado en otros autores, el de *fidedignas*, por entender que el primer calificativo debe aplicarse tan solo á las que son comunes á los números exacto y aproximado. Es sumamente erróneo decir que el aproximado 10.000 tiene cinco cifras exactas, cuando representa al número 9999,876, por ejemplo, que no tiene con él ninguna comun, mientras que no se dice ningun disparate al asegurar que sus cinco primeras cifras son fidedignas, es decir, que «puede tenerse fé en que expresan el valor del exacto en ménos de una unidad.»

Ambas denominaciones no coinciden más que en los casos de obtenerse aproximaciones por defecto. El valor 3,14159, aproximado al de  $\pi = 3,141592$ , tiene, en efecto, tantas cifras exactas como fidedignas.

TEOREMAS FUNDAMENTALES.

5. TEOREMA 1.<sup>o</sup>—*Todo número N, que no es potencia exacta de 10, es menor que  $\frac{10^n}{10^{n_0}}$  y mayor que  $\frac{10^{n-1}}{10^{n_0}}$ , representando por:*

$n_0$  el número de cifras enteras que tiene N, y por

$n_0$  el número de ceros que anteceden á la primera cifra significativa de la izquierda de N.

Sean los números 324,527; 0,25221 y 0,0004, en que los valores respectivos de  $n_0$  son 3, 1 y 1, y los de  $n_0$  0, 1 y 4. Evidentemente esos números son menores que 1000, 1 y 0,001, y por lo tanto que  $\frac{10^5}{10^0}$ ,  $\frac{10^1}{10^1}$  y  $\frac{10^1}{10^4}$ , á los que éstos son iguales.

Por el contrario:

$$324,527 > 300 > 100 = \frac{10^3}{1} = \frac{10^{(3-1)}}{10^0}$$

$$0,2521 > 0,1 = \frac{1}{10} = \frac{10^{(1-1)}}{10^1}$$

$$0,0004 > 0,0001 = \frac{1}{10^4} = \frac{10^{(1-1)}}{10^4}$$

y como pudiera decirse lo mismo de otros números cualesquiera, queda demostrado el teorema.

**Escolio.** Es claro que cuando el número es una potencia exacta de 10, su expresión exacta es  $\frac{10^{n_0-1}}{10^{n_0}}$ . Los números 100, 1000, ..... 1; 0,1; 0,01 ..... pueden desde luego escribirse bajo la forma

$$\frac{10^{(3-1)}}{10^0}, \frac{10^{(4-1)}}{10^0}, \frac{10^{(1-1)}}{10^0}, \frac{10^{(1-1)}}{10^1}, \frac{10^{(1-1)}}{10^2} \dots\dots$$

6. TEOREMA 2.<sup>o</sup>—*El error absoluto de un número aproximado N', es siempre menor que  $\frac{10^{n_0}}{10^{n+n_0}}$  y mayor que  $\frac{10^{n_0-1}}{10^{n+n_0}}$ ; representando  $n_0$  y  $n_0$  lo mis-*

mo que en el teorema anterior, y  $n$  el número de cifras significativas fidedignas que hay en  $N'$ .

Porque decir que el número  $N'$  tiene  $n$  cifras significativas fidedignas equivale (4) á asegurar que  $N'$  y  $N$  se diferencian en ménos de una unidad del órden  $n$ , á contar desde la primera significativa de la izquierda, y en más de una del órden  $n + 1$ , y la expresion general de cada una de ellas es

$$\frac{10^n e}{10^{n+n_0}} \text{ y } \frac{10^n e}{10^{n+1+n_0}} = \frac{10^n e^{-1}}{10^{n+n_0}}, \text{ como puede comprobarse en los siguientes ejemplos.}$$

Números exactos.	Números aproximados.	Valor de una unidad del órden $n$ .	Valor de una unidad del órden $n + 1$ .
32475,56	32475,6	$\frac{1}{10} = \frac{10^5}{10^{6+0}}$	$\frac{1}{100} = \frac{10^4}{10^{6+0}}$
0,378	0,38	$\frac{1}{100} = \frac{10^1}{10^{2+1}}$	$\frac{1}{1000} = \frac{10^0}{10^{2+1}}$
0,00044	0,0004	$\frac{1}{10000} = \frac{10^1}{10^{4+4}}$	$\frac{1}{100000} = \frac{10^0}{10^{4+4}}$

7. TEOREMA 3.º—Si un número aproximado tiene  $n$  cifras significativas fidedignas, su error relativo es menor que  $\frac{1}{10^{n-1}}$  y mayor que  $\frac{1}{10^n}$ .

Efectivamente, poniendo en la expresion del error relativo:  $\varepsilon = \frac{e}{N}$ , en vez de  $e$  una cantidad mayor,  $\frac{10^n e}{10^{n+n_0}}$ , y en vez de  $N$  una menor,  $\frac{10^n e^{-1}}{10^{n_0}}$ , se tendrá con doble razon:

$$\varepsilon = \frac{e}{N} < \frac{\frac{10^n e}{10^{n+n_0}}}{\frac{10^n e^{-1}}{10^{n_0}}} = \frac{10^n e \cdot 10^{n_0}}{10^{n+n_0} \cdot 10^n e^{-1}} = \frac{1}{10^{n-1}},$$

y procediendo de un modo inverso

$$\varepsilon = \frac{e}{N} > \frac{\frac{10^n e^{-1}}{10^n + 10^{n_0}}}{\frac{10^n e}{10^{n_0}}} = \frac{10^n e^{-1} \cdot 10^{n_0}}{10^{n+n_0} \cdot 10^n e} = \frac{1}{10^n},$$

cuya desigualdad demuestra la segunda parte del teorema, cual la anterior evidenciaba la primera.

**8. TEOREMA 4.º**—*Cuando el error relativo de un número es menor que  $\frac{1}{10^n}$ , puede asegurarse que hay en él n cifras significativas fidedignas, por lo ménos.*

Es claro que si por hipótesis

$$\varepsilon < \frac{1}{10^n}, \text{ como } \varepsilon = \frac{e}{N} \text{ y } e = \varepsilon \cdot N,$$

se tendrá:

$$e < \frac{1}{10^n} \cdot N < \frac{1}{10^n} \cdot \frac{10^{n_0}}{10^{n_0}} = \frac{10^{n_0}}{10^{n+n_0}},$$

que indicando que el error absoluto es menor que una unidad del orden  $n$ , empezando á contar desde la primer significativa de la izquierda (6), verifica la verdad del enunciado (4).

#### EMPLEO DE LOS NÚMEROS APROXIMADOS.

**9.** En las aplicaciones prácticas jamás puede asegurarse que se llega á un resultado matemáticamente exacto, por oponerse á ello, tanto la imperfeccion de todos los instrumentos empleados, como la de nuestros propios órganos, siendo esto tan cierto, que en determinadas ramas de las matemáticas aplicadas se hace un estudio detallado de los errores que pueden presentarse y de las causas que los producen.

Sin embargo, la escrupulosidad matemática no se lleva tan lejos en algunas aplicaciones de la ciencia, por no exigirlo su índole, y se toman, desde luego, como números exactos, los resultados de las mediciones, sobrando muchas veces con tener en cuenta tan solo un valor aproximado de ellos. *En realidad, por lo tanto, todos los números que la práctica emplea son aproximados, aunque se consideren como exactos.*

Cuando intervienen en los cálculos números inconmensurables ó exactos con excesivo número de cifras, conviene limitar el de ellas, que en uno y otro caso se tomen, con objeto de facilitarlos. *La teoría de las aproximaciones numéricas se propone averiguar la influencia que las aproximaciones de los da-*

*tos tiene en los resultados, para dar reglas sobre el número de cifras fidedignas que en ellos se necesita conservar, y resuelve los dos problemas siguientes:*

- 1.º Dada la aproximacion de los datos, averiguar la del resultado.*
- 2.º Conocida la aproximacion ó error absoluto, que ha de tener el resultado, hallar con cuál han de tomarse los datos.*



---

## OPERACIONES CON LOS NÚMEROS APROXIMADOS.

---

**10.** En todas las demostraciones subsiguientes representarán:

$n$  el número de cifras fidedignas significativas, del dato que menos tenga.

$m$  el de sumandos ó factores que se consideren, ó bien indicará, en general, el exponente de la potencia ó índice de la raíz.

$c$  el número de cifras que tenga el número  $m$ .

$n_c$  } Seguirán representando, respectivamente, el número de cifras enteras y de  
 $n_0$  } ceros anteriores á la primera significativa de la izquierda.

### SUMA.

**11.** Teniendo en cuenta la notacion adoptada, puede sentarse el siguiente:

**TEOREMA.** *El error absoluto de una suma de  $m$  sumandos es menor que el producto de  $10^c$  por el mayor error absoluto de ellos.*

Evidentemente la suma será más errónea en el caso de ser todos los sumandos mayores ó todos menores que los exactos, puesto que entónces influirán todos ellos en el mismo sentido en el error total de la suma, y demostrado el teorema para uno de estos casos, queda implícitamente evidenciado para los demás.

Sean las sumas de exactos y aproximados:

$$S = N + N' + N'' + \dots (m)$$

$$S' = (N + e) + (N' + e') + (N'' + e'') + \dots (m)$$

de donde, designando  $E$  el error absoluto de  $S'$ :

$$E = S' - S = e + e' + e'' + \dots (m) < m e$$

suponiendo  $e$  el mayor de los errores absolutos de todos los de los sumandos, y como  $m \stackrel{=}{<} 10^c$  con mayor razon  $E < 10^c \times e$ .

**12. COROLARIO I.**—*Son fidedignas todas las cifras de una suma hasta la que ocupa el lugar que corresponde á las unidades, inclusive, que en el sumando que mayor error absoluto tiene representa la cifra colocada  $c$  lugares más á la izquierda que su última fidedigna.*

En efecto, siendo  $e < \frac{10^{ne}}{10^{n+n_0}}$ , se tendrá:

$$E < \frac{10^{ne}}{10^{n+n_0}} \cdot 10^c = \frac{10^{ne+c}}{10^{n+n_0}},$$

cuyo último miembro represente unidades del orden de las cifras colocadas  $c$  lugares á la izquierda de la última fidedigna del sumando  $N$ .

Si  $N = 43,24$  y  $m = 27$ , se tendría:

$$E < \frac{10^{2+2}}{10^{4+0}} = \frac{10^4}{10^4} = 1,$$

que indica que las cifras de la suma son fidedignas hasta las unidades inclusive, es decir, hasta la cifra del orden del 3 en  $N$ , que es la que está dos lugares á la izquierda del 4 último.

**13. COROLARIO II.**—*Para conseguir que las cifras de una suma de  $m$  sumandos sean fidedignas hasta un orden determinado, inclusive, basta que las últimas cifras fidedignas de ellos sean del orden que corresponde á las cifras colocadas  $c$  lugares más á la derecha.*

Así si  $m = 13$ , ( $c = 2$ ), bastará para obtener fidedignas hasta las decenas inclusive, que los sumandos lo sean hasta las décimas inclusive.

Este corolario, recíproco del anterior, es evidente, puesto que, en su virtud, la última cifra de la suma que será fidedigna es, por lo ménos, la que represente unidades del orden que tendrían las cifras colocadas  $c$  lugares á la izquierda de la última de los sumandos, y éstas estaban  $c$  lugares más á la derecha de lo que correspondía al orden deseado.

#### RESTA.

**14. TEOREMA.**—*El error absoluto de la diferencia de dos aproximados, es menor que 10 veces el mayor error absoluto de minuendo ó sustraendo.*

Sean los números exactos:

$N - N' = R$ , y los aproximados:

$(N + e) - (N' - e') = R' + E$ , caso el más desfavorable que puede ocurrir, puesto que ambos errores influyen en el mismo sentido en el resultado. El error:

$$E = R' - R = [(N + e) - (N' - e')] - (N - N') = e + e' < 2e < 10e.$$

**15. COROLARIO I.**—*En una resta de dos números puede contarse con que son fidedignas, por lo ménos, hasta las cifras, inclusive, del orden inmediato superior al de la última cifra fidedigna que en ellos sea la de orden más elevado.*

En efecto, el mayor error absoluto corresponde al término de la resta cuya última cifra fidedigna es de orden más elevado, y en virtud de lo dicho:

$$E < 10 \cdot e < \frac{10 \cdot 10^{n_e}}{10^{n+n_0}} = \frac{10^{n_e+1}}{10^{n+n_0}}$$

que, representando una unidad del orden inmediatamente superior al que indica  $\frac{10^{n_e}}{10^{n+n_0}}$ , demuestra el corolario.

**16. COROLARIO II.**—*Para obtener una diferencia cuyas cifras sean fidedignas hasta un orden determinado, inclusive, basta calcular minuyendo y sustrayendo hasta las del orden inmediatamente inferior.*

Recíproco del anterior, es evidente teniéndole en cuenta.

MULTIPLICACION.

**17.** De todos los casos que pueden presentarse en la multiplicacion, es el más desfavorable aquél en que todos los factores son aproximados por exceso. Una simple ojeada sobre el siguiente cálculo convence inmediatamente de la verdad de este aserto.

$$\begin{aligned} N \times (N' + e') &= N N' + N e' \dots\dots\dots E = N e' \\ N \times (N' - e') &= N N' - N e' \dots\dots\dots E = N e' \\ (N + e) (N' - e') &= N N' + e N' - N e' - e e' \dots\dots \left. \begin{aligned} E &= N' e - (N e' + e e') \text{ ó} \\ E &= (N e' + e e') - N' e \end{aligned} \right\} \\ (N - e) (N' - e') &= N N' - e N' - N e' + e e' \dots\dots E = N e' + N' e - e e' \\ (N + e) (N' + e') &= N N' + e N' + N e' + e e' \dots\dots E = N e' + N' e + e e' \end{aligned}$$

Será por lo tanto suficiente considerar el caso en que todos los factores sean aproximados por exceso, en la demostracion del siguiente:

;

**18. TEOREMA.** *En un producto de m factores aproximados, hay por lo menos  $n - (c + 1)$  cifras fidedignas significativas, representando por n el número de éstas que haya en el factor que menos tenga.*

Sean los productos:

$$(N+e)(N'+e') = NN' + Ne' + N'e + ee'$$

$$(N+e)(N'+e')(N''+e'') = NN'N'' + NN''e' + N'N''e + N''ee' + NN'e'' + \\ + Ne'e'' + N'ee'' + ee'e''$$

⋮

de donde se deduce:

$$E = Ne' + N'e + ee'$$

$$E = NN''e + N'N''e + N''ee' + NN'e'' + Ne'e'' + N'e'e'' + ee'e''$$

⋮

y dividiendo por  $NN'$ ,  $NN'N''$  .....

$$(2 \text{ factores}) \quad \varepsilon = \frac{e'}{N'} + \frac{e}{N} + \frac{e}{N} \cdot \frac{e'}{N'}$$

$$(3 \text{ factores}) \quad \varepsilon = \frac{e'}{N'} + \frac{e}{N} + \frac{e''}{N''} + \frac{ee'}{N \cdot N'} + \frac{e}{N} \cdot \frac{e''}{N''} + \frac{e'}{N'} \cdot \frac{e''}{N''} + \frac{e}{N} \cdot \frac{e'}{N'} \cdot \frac{e''}{N''}$$

⋮

las cuales, poniendo en vez de los errores relativos cantidades mayores, se trasforman en:

$$(2 \text{ factores}) \quad \varepsilon < \frac{1}{10^{n'-1}} + \frac{1}{10^{n-1}} + \frac{1}{10^{n-1}} \cdot \frac{1}{10^{n'-1}}$$

$$(3 \text{ factores}) \quad \varepsilon < \frac{1}{10^{n-1}} + \frac{1}{10^{n'-1}} + \frac{1}{10^{n''-1}} + \frac{1}{10^{n-1}} \cdot \frac{1}{10^{n'-1}} + \frac{1}{10^{n-1}} \cdot \frac{1}{10^{n''-1}} + \\ + \frac{1}{10^{n'-1}} \cdot \frac{1}{10^{n''-1}} + \frac{1}{10^{n-1}} \cdot \frac{1}{10^{n'-1}} \cdot \frac{1}{10^{n''-1}}$$

⋮

en las que reemplazando todos los exponentes  $n, n', n''$  ..... por el que sea menor de todos ellos, que suponemos sea  $n$ , y haciendo las sencillas sumas de términos iguales que resultan, se tiene:

$$(2 \text{ factores}) \dots \varepsilon < 2 \frac{1}{10^{n-1}} + \left( \frac{1}{10^{n-1}} \right)^2 = \left( 1 + \frac{1}{10^{n-1}} \right)^2 - 1 = \\ = \left( 1,0000 \dots ((n-2) \text{ ceros}) \dots 001 \right)^2 - 1$$

$$(3 \text{ factores}) \dots \varepsilon < 3 \frac{1}{10^{n-1}} + 3 \left( \frac{1}{10^{n-1}} \right)^2 + \left( \frac{1}{10^{n-1}} \right)^3 = \left( 1 + \frac{1}{10^{n-1}} \right)^3 - 1 = \\ = \left( 1,0000 \dots ((n-2) \text{ ceros}) \dots 001 \right)^3 - 1$$

⋮

y en general, si se representa por  $m$  el número de los factores, se tendrá:

$$(m \text{ factores}) \varepsilon < \left( 1 + \frac{1}{10^{n-1}} \right)^m - 1 = \left[ 1,000 \dots ((n-2) \text{ ceros}) \dots 01 \right]^m - 1.$$

Es fácil convencerse de que esta desigualdad se verifica cualquiera que sea  $m$ , bastando demostrar que de suponerla cierta cuando hay cierto número de factores, lo es cuando hay uno más, porque entonces se verificará cuando haya  $3 + 1 = 4$ ,  $4 + 1 = 5$ , etc. ....

Esto es sumamente fácil; suponemos que se verifica en un producto de  $f$  factores, que:

$(f \text{ factores}) \dots \varepsilon_f < \left( 1 + \frac{1}{10^{n-1}} \right)^f - 1$  y queremos demostrar que tomando un factor más  $F$ , sigue verificándose que:

$[(f+1) \text{ factores}] \dots \varepsilon_{f+1} < \left( 1 + \frac{1}{10^{n-1}} \right)^{f+1} - 1$ , designando siempre  $n$  el número menor de cifras que hay en cada factor.

Considerando el producto compuesto del de los  $f$  primeros factores por el  $F$ , estaremos en el caso de dos factores, y designando por  $\frac{E_f}{P_f}$  el error relativo del primero, se tendría según lo expuesto:

$(f+1) \dots \varepsilon_{f+1} < \frac{E_f}{P_f} + \frac{e_F}{F} + \frac{E_f}{P_f} \cdot \frac{e_F}{F}$  y poniendo en vez de los errores relativos las correspondientes cantidades mayores:

$$\varepsilon_{f+1} < \left( 1 + \frac{1}{10^{n-1}} \right)^f - 1 + \frac{1}{10^{n_F-1}} + \left[ \left( 1 + \frac{1}{10^{n-1}} \right)^f - 1 \right] \cdot \frac{1}{10^{n_F-1}}$$

ó sea:

$$\epsilon_{(f+1)} < \left(1 + \frac{1}{10^{n-1}}\right)^f - 1 + \frac{1}{10^{n_F-1}} + \left(1 + \frac{1}{10^{n-1}}\right)^f \cdot \frac{1}{10^{n_F-1}} - \frac{1}{10^{n_F-1}}$$

que se reduce á:

$$\epsilon_{f+1} < \left(1 + \frac{1}{10^{n-1}}\right)^f + \left(1 + \frac{1}{10^{n-1}}\right)^{f'} \cdot \frac{1}{10^{n_F-1}} - 1 = \left(1 + \frac{1}{10^{n-1}}\right)^f \cdot \left(1 + \frac{1}{10^{n_F-1}}\right) - 1$$

y suponiendo  $n < n_F$ , con mayor razon:

$$\epsilon_{f+1} < \left(1 + \frac{1}{10^{n-1}}\right)^{f+1} - 1, \text{ que era lo que se pretendia.}$$

Estudiemus ahora los valores especiales que tienen las diversas potencias de decimales de la forma 1000000 ..... 1 para deducir los correspondientes valores de  $\epsilon$ .

2 factores. . . . . 1,000(n-2) ..... 01

$$\frac{1,000(n-2) \dots 01}{1,000(n-2) \dots 1}$$

$$\frac{100 \quad (n-2) \quad 000 \dots 1}{1,0 \dots (n-2) \quad \dots 0200 \quad (n-2) \dots 01 .}$$

$$\left(1 + \frac{1}{10^{n-1}}\right)^2 = 1,0 \dots (n-2) \quad \dots 0200 \quad (n-2) \dots 01 .$$

$$\epsilon < \left(1 + \frac{1}{10^{n-1}}\right)^2 - 1 = 0,00 \dots (n-2) 02 \dots 000 (n-2) \dots 1 < \frac{1}{10^{n-2}} = \frac{1}{10^{n-(1+1)}}.$$

3 factores.. . . . . 1,00 ... (n-2) ... 200 ... (n-2) ... 01

$$\frac{1,00 \dots (n-2) \dots 01}{1,000 \dots (n-2) \dots 0200 \dots (n-2) \dots 01}$$

$$\frac{100 \quad (n-2) \quad 000 \quad 200 \quad \dots \quad (n-2) \quad \dots \quad 1}{1,00 \quad (n-2) \quad \dots \quad 300 \quad \dots \quad (n-2) \quad 00 \quad 300 \quad \dots \quad (n-2) \quad \dots \quad 01}$$

$$\left(1 + \frac{1}{10^{n-1}}\right)^3 = 1,00 (n-2) \dots 300 \dots (n-2) 00 300 \dots (n-2) \dots 01$$

$$\epsilon < \left(1 + \frac{1}{10^{n-1}}\right)^3 - 1 = 0,00 \dots (n-2) \dots 0300 (n-2) \dots 0300 \dots (n-2) \dots 001 <$$

$$< \frac{1}{10^{n-2}} = \frac{1}{10^{n-(1+1)}}.$$

Y como fácilmente se vé, por el mecanismo de la multiplicacion, que las cifras colocadas entre los ceros creciendo de 1 en 1 van indicando el número de factores, cuando fueran 9 se tendria:

$$9 \text{ factores } \left(1 + \frac{1}{10^{n-1}}\right)^9 = 1,00 \dots (n-2) \dots 0900 (n-2) \dots 00900 (n-2) \dots 00 \dots$$



**20. COROLARIO II.**—*Basta obtener los  $m$  factores de un producto con  $n + (c + 1)$  cifras significativas fidedignas, para tener en él, al menos  $n$ .*

Toda vez que por el teorema habrá, por lo ménos, en el producto  $(n + c + 1) - c + 1 = n$  cifras significativas fidedignas.

Teniendo en cuenta las relaciones que los teoremas 7 y 8 establecen entre el número de cifras significativas fidedignas y el error relativo, ó en vista de la expresion de  $\epsilon_m$  pueden enunciarse el anterior teorema y sus corolarios de la manera siguiente:

**21. TEOREMA.** *El error relativo de un producto de  $m$  factores, es menor que  $10^c$  por el mayor error relativo de sus factores.*

En efecto, la expresion  $\epsilon_m < \frac{1}{10^{n-(c+1)}}$  puede ponerse bajo la forma;

$$\epsilon_m < \frac{10^c}{10^{n-(c+1)+c}} = 10^c \times \frac{1}{10^{n-1}}.$$

**22. COROLARIO.** *Para obtener un producto con un error relativo menor que  $\frac{1}{10^n}$ , basta que el factor que más tenga un error relativo menor que  $\frac{1}{10^{n+c}}$ .*

**23.** Examinémos el caso en que unos factores son aproximados y otros exactos, comenzando por el siguiente:

**TEOREMA.** *En el producto de un factor exacto por otro aproximado de  $n'$  cifras significativas fidedignas, hay por lo ménos  $n' - 1$  cifras que cumplan con esa condicion.*

Estando representado (17) el error absoluto de un producto de esta especie por  $Ne'$  se tendrá:

$\epsilon = \frac{Ne'}{NN'} = \frac{e'}{N'} < \frac{1}{10^{n'-1}}$  puesto que  $\frac{e'}{N}$  es el error relativo de  $N'$ ; cuya desigualdad demuestra (8) el teorema.

**24. COROLARIO.** *Para obtener  $n$  cifras significativas fidedignas en un producto de un factor aproximado por otro exacto, basta calcular el primero con  $n + 1$  cifras que lo sean.*

Si se pasa á los errores relativos, pueden anunciarse las anteriores proposiciones en la siguiente forma:

**25. TEOREMA.** *El error relativo del producto de un aproximado por otro exacto, es el mismo que el del aproximado.*

Puesto que (23)  $\varepsilon = \frac{e'}{N'}$ .

**26. COROLARIO.** *Para obtener un producto de dos factores, en el que uno es aproximado, con un error relativo dado, basta calcular aquél con este mismo error.*

**27. TEOREMA.** *El error relativo del producto de F' factores exactos por m aproximados, es menor que 10<sup>c</sup> por el mayor error relativo.—Puesto que éste es el error relativo del producto de los m aproximados (21).*

**28. COROLARIO.** *Para obtener un producto en el que hay m factores aproximados con un error relativo menor que  $\frac{1}{10^n}$  basta calcular cada uno de ellos con un error menor que  $\frac{1}{10^{n+c}}$ .*

Este último teorema y su corolario, puestos bajo otra forma son:

**29. TEOREMA.** *En un producto de varios factores en que hay m aproximados puede contarse con  $n - (c + 1)$  cifras significativas fidedignas.*

Puesto que  $\varepsilon < 10^c \cdot \frac{1}{10^{n-1}} = \frac{1}{10^{n-(c+1)}}$ .

**30. COROLARIO.** *Basta calcular cada factor aproximado con  $n + (c + 1)$  cifras significativas fidedignas para obtener n en el producto.*

Estos dos últimos enunciados son los más generales, puesto que abarcan el caso particular en que todos los factores son aproximados, toda vez que, como se vé, el número de cifras fidedignas es independiente del de factores exactos.

#### DIVISION.

A semejanza de lo hecho en lo multiplicacion, demostraremos aquí, para el caso en que siendo dividendo y divisor aproximados en sentido contrario, es más erróneo el resultado, el siguiente:

**31. TEOREMA.** *En el cociente de dos números aproximados, de los cuales, el que ménos, tiene n cifras significativas fidedignas, puede contarse con  $n - 2$  que lo sean.*

Sea el cociente exacto  $\frac{N}{N'} = C$  y los números aproximados:

$$\frac{N+e}{N'-e'} = C + E \text{ de donde } E = \frac{N+e}{N'-e'} - \frac{N}{N'} = \frac{N'e + Ne'}{N'^2 - e'N'}$$

que dará:

$$\varepsilon = \frac{E}{C} = \frac{N'e + Ne'}{N'^2 - e'N'} : \frac{N}{N'} = \frac{N'(N'e + Ne')}{N(N'^2 - e'N')} = \frac{N'e + Ne'}{NN' - Ne'}$$

de donde, dividiendo ambos términos por  $NN'$ , se obtendrá:

$$\varepsilon = \frac{\frac{e}{N} + \frac{e'}{N'}}{1 - \frac{e'}{N'}} \text{ en la que sustituyendo por } \frac{e}{N} \text{ y } \frac{e'}{N'} \text{ las candidades ma-}$$

yores  $\frac{1}{10^{n-1}}$  y  $\frac{1}{10^{n'-1}}$  resulta:

$$\varepsilon < \frac{\frac{1}{10^{n-1}} + \frac{1}{10^{n'-1}}}{1 - \frac{1}{10^{n'-1}}} \text{ que en la hipótesis } n < n' \text{ dará con mayor razón:}$$

$$\varepsilon < \frac{\frac{1}{10^{n-1}} + \frac{1}{10^{n'-1}}}{1 - \frac{1}{10^{n-1}}} = \frac{2 \frac{1}{10^{n-1}}}{\frac{10^{n-1} - 1}{10^{n-1}}} = \frac{2}{10^{n-1} - 1}.$$

Como  $10^{n-1} - 1 = 999 \dots [(n-1) \text{ nueves}] \dots 99 > 900 \dots [(n-2) \text{ ceros}] \dots 00 = 9 \cdot 10^{n-2}$  se podrá escribir:

$$\varepsilon < \frac{2}{9 \cdot 10^{n-2}} = \frac{1}{10^{n-2}} \times \frac{2}{9} < \frac{1}{10^{n-2}},$$

con lo cual queda demostrado el teorema, puesto que habrá en el cociente  $n-2$  cifras significativas fidedignas.

Si las aproximaciones de dividendo y divisor hubieran sido en sentido contrario de las examinadas, se hubiese encontrado, por un procedimiento análogo al anterior, que el error relativo al cociente:

$$\frac{N-e}{N'+e'} \text{ es: } \varepsilon = \frac{\frac{e}{N} + \frac{e'}{N'}}{1 + \frac{e}{N}} \text{ que evidentemente dá:}$$

$$\varepsilon < \frac{e}{N} + \frac{e'}{N'} < \frac{1}{10^{n-1}} + \frac{1}{10^{n'-1}} < \frac{2}{10^{n-1}} < \frac{1}{10^{n-2}} \text{ suponiendo } n < n'.$$

**32. COROLARIO I.**—*Para obtener n cifras significativas fidedignas en un cociente de dos números, basta que el ménos de éstos tenga n + 2 que lo sean.*

**33. COROLARIO II.**—*El error relativo del cociente de dos aproximados es menor que 10 veces el mayor error relativo.*

Hemos demostrado, en efecto, que:  $\varepsilon < \frac{1}{10^{n-2}} = 10 \cdot \frac{1}{10^{n-1}}$ .

**34. ESCOLIO.** *En el caso particular de ser el dividendo aproximado y el divisor exacto, puede asegurarse que el error relativo del cociente es el del dividendo.*

Porque siendo la expresion del error absoluto  $E = \frac{N+e}{N'} - \frac{N}{N'} = \frac{e}{N'}$ , si la aproximacion es por exceso, y:  $E = \frac{N}{N'} - \frac{N-e}{N'} = \frac{e}{N'}$  cuando es por defecto, se tiene en uno y otro caso por expresion del error relativo:

$$\varepsilon = \frac{E}{\frac{N}{N'}} = \frac{\frac{e}{N'}}{\frac{N}{N'}} = \frac{e}{N}$$

que es el error relativo de  $N$ .

**35.** De aquí se deduce inmediatamente que:

*En el cociente de un aproximado que tiene n cifras significativas fidedignas por uno exacto, puede contarse con n - 1 que lo sean.*

Puesto que siendo el error relativo del dividendo  $< \frac{1}{10^{n-1}}$ , el del cociente, que es igual, tambien lo será.

**36. COROLARIO. III.**—*Para obtener un cociente con un error relativo menor que  $\frac{1}{10^n}$  bastará que el de los términos que le forman sea á lo más  $\frac{1}{10^{n-1}}$ .*

#### POTENCIAS.

**37. TEOREMA.** *Puede asegurarse que en la emésima potencia de un número aproximado, que tiene n cifras significativas fidedignas, hay por lo ménos n - (c + 1) que lo son.*

Este teorema quedó demostrado en el número **18**, puesto que las potencias no son más que un caso particular de la multiplicación.

**38. COROLARIO I.**—*Para obtener n cifras significativas fidedignas en la potencia m de un número, basta calcular éste con n + (c + 1) cifras que lo sean.*

**39. COROLARIO II.**—*El error relativo de la potencia m de un número es menor que 10<sup>c</sup> el de la base.*

**40. COROLARIO III.**—*Para obtener una potencia con un error relativo menor que  $\frac{1}{10^n}$  basta obtener la base, á lo ménos, con un error relativo de  $\frac{1}{10^{n-c}}$ .*

RAICES.

**41. LEMA.** *El error relativo de la potencia m de un número aproximado es mayor que  $\frac{1}{10^n}$ .*

Sea el número (N + e), sus potencias sucesivas serán:

$$(N+e)^2 = N^2 + 2 N e + e^2$$

$$(N+e)^3 = N^3 + 3 N^2 e + 3 N e^2 + e^3$$

$$(N+e)^4 = N^4 + 4 N^3 e + 6 N e^2 + 4 N e^3 + e^4$$

⋮

..... y sus correspondientes errores:

$$E_2 = 2 N e + e^2 \dots \dots \dots \epsilon_2 = \frac{E_2}{N^2} = 2 \frac{e}{N} + \left(\frac{e}{N}\right)^2 > \frac{2}{10^n} + \frac{1}{10^{2n}} > \frac{2}{10^n} > \frac{1}{10^n}$$

$$E_3 = 3 N^2 e + 3 N e^2 + e^3 \dots \dots \dots \epsilon_3 = \frac{E_3}{N^3} = 3 \frac{e}{N} + 3 \left(\frac{e}{N}\right)^2 + \left(\frac{e}{N}\right)^3 > \frac{3}{10^n} + \frac{3}{10^{2n}} + \frac{1}{10^{3n}} > \frac{3}{10^n} > \frac{1}{10^n}$$

$$E_4 \dots \dots \dots \epsilon_4 = \dots \dots \dots > \frac{4}{10^n} > \frac{1}{10^n}$$

⋮

⋮

$$E_m \dots \dots \dots \epsilon_m = \dots \dots \dots > \frac{m}{10^n} > \frac{1}{10^n}$$

Si la aproximación fuese por defecto se tendría:

$$(N - e)^2 = N^2 - 2 N e + e^2$$

$$(N - e)^3 = N^3 - 3 N^2 e + 3 N e^2 - e^3$$

$$(N - e)^4 = N^4 - 4 N^3 e + 6 N^2 e^2 - 4 N e^3 + e^4$$

⋮

$$E_2 = N^2 - (N - e)^2 = 2 N e - e^2$$

$$E_3 = 3 N^2 e - 3 N e^2 + e^3$$

$$E_4 = 4 N^3 e - 6 N^2 e^2 + 4 N e^3 - e^4$$

⋮

$$\epsilon_2 = 2 \frac{e}{N} - \frac{e^2}{N^2} = 1 - \left(1 - \frac{e}{N}\right)^2$$

$$\epsilon_3 = 3 \frac{e}{N} - 3 \frac{e^2}{N^2} + \frac{e^3}{N^3} = 1 - \left(1 - \frac{e}{N}\right)^3$$

$$\epsilon_4 = 4 \frac{e}{N} - 6 \frac{e^2}{N^2} + 4 \frac{e^3}{N^3} - \frac{e^4}{N^4} = 1 - \left(1 - \frac{e}{N}\right)^4$$

y de la série de desigualdades:

$$\left(1 - \frac{e}{N}\right)^2 > \left(1 - \frac{e}{N}\right)^3 > \left(1 - \frac{e}{N}\right)^4 > \dots \text{ se deduce:}$$

$$1 - \left(1 - \frac{e}{N}\right)^2 < 1 - \left(1 - \frac{e}{N}\right)^3 < 1 - \left(1 - \frac{e}{N}\right)^4 < \dots$$

y, por lo tanto, en todos los casos puede escribirse, en general,

$$\epsilon \begin{matrix} = \\ > \end{matrix} 1 - \left(1 - \frac{e}{N}\right)^n = 1 - \left(1 - 2 \frac{e}{N} + \frac{e^2}{N^2}\right) = 2 \frac{e}{N} - \frac{e^2}{N^2} = \frac{e}{N} + \left(\frac{e}{N} - \left(\frac{e}{N}\right)^2\right) > \frac{e}{N} > \frac{1}{10^n}.$$

Demostrado este lema, es sencillísima la demostracion del siguiente:

**42. TEOREMA.**—*En la raíz m de un número puede asegurarse que hay, por lo ménos, tantas cifras significativas fidedignas como las que en él haya.*

Sean los números exactos:

$$\sqrt[m]{N} = R$$

y los aproximados:

$$\sqrt[m]{N + e} = R + E, \text{ de donde se deduce:}$$

$$N + e = (R + E)^m = R^m + E_1.$$

Segun el lema, el error relativo de la  $m$  ésima potencia del aproximado  $R + E$

$$\epsilon = \frac{E_1}{R^m} > \frac{1}{10^{n_r}}, \text{ designado por } n_r \text{ el número de cifras fidedignas de } R.$$

Como  $N = R^m$  y  $e = E_1$ , el error relativo  $\frac{E_1}{R^m}$  y el del número  $N$ ,  $\frac{e}{N}$ , serán iguales, y como este último se sabe que es menor que  $\frac{1}{10^{n-1}}$  se podrá establecer:

$$\frac{1}{10^{n-1}} > \epsilon > \frac{1}{10^{n_r}} \quad \text{ó} \quad \frac{1}{10^{n-1}} > \frac{1}{10^{n_r}} \text{ que, siendo iguales los numerado-}$$

res, exige que:

$10^{n-1} < 10^{n_r}$ , ó sea que  $n_r > n - 1$ , y como  $n_r$  y  $n - 1$ , por naturaleza son enteros y habrán de diferenciarse por lo ménos en una unidad, se deduce:

$$n_r \geq (n - 1) + 1 \quad \text{ó} \quad n_r \geq n.$$

**43.** COROLARIO I.—*Basta calcular un número con  $n$  cifras significativas fidedignas para que exista el mismo número de ellas en su raíz, sea cualquiera el grado de ésta.*

**44.** COROLARIO II.—*Basta calcular un número con un error relativo menor que  $\frac{1}{10^{n-1}}$  para que el de la raíz sea menor que  $\frac{1}{10^n}$ .*

**45.** COROLARIO III.—*El error relativo de la raíz es menor que la décima parte del de la cantidad subradical.*

Efectivamente, se sabe que si hay  $n$  cifras significativas fidedignas en la cantidad subradical, es decir, si su error relativo es menor que  $\frac{1}{10^{n-1}}$ , existirán  $n$  en la raíz, lo cual exigirá que pueda afirmarse que su error relativo

$$\text{sea menor que } \frac{1}{10^n} = \frac{\frac{1}{10^{n-1}}}{10}.$$



# APLICACION

DE LAS

## APROXIMACIONES NUMÉRICAS

### AL CÁLCULO CON DECIMALES.

---

#### INTRODUCCION.

**46.** En los cálculos que se efectúan con números decimales, los dos problemas cuya resolución se proponía la teoría de aproximados, se convierten generalmente en la:

*CUESTION DIRECTA.* Conocido el número de decimales fidedignas, sean ó no significativas, que tienen los datos, averiguar las que hay en el resultado, y en la:

*CUESTION INVERSA.* Averiguar con cuántas decimales fidedignas han de tomarse los datos para que el resultado tenga un número determinado de ellas.

Esos son los problemas que generalmente se presentan, puesto que lo más comun es pedir un resultado con una aproximacion de 1; 0, 1; 0, 01; ..... es decir, con 0, 1, 2, 3, ..... decimales exactas.

**47.** Para la solución de esas cuestiones, en todas las operaciones que pueden efectuarse con los números, importa dejar bien determinada la relacion que existe entre el número de cifras significativas fidedignas, de cifras enteras y de ceros anteriores á la primer significativa, que hay en resultado y datos.

Para un número cualquiera existe la relacion siguiente entre el número de cifras decimales  $n_d$ , el de significativas fidedignas  $n$ , y  $n_e$  y  $n_o$ :

$n_d = n + n_o - n_e$ , como puede comprobarse en los números 3245,62, 0,327 y 0,00042.

Si existe en el número parte entera distinta de cero, se tiene:

$$n_o = 0 \text{ y } n_d = n - n_e,$$

y cuando hay ceros anteriores á la primer cifra significativa:

$$n_e = 1 \text{ y } n_d = n + n_o - 1.$$

Por lo tanto, si para un resultado se sabe que:

$$n \begin{matrix} \equiv \\ > \end{matrix} L_n, \quad n_e \begin{matrix} \equiv \\ < \end{matrix} L_e \quad \text{y} \quad n_o \begin{matrix} \equiv \\ > \end{matrix} L_o.$$

Se tendrá que, si en él existen enteros distintos de cero:

$$n_d = n - n_e \begin{matrix} \equiv \\ > \end{matrix} L_n - L_e,$$

y si hubiera ceros:

$$n_d = n + n_o - 1 \begin{matrix} \equiv \\ > \end{matrix} L_n + L_o - 1.$$

**48.** Para cada operacion se ha encontrado  $L_n$ , puesto que en cada una hemos dicho que el número  $(n)$  de cifras significativas fidedignas del resultado será igual ó mayor que tal ó cual número; faltará, por lo tanto, averiguar lo que valen  $L_e$  y  $L_o$ , esto es: *determinar cuál es el número del que no puede exceder el de cifras enteras de un resultado, y cuál es el de que no puede bajar el número de ceros.*

Una vez conocidos los valores  $L_n$ ,  $L_e$  y  $L_o$  en funcion de los datos, se sabrá cuál es el mínimo valor que corresponde á  $n_d$ , y se tendrá, por lo tanto, resuelta la cuestion directa, puesto que se sabrá con qué número de decimales fidedignas puede contarse en un resultado. Designando, en general, por  $R$  el resultado,  $r_d$  vendrá determinado por las relaciones  $r_d \begin{matrix} \equiv \\ > \end{matrix} L_r - L_e$  ó  $r_d \begin{matrix} \equiv \\ > \end{matrix} L_r + L_o - 1$ .

**49.** En la cuestion inversa se asigna, por el contrario, un valor determinado á  $r_d$  y se pide averiguar los valores  $n_d, n'_d \dots$  del número de decimales fidedignas que han de tener los datos.

Si se exige que haya por lo ménos  $D$  decimales fidedignas en el resultado, se tendrá:

$$r_d \begin{matrix} \equiv \\ > \end{matrix} D \text{ y como } r_d = r - r_e \text{ ó } r_d = r + r_o - 1, \text{ bastará que} \\ r - r_e \begin{matrix} \equiv \\ > \end{matrix} D \text{ ó } r + r_o - 1 \begin{matrix} \equiv \\ > \end{matrix} D \text{ ó sea que:}$$

$$r \underset{>}{=} D + r_e \quad \text{ó} \quad r \underset{>}{=} D + 1 - r_o;$$

estas condiciones estarán satisfechas, de sobra, siempre que:

$$r \underset{>}{=} D + L_e, \text{ puesto que siendo } L_e \underset{>}{=} r_e \text{ será con mayor motivo } r \underset{>}{=} D + r_e$$

$$r \underset{>}{=} D + 1 - L_o \quad \text{»} \quad L_o \underset{<}{=} r_o \quad \text{»} \quad r \underset{>}{=} D + 1 - r_o.$$

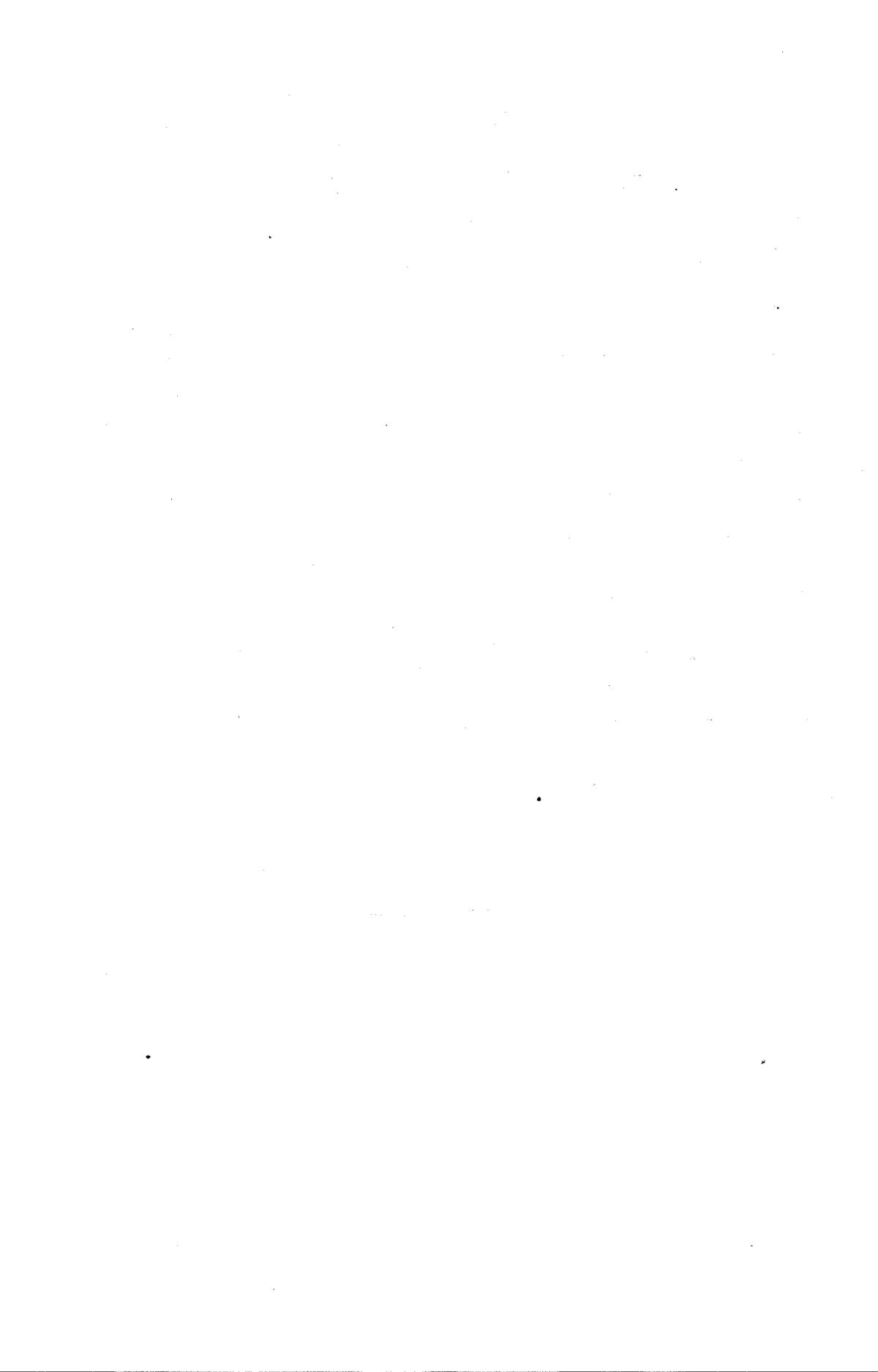
Luego, conociendo  $L_e$  y  $L_o$ , se tendria reducido el problema al ya examinado en cada operacion de obtener un resultado con  $D + L_e$  ó  $D + 1 - L_o$ , cifras significativas fidedignas, por lo ménos.

Como por la teoría expuesta se sabe que para obtener un resultado con cierto número de cifras significativas fidedignas hay que calcular los datos con  $C_s$  más, habrá de tomarse cada uno con  $n \underset{>}{=} D + L_e + C_s$  ó  $n' \underset{>}{=} D + 1 + C_s - L_o$ , cifras significativas fidedignas, ó sea con:

$$n_d \underset{>}{=} (D + L_e + C_s) + n_o - n_e \quad \text{ó} \quad n'_d \underset{>}{=} (D + L_e + C_s) + n'_o - n'_e.$$

Falta, por lo tanto, lo mismo que para la cuestion directa, el determinar para cada operacion los valores de  $L_e$  y  $L_o$ .





## DETERMINACION

$$\text{DE } L_e \stackrel{=}{>} r_e \quad \text{Y DE} \quad L_o \stackrel{=}{<} r_o.$$


---

**50.** No se analizan la suma ni la resta, á pesar de lo facilísimo que seria, por permitir la teoría expuesta resolver inmediatamente ambas cuestiones, directa é inversa, sin tener que acudir á los valores de  $L_e$  y  $L_o$ .

### MULTIPLICACION.

**51.** Sea el producto  $P = N \cdot N' \cdot N'' \dots$  ( $m$  factores) en el que  $N, N', N'' \dots$  son enteros ó decimales.

Para obtener  $P$  se multiplicarán  $N$  y  $N'$ , prescindiendo de la coma, su producto por  $N''$ , haciendo la misma omision, y así sucesivamente; luego se separará de la derecha del último producto un número de decimales igual á la suma de los que tienen todos los factores.

Ahora bien, el primer producto dará  $n + n'$  ó  $n + n' - 1$  cifras, el segundo  $(n+n')+n''$ ,  $(n+n'-1)+n''$ ,  $((n+n')+n''-1)$  ó  $(n+n'-1)+n''-1$ , es decir, podrá tener desde  $n + n' + n''$  cifras, hasta  $n + n' + n'' - 2$ .

En general, al considerar los  $m$  factores, se obtendrá un producto final, cuyo número de cifras oscilará entre:

$$n + n' + n'' + \dots + n \quad \text{y} \quad n + n' + n'' + \dots - (m - 1).$$

Conservando las notaciones ya admitidas, y designando  $n+n'+n''+\dots$  por  $\Sigma n$ , se tendrá que:

$$p = \Sigma n \dots \quad \text{hasta} \quad p = \Sigma n - (m - 1).$$

De la derecha del número propuesto hay que separar  $\Sigma n_d = n_d + n'_d + \dots$  decimales, de modo que el número de enteros podrá tener todas las expresiones comprendidas entre  $p_e = \Sigma n - \Sigma n_d$  y  $p_e = \Sigma n - (m - 1) - \Sigma n_d$ , ó sea:

:

$p_e = (n - n_d) + (n' - n'_d) + \dots$  y  $p_e = (n - n_d) + (n' - n'_d) + \dots - (m - 1)$ , que vienen á convertirse, puesto que en cada número:  $n_d = n + n_o - n_e$ , ó  $n - n_d = n_e - n_o$ , en:

$$p_e = (n_e - n_o) + (n'_e - n'_o) + \dots = \Sigma n_e - \Sigma n_o \text{ y } p_e = \Sigma n_e - \Sigma n_o - (m - 1).$$

Si hubiese que añadir ceros para que resulten en el producto  $\Sigma n_d$  decimales, el número de ceros decimales será  $\Sigma n_d - p$ , y el total

$$\Sigma n_d - p + 1,$$

teniendo en cuenta el cero de los enteros; por lo tanto:

$$p_o = \Sigma n_d - \Sigma n + 1 \quad \text{hasta} \quad p_o = \Sigma n_d - (\Sigma n - (m - 1)) + 1 \quad \text{ó sea:}$$

$$p_o = (n_d - n) + (n'_d - n') + \dots + 1 = (n_o - n_e) + (n'_o - n'_e) + \dots + 1 = \Sigma n_o - \Sigma n_e + 1$$

hasta

$$p_o = \Sigma n_d - \Sigma n + (m - 1) + 1 = \Sigma n_o - \Sigma n_e + m.$$

Se deduce de lo expuesto que:

$$\Sigma n_e - \Sigma n_o \stackrel{=}{>} p_e \quad \text{y que} \quad \Sigma n_o - \Sigma n_e + 1 \stackrel{=}{<} p_o, \quad \text{luego:}$$

$$L_e = \Sigma n_e - \Sigma n_o \quad \text{y} \quad L_o = \Sigma n_o - \Sigma n_e + 1.$$

## DIVISION.

**52.** La marcha general que se sigue para dividir dos números cualesquiera consiste, en su esencia, en multiplicar dividendo y divisor por la unidad seguida de tantos ceros como decimales tiene el último, efectuar la division de los números que resultan como si fuesen enteros y separar de la derecha del cociente otras tantas decimales cuantas queden en el dividendo.

Al multiplicar el dividendo  $N$  por  $10^{n_d}$  resultará con  $n_d - n'_d$  decimales ó bien, si  $n'_d > n_d$ , con ninguna decimal; pero terminando en  $n'_d - n_d$  ceros y teniendo por lo tanto  $n + n'_d - n_d$  cifras enteras.

Efectuada la division se obtendrá:

$c = n - n'$  ó  $c = n - n' + 1$  cuando no haya habido necesidad de añadir ceros á la derecha de  $N$ , y si la hubo:

$$c = (n + n'_d - n_d) - n' \quad \text{ó} \quad c = (n + n'_d - n_d) - n' + 1;$$

en el primer caso habrá necesidad de separar  $n_d - n'_d$  decimales de la derecha y se tendrá:

$$c_e = (n - n') - (n_d - n'_d) \quad \text{ó} \quad c_e = (n - n' + 1) - (n_d - n'_d);$$

en el segundo todas las cifras del cociente son enteras, quedando por lo tanto como expresiones generales del número de ellas:

$$c_e = (n + n'_d) - (n' + n_d) \quad \text{ó} \quad c_e = (n + n'_d) - (n' + n_d) + 1.$$

Si por ser el número  $c$  de cifras del cociente menor que  $n_d - n'_d$  se hubieran de poner ceros, para que resultasen  $n_d - n'_d$ , es claro que los que habría que añadir, contando con el de la parte entera, serían:

$$c_o = (n_d - n'_d) - (n - n') + 1 \quad \text{ó} \quad c_o = (n_d - n'_d) - (n - n' + 1) + 1$$

ó sea:

$$c_o = (n' + n_d) - (n + n'_d) + 1 \quad \text{ó} \quad c_o = (n' + n_d) - (n + n'_d).$$

Deduciéndose por lo tanto que:

$$(n + n'_d) - (n' + n_d) + 1 \geq c_e \quad \text{y} \quad (n' + n_d) - (n + n'_d) \leq c_o.$$

luego:

$$L_e = (n + n'_d) - (n' + n_d) + 1 \quad \text{y} \quad L_o = (n' + n_d) - (n + n'_d)$$

en donde reemplazando por  $n_d$  y  $n'_d$  sus iguales:

$$n + n_o - n_e \quad \text{y} \quad n' + n'_o - n'_e \quad \text{resultará:}$$

$$L_e = n + n' + n'_o - n'_e - n' - n - n_o + n_e + 1 = (n'_o + n_e) - (n_o + n'_e) + 1$$

$$L_o = n' + n + n_o - n_e - n - n' - n'_o + n'_e = (n_o + n'_e) - (n'_o + n_e).$$

### POTENCIAS.

**53.** Siendo las potencias un caso particular de la multiplicacion en el que, si el grado es  $m$ ,

$$\Sigma n_e = m n \quad \text{y} \quad \Sigma n_o = m n_o \quad \text{se tendrá:}$$

$$L_e = m n_e - m n_o = m(n_e - n_o)$$

$$L_o = m n_o - m n_e + 1 = m(n_o - n_e) + 1.$$

## RAICES.

**54.** Si  $N$  es el número de quien ha de extraerse la raíz, y se designe ést por  $R$ :

$$R^m = N,$$

y por lo tanto:

$$m r_d = n_d \quad \text{ó} \quad r_d = \frac{n_d}{m}; \text{ además (51):}$$

$$m r = n \text{ hasta } m r - (m-1) = n \text{ de donde } r = \frac{n}{m} \text{ hasta } r = \frac{n}{m} + \frac{m-1}{m}.$$

Cuando la raíz tiene enteros, puede oscilar  $r_e$  entre (47):

$$r_e = \frac{n}{m} - \frac{n_d}{m} = \frac{n_e - n_o}{m} \quad \text{y} \quad r_e = \left( \frac{n}{m} + \frac{m-1}{m} \right) - \frac{n_d}{m} = \frac{n_e - n_o}{m} + \frac{m-1}{m}.$$

Si tuviese ceros, puede tomar  $r_o$  todos los valores desde (47):

$$r_o = \frac{n_d}{m} - \frac{n}{m} + 1 = \frac{n_o - n_e}{m} + 1 \text{ hasta } r_o = \frac{n_d - n_c}{m} - \left( \frac{n}{m} + \frac{m-1}{m} \right) + 1 = \\ = \frac{n_o - n_e}{m} - \frac{m-1}{m} + 1.$$

De las igualdades anteriores se deduce que:

$$\frac{n_e - n_o}{m} + \frac{m-1}{m} = r_e \quad \text{y} \quad \frac{n_o - n_e}{m} - \frac{m-1}{m} + 1 = r_o;$$

y como  $\frac{m-1}{m} < 1$ , con mayor motivo:

$$\frac{n_e - n_o}{m} + 1 > r_e \quad \text{y} \quad \frac{n_o - n_e}{m} < r_o,$$

ó sea:

$$L_e = \frac{n_e - n_o}{m} + 1 \quad \text{y} \quad L_o = \frac{n_o - n_e}{m}.$$

**55.** Resumiendo los resultados obtenidos en las diversas operaciones, puede formarse el siguiente:

CUADRO DE LOS VALORES DE  $L_e$  Y  $L_o$ .

	$L_e$	$L_o$
Productos. . . . .	$\Sigma n_e - \Sigma n_o$	$\Sigma n_o - \Sigma n_e + 1$ .
Cocientes. . . . .	$(n'_o + n_e) - (n_o + n'_e) + 1$	$(n_o + n'_e) - (n'_o + n_e)$ .
Potencias. . . . .	$m(n_e - n_o)$	$m(n_o - n_e) + 1$ .
Raíces. . . . .	$\frac{n_e - n_o}{m} + 1$	$\frac{n_o - n_e}{m}$ .

**56. OBSERVACION.**—En una operación determinada obsérvese que la suma:

$$L_e + L_o = 1,$$

y como los valores de  $r_d$  y  $n$  vienen dados por las expresiones ((48), (49)):

$$\left. \begin{aligned} r_d &\stackrel{=}{>} L_r - L_e \\ r_d &\stackrel{=}{>} L_r + L_o - 1 \end{aligned} \right\} \quad \left. \begin{aligned} n &\stackrel{=}{>} D + L_e + C_s \\ n &\stackrel{=}{>} D + 1 + C_s - L_o \end{aligned} \right\}$$

resulta que cada par de éstas son, en resumen, una misma, puesto que:

$$L_e = 1 - L_o \quad \text{y} \quad L_r - L_e = L_r - (1 - L_o) = L_r + L_o - 1,$$

y del mismo modo:

$$D + L_e + C_s = D + (1 - L_o) + C_s = D + 1 + C_s - L_o.$$

Podrá, por lo tanto, tomarse indiferentemente para determinar  $r_d$  ó  $n$ , cualquiera de sus dos expresiones.





---

## OPERACIONES CON DECIMALES APROXIMADOS.

### SUMA Y RESTA.

**57.** Los números **14** y **15** dán respectivamente resueltas las dos cuestiones directa é inversa, referentes á la suma, cual sucede con los **17** y **18** respecto á la resta.

Sea la suma  $3,1415 + 327,481 + 356,4246$ , cuyos sumandos son aproximados en ménos de una unidad de su último órden; la cifra que en el segundo sumando, que es el del mayor error absoluto, está un lugar más á la izquierda de su última cifra fidedigna que es 1, es 8 décimas, luego (**14**) podrá asegurarse, en la suma, que son fidedignas hasta las décimas inclusives.

Como aquel corolario (**14**) es general, puede decirse que:

*En una suma puede contarse con tantas cifras decimales fidedignas ménos de las que haya en el sumando que ménos tenga, como cifras tenga el número de sumandos.*

Segun el número **15**: *Bastará para obtener  $d$  decimales en una suma, calcular el sumando que ménos con  $d + c$  que lo sean.*

Luego si el número de sumandos no excede de 10, bastará calcularlos con  $d + 1$ , si no pasa de 100 con  $d + 2$ , y así sucesivamente.

El corolario del número **17**, aplicado á los decimales, dice bien claramente que: *En la resta de dos decimales puede contarse con una decimal fidedigna ménos de las que haya en el término de ella que ménos tenga.*

Por el contrario, el número **18** indica que: *Para obtener  $d$  cifras fidedignas en una resta, hay que calcular cada término de ella con  $d + 1$  por lo ménos, que lo sean.*

MULTIPLICACION, DIVISION, ELEVACION Á POTENCIAS, EXTRACCION DE RAICES.

58. Una vez determinados los valores de  $L_r$ ,  $L_e$ ,  $L_o$  y  $C_s$ , es sencillísimo interpretar el siguiente cuadro:

OPERACIONES.					CUESTIONES DIRECTAS.	CUESTIONES INVERSAS.
	$L_r \begin{matrix} = \\ < \end{matrix} r$		$L_e \begin{matrix} = \\ > \end{matrix} r_e$	$L_o \begin{matrix} = \\ < \end{matrix} r_o$	$r_d \begin{matrix} = \\ > \end{matrix} L_r - L_e = L_r + L_o - 1$	$r \begin{matrix} = \\ > \end{matrix} D + L_e + C_s = D + 1 + C_s - L_o$
	$L_r$	$C_s$	$L_e$	$L_o$	$r_d$	$r$
Multiplicacion	$n - (c + 1)$ (29)	$c + 1$ (30)	$\Sigma n_e - \Sigma n_o$ (55)	$\Sigma n_o - \Sigma n_e + 1$ (55)	$(n + \Sigma n_o) - (\Sigma n_e + c + 1)$	$(D + \Sigma n_e + c + 1) - \Sigma n_o$
Division. . . .	$(n - 2)$ (31)	2 (32)	$(n'_o + n_e) - (n_o + n'_e) + 1$ (55)	$(n_o + n'_e) - (n'_o + n_e)$ (55)	$(n + n_o + n'_e) - (n'_o + n_e + 3)$	$(D + n'_o + n_e + 3) - (n_o + n'_e)$
Potencias. . . .	$n - (c + 1)$ (37)	$c + 1$ (38)	$m (n_e - n_o)$ (55)	$m (n_o - n_e) + 1$ (55)	$(n + m n_o) - (m n_e + c + 1)$	$(D + m n_e + c + 1) - m n_o$
Raíces. . . . .	$n$ (42)	0 (43)	$\frac{n_e - n_o}{m} + 1$ (55)	$\frac{n_o - n_e}{m}$ (55)	$\frac{(m n + n_o + m) - n_e}{m}$	$\frac{(m D + n_e + m) - n_o}{m}$

TEORÍA DE LAS

**59.** El recordar estas expresiones es sumamente fácil, á causa de las analogías que guardan unas con otras, que son las siguientes:

1.<sup>a</sup> El minuendo del valor de  $L_e$  le fórman expresiones en  $n_e$ , y el sustraendo expresiones en  $n_o$ .

2.<sup>a</sup> Pasa lo inverso en las expresiones de  $L_o$ .

3.<sup>a</sup> En las operaciones de composicion forma  $+ 1$  parte de los valores de  $L_o$ , entrando, por el contrario, en las de  $L_e$  en las de descomposicion.

**60.** Para la aplicacion de esas expresiones debe tenerse cuidado de emplear las:

$$\left. \begin{aligned} r_d & \stackrel{=}{>} L_r - L_e \\ r & \stackrel{=}{>} D + L_e + C_s \end{aligned} \right\} \text{Cuando } \Sigma n_e \stackrel{=}{>} \Sigma n_o \text{ y las:}$$

$$\left. \begin{aligned} r_d & \stackrel{=}{>} L_r + L_o - 1 \\ r & \stackrel{=}{>} D + 1 + C_s - L_o \end{aligned} \right\} \text{Cuando } \Sigma n_e \stackrel{=}{<} \Sigma n_o.$$

**61.** Tales pueden ser los valores que se encuentren para  $\Sigma n_o$  y  $\Sigma n_e$ , que resulten  $L_e > L_r$  y  $L_o > D + 1 + C_s$ . La primera desigualdad, indicando que no es posible hacer la resta  $L_r - L_e$ , demuestra que no se puede contar con ninguna decimal exacta. La fórmula, sin embargo, no deja de ser general por esto, y puede interpretarse valiéndose del siguiente artificio (1).

Supongamos que se trate de la multiplicacion; corriendo en un factor  $L_e - L_r$  lugares, la coma á la izquierda (dividiéndole por  $10^{L_e - L_r}$ ), claro es que obtendremos un producto  $10^{L_e - L_r}$  mayor que el verdadero; si le designamos por  $P_1$ , es evidente que el verdadero producto  $P = P_1 \cdot 10^{L_e - L_r}$ . Ahora bien, al correr la coma,  $L_e - L_r$  lugares, seguramente se habrá disminuido  $L_e$  en  $L_e - L_r$ , luego para el producto  $P_1$  se tendrá:

---

(1) No habria necesidad de emplearle si se tuviese en cuenta la noción de las cantidades negativas, siendo el lugar que ocupa la coma en los decimales el punto de origen.

$$P_{rd} \stackrel{=}{>} L_r - (L_e - (L_e - L_r)) = L_r - (L_e - L_e + L_r) = 0;$$

puede, por lo tanto, asegurarse que todas las cifras, hasta la de las unidades por lo menos, son fidedignas, luego si

$$P_1 = abc \dots def, ghi \dots lm n \tilde{n} op \dots$$

puede asegurarse que hasta *f* son cifras fidedignas.

Como  $P = P_1 \cdot 10^{L_e - L_r}$ , se tendrá, corriendo la coma,  $L_e - L_r$  á la derecha, que  $P = abc \dots def ghi \dots lm n, \tilde{n} op \dots$ , y que solo puede asegurarse que es fidedigna la parte  $abc \dots def$ , luego:

*Cuando  $L_e > L_r$ , indica esto que solo puede contarse con las cifras de la parte entera que quedan á la izquierda del lugar  $L_e - L_r$ , empezando á contar desde la coma de derecha á izquierda.*

Un razonamiento parecido haria ver lo mismo en las restantes operaciones.

Sea el caso en que  $L_o > D + 1 + C_s$ .

Desde luego se vé que siendo  $L_o > D$  y  $L_o \stackrel{=}{<} r_o$ ,  $r_o > D$ ;

es decir, que las *D* primeras decimales, y más tambien, son ceros. No hay, por lo tanto, necesidad de molestarse en hacer ninguna operacion, ni tomar, por lo tanto, en cuenta ninguna cifra significativa de los datos, y esto es lo que nos indica la fórmula (2).

**62.** No ponemos ejemplos de todas las operaciones numéricas, por creer que en hallar las sumas del número de ceros, y del de enteros y hacer sustituciones en las expresiones  $r_d$  y  $r$ , no cabe dificultad de ningun género, limitándonos por esto mismo á los tres siguientes:

1.º ¿Con cuántas decimales fidedignas puede contarse en el producto  $P = 0,000327 \times 1128,9652 \times 0,000056 \times 7481,2756 \times 0,00009$ , cuyos factores están aproximados en menos de una unidad del orden de sus últimas cifras?

---

(2) Careciendo de interés práctico el determinar el sentido preciso que debe atribuirse á la expresion de  $r$ , que pudiera deducirse de un modo análogo al empleado para interpretar  $r_d$ , nos abstenemos de hacerlo.

$n = 2$ ,  $\Sigma n_o = 14$ ,  $\Sigma n_e = 11$ ,  $c = 1$ , y por lo tanto:

$$P_d \underset{>}{=} (2 + 14) - (11 + 1 + 1) = 3.$$

2.º ¿Cuántos decimales fidedignos se habrán de tomar en cuenta en los factores del siguiente producto, para que haya 3, en él, que lo sean?

$\pi \times 3,272727 \dots \times 2,1262222 \dots$  en que  $\pi = 3,141592 \dots$

$$D = 3, \quad \Sigma n_e = 3, \quad \Sigma n_o = 0, \quad c = 1, \quad r \underset{>}{=} 3 + 3 + 1 + 1 = 8.$$

3.º ¿Cuántas decimales fidedignas habrá en el siguiente producto  $9,949 \times 9,987 \times 994,7852 \times 0,00963$ , cuyos factores son erróneos en menos de una unidad de su último orden?

$\Sigma n_e = 6$   $\Sigma n_o = 3$   $L_e = 6 - 3 = 3$ , y como  $L_r = 3 - 2 = 1$  es menor que  $L_e$ , se podrá asegurar que no hay ninguna decimal exacta, pero que á contar del lugar  $L_e - L_r = 3 - 1 = 2$ , partiendo de la coma, es decir, de las centenas en adelante, sí lo serán.

Madrid 20 de Diciembre de 1884.

FIN.



---

# ÍNDICE.

---

	<u>Páginas.</u>
Prólogo . . . . .	5
<b>Introduccion.</b>	
Definiciones.. . . . .	11
Teoremas fundamentales. . . . .	13
Empleo de los números aproximados. . . . .	15
<b>Operaciones con los números aproximados.</b>	
Suma. . . . .	17
Resta.. . . . .	18
Multiplicacion. . . . .	19
Division. . . . .	25
Elevacion á potencias. . . . .	27
Extraccion de raíces. . . . .	28
<b>Aplicacion de las aproximaciones numéricas al cálculo con decimales.</b>	
<i>Introduccion.</i> . . . . .	31
<i>Determinacion de <math>L_e \stackrel{=}{&gt;} r_e</math> y de <math>L_o \stackrel{=}{&lt;} r_o</math>.</i> . . . . .	35
Multiplicacion.. . . . .	35
Division. . . . .	36
Elevacion á potencias. . . . .	37
Extraccion de raíces. . . . .	38
Cuadro de los valores de $L_e$ y $L_o$ . . . . .	39
<i>Operaciones con decimales aproximados.</i>	
Suma y resta.. . . . .	41
Multiplicacion, division, elevacion á potencias, extraccion de raíces. . . . .	42





# HELIÓGRAFOS.





INSTRUCCION

SOBRE

HELIÓGRAFOS

ESCRITA PARA LAS TROPAS DE TELÉGRAFOS MILITARES

POR

D. JACOBO GARCÍA ROURE

CAPITAN DE INGENIEROS.



MADRID:

*IMPRESA DEL MEMORIAL DE INGENIEROS*

**1885**



---

## PRELIMINARES.

---



A telegrafía óptica, único medio, aunque defectuoso, de comunicarse á distancia que se conocia y de que podia disponerse á principios del siglo actual, sólo puede considerarse hoy como complemento de la telegrafía eléctrica, bien para prolongar el círculo de acción de ésta, ó bien como su auxiliar en caso de interrupciones en el alambre, ó cuando circunstancias especiales dificultan ó imposibilitan su empleo.

No en todas las localidades ni todos los dias puede hacerse uso del telégrafo óptico, pero siempre será de gran auxilio en casos dados y el único que podrá emplearse para comunicar con una plaza ó con tropas sitiadas.

Los diferentes sistemas de correspondencia óptica pueden clasificarse en dos grupos, incluyendo en uno los sistemas de señales que tienen por objeto, nó la trasmision regular de partes detallados, sino la indicacion de una circunstancia particular ó de un incidente que convenga dar á conocer sin tardanza, y comprendiendo el otro los sistemas que, más complicados, permiten mantener mayor y más detallada correspondencia entre las estaciones, sin necesidad de dar á las señales significado previo ó convenido, y sí sirviéndose exclusivamente del conocido alfabeto Morse con ó sin claves para cifrar los partes.

Las señales del primer grupo se hacen de dia con banderolas, pañuelos, discos de madera, globos cautivos, etc., y por la noche con linternas, cohetes de uno ó distintos colores, etc.; las señales comprendidas en el segundo

grupo exigen instrumentos más perfeccionados; entre los cuales están los heliógrafos para el servicio de día y los aparatos de luces para la noche.

La precedente clasificación corresponde al grado de instrucción que posean los encargados del servicio de señales, exigiéndose para el segundo gente muy práctica en el empleo de los aparatos, y bastando para el primero los individuos sacados de los cuerpos de tropa, á quienes se dan algunas breves indicaciones, prévia una ligera instrucción.

Las señales con banderolas, pañuelos, etc., se adaptan muy bien á los servicios de exploración y de avanzadas, y también para mantener correspondencia entre los centinelas y las guardias, ó éstas entre sí en el servicio de campamento.

No vámos á ocuparnos de los sistemas de señales comprendidos en el primer grupo, sino únicamente de una especialidad de los del segundo, que son los aparatos llamados heliógrafos, que constituyen el objeto de esta instrucción.



---

## HELIÓGRAFOS.

---

ON los *heliógrafos* unos aparatos de señales que tienen por objeto reflejar los rayos del sol con facilidad y precisión en una dirección determinada, y mantenerlos constantemente en dicha dirección, á pesar del movimiento (aparente) del sol. El rayo solar se recibe sobre un espejo que lo refleja, y cambiando la inclinación de aquel espejo se oculta ó se presenta el haz luminoso á un observador distante: de la combinación de emisiones é interrupciones de luz resultan las señales.

Por dos métodos puede establecerse correspondencia con el heliógrafo, que son: primero, por el de interrupciones ó eclipses, y segundo, por el de emisiones; en éste se hacen las señales por destellos y en aquél se vé constantemente la luz cuando no trasmite la estación destacada, constituyendo las señales los eclipses ó interrupciones de aquélla.

Si en los destellos y eclipses se emplean *dos períodos de tiempo*, el uno tres ó cuatro veces mayor que el otro, resultarán señales equivalentes á los puntos y rayas del alfabeto Morse. Para la separación de signos de una misma letra se empleará un período de tiempo equivalente á un punto y para la de dos letras el equivalente á una raya.

En condiciones favorables de posición y atmósfera el alcance del heliógrafo es ilimitado, salvo la redondez de la tierra; en la práctica estas condiciones favorables no se presentarán siempre, aún en países de atmósfera despejada, y se limita mucho el alcance de aquél, conforme al estado atmosférico y á la posición de las estaciones en correspondencia.

El heliógrafo se puede considerar como un auxiliar poderoso de otros aparatos militares de señales y como suplemento del telégrafo eléctrico cuando éste no se puede emplear, sea por falta de material, ó bien por la naturaleza del terreno ó de la guerra ó porque se hayan producido en él averías.

En nuestro material de telégrafos hay dos clases de heliógrafos, el uno es el de Mr. Mance, inglés, y el otro, que viene á ser modificacion del anterior, es del coronel, comandante del cuerpo, D. José de Lafuente. En esta instruccion nos limitaremos á la descripcion de estos dos aparatos, que son para campaña, y por lo tanto los que más nos interesa conocer.

### HELIÓGRAFO MANCE.

Hay dos clases de heliógrafos Mance: una con espejo grande para posiciones permanentes y semipermanentes y la otra para el uso de campaña; las dos clases, aunque difieren algo en su construccion, son iguales en principio.

#### Partes constitutivas del heliógrafo Mance de campaña.

1.º El espejo *A* (figuras 1 y 2), el arco metálico *bcd* y el cilindro *g*, forman una de las partes del aparato.

El espejo es plano, de un diámetro de 0<sup>m</sup>,1; en su centro tiene un circulo *a*, sin azogar, y gira alrededor del diámetro *bd*, uniéndose en los puntos *b* y *d* al arco *bcd*.

El cilindro *g* tiene un tornillo *f* y dos cortes *h*, situados en el extremo de uno de los diámetros.

La varilla *e* entra á tornillo en una tuerca *k* que tiene el espejo en su parte superior posterior.

2.º El trípode (fig. 3) lleva en su mesilla el manipulador *a* y un cilindro *t*. El manipulador es del sistema Morse, provisto de la pieza *c* que alojará, cuando se arme el aparato, el extremo inferior de la varilla *e* (fig. 2); asegura esta union el tornillo *d*.

El cilindro *t* tiene en su parte inferior un engranaje circular, donde engrana el tornillo *m*; moviendo éste se hace girar á *t* y á la placa *xy* del cilindro *xyzv* (fig. 3).

Para el transporte se protege el manipulador y el cilindro *t* con una cubierta metálica.

En la cara interior de uno de los piés del trípode hay un gancho para suspender en él la cubierta metálica de que acabamos de hablar, cuando haya de emplearse el aparato.

Para armar el instrumento se destornilla la cubierta de metal y se suspende del gancho en el pié del trípode. Este se fija sobre el terreno, de tal modo que el tornillo *m* (fig. 3) quede perpendicularmente á la línea de direccion y situado al lado izquierdo.

Se monta el espejo haciendo entrar el cilindro *t* en el *g* (fig. 1) y el tornillo *f* asegura esta union. La varilla *e* (fig. 2) se acorta hasta que su extremo inferior pueda entrar en la pieza *e* (fig. 3) del manipulador.

Así dispuesto el aparato (fig. 4), el espejo puede tener movimiento circular lento y rápido; el primero se consigue haciendo girar el tornillo tangente, y el segundo oprimiendo la cabeza del tornillo tangente hácia afuera, pues quedando así libre de engranaje el cilindro *t*, el espejo puede moverse con toda libertad á la izquierda ó á la derecha.

Para hacer variar la inclinacion del espejo se hace girar la varilla *e* (figura 2), pero si se quiere hacer esta variacion rápidamente hay que sacar la varilla de la pieza *c* del manipulador.

3.º La varilla *m* (fig. 5) con su base *n*; la primera tiene en su parte superior una planchita, con una de sus caras blanca, y en ella hay marcado un punto que se llama *punto de mira*.

4.º El espejo auxiliar (fig. 6), que se emplea cuando el sol está á espaldas de la estacion, es decir, para obrar por doble reflexion. Este espejo tiene tambien un circulito sin azogar.

#### Colocacion del aparato en estacion.—Alineacion.

##### 1.º—POR SIMPLE REFLEXION.

*Primer método.*—*Por interrupciones ó eclipses.*—Armado el aparato como se ha dicho anteriormente, se hace girar el espejo (que debe estar pró-

ximamente vertical), á derecha é izquierda, hasta que el telegrafista colocado delante de él, y á una distancia de 0<sup>m</sup>,9 á 1 metro, vea la imágen de la estacion destacada. Se coloca la varilla *m* (fig. 5) bien vertical y á una distancia del aparato de 0<sup>m</sup>,4, con la cara blanca de la planchita mirando al espejo. El telegrafista colocado delante del espejo y mirando á él mueve la cabeza á derecha ó izquierda, la sube ó la baja hasta llevar la imágen de la estacion destacada sobre el círculo no azogado del espejo, mueve luego la varilla hasta que la imágen del *punto de mira* venga á parar al mismo círculo y con esto ha conseguido que el círculo *no azogado* del espejo, el punto de mira y la estacion destacada estén en línea recta.

Se puede hacer tambien esta parte de la alineacion colocándose el telegrafista detrás del espejo: mira por su parte no azogada, moviendo la varilla hasta que el *punto de mira* de la *planchita* (que debe ahora presentar su canto al aparato) oculte la otra estacion; hecho esto se vuelve la plancha, sin mover la base, para que se presente de cara al espejo.

Llévase el haz reflejado por el espejo sobre la planchita, para lo cual, sin tocar el trípode, se mueve aquél á derecha ó izquierda ó se le hace variar de inclinacion.

Cuando el haz luminoso caiga de lleno sobre la planchita, marcará en ella un punto oscuro, que es la imágen del círculo no azogado del espejo, y basta llevar esta imágen sobre el punto de mira para que la alineacion sea perfecta y el haz luminoso llegue á la otra estacion.

La alineacion deja de ser perfecta cada minuto por el movimiento (aparente) del sol; sin embargo, se corrige con facilidad sin interrumpir la trasmision, dando vueltas al tornillo tangente cada 20 ó 30 segundos; la atencion del que trasmite debe fijarse en mantener bien la alineacion, pues la más pequeña separacion hace invisible el haz luminoso si la estacion destacada está á gran distancia.

Si se baja el manipulador variando así la inclinacion del espejo, el haz se eleva y se hace invisible al observador de la estacion destacada; cuando se deja aquél en reposo vuelve la luz sobre la plancha y se vé por consiguiente desde la otra estacion.

*Segundo método.—Trasmision por emisiones.*—Este método consiste en

llevar la luz, cuando el manipulador está en reposo, debajo del punto de mira á una distancia vertical tal que al oprimir el manipulador caiga la imagen del circulito del espejo sobre el *punto de mira*.

Para transmitir por emisiones se emplea una varilla de madera pintada de blanco, en sustitucion de la varilla con la plancha; tiene aquella una virola que sirve de *punto de mira* y dos listoncitos de madera, formando cruz, fijos á otra virola; las dos se mueven á lo largo de la varilla. Hecha la alineacion con la primera virola por cualquiera de los dos métodos explicados anteriormente, se baja el manipulador y se hace girar el espejo hasta que el centro del haz caiga sobre la virola de alineacion. La otra virola, con la cruz de madera, se coloca debajo de la primera en el punto donde vaya á parar el haz cuando se deje libre el manipulador.

#### **Trasmision por doble reflexion.**

Cuando el observador dá la espalda al sol, se emplea el espejo auxiliar para hacer la trasmision por doble reflexion.

Para la alineacion colóquese la varilla delante del espejo del heliógrafo, presentando la plancha de frente; el espejo auxiliar frente al sol sirve únicamente para proyectar sobre el espejo del heliógrafo los rayos reflejados.

Debe cuidarse de variar con frecuencia la inclinacion del espejo auxiliar para que dirija continuamente sobre el heliógrafo los rayos reflejados.

### HELIÓGRAFO LAFUENTE.

#### **Partes constituyentes.**

El espejo (fig. 7), el arco *acb* y la pieza *cd*, el manipulador *kf* y la varilla *hg*, forman una de las partes del aparato.

El espejo es plano, de 0<sup>m</sup>,196 de diámetro; en su centro tiene un pequeño agujero, y gira alrededor del diámetro horizontal *ab*: la varilla *hg* sirve para variar á voluntad la inclinacion del espejo, para lo cual entra á tornillo por

su parte superior en la tuerca *l*; la parte inferior de la varilla encaja en el manipulador *k f* asegurando la union el fiador *n*; haciendo girar el boton *m* en un sentido ó en otro entra en la varilla ó sale de ella la tuerca *l* y aumenta ó disminuye la inclinación del espejo. El manipulador tiene su eje de giro dentro del cilindro metálico *c q*. La espiga *e d* entra en el agujero *o* (fig. 8) de la mesilla del trípode cuando se arma el aparato, alojándose el apéndice *r* en una de las entalladuras *a, a, a* de dicha mesilla.

*Trípode.*—Su mesilla de madera (fig. 8); atraviesan sus brazos *M, N* y *O* tres cilindros de metal *AB, A'B'* y *A''B''*, llamados á alojar en sus partes *mn, m'n'* y *m''n''* los extremos *ab* (fig. 9) de los piés del trípode. En el centro de la mesilla hay una pieza metálica cilíndrica *HK* que gira merced al tornillo *TT'* que engrana en ella.

Los piés del trípode (fig. 9) son de madera con la cantonera y los remates *ab* metálicos, así como las piezas *c* y *d*, que permiten para facilitar el transporte llevar las partes superiores *ac* y *bd* sobre las inferiores *cf* y *df*.

La varilla que se forma uniendo las tres partes *mn, no* y *op* es de hierro, con una longitud total de 1<sup>m</sup>,95; las virolas *a, b* y *c* pueden correr á lo largo de ella y sirven para colocar la pantalla á distintas alturas y para la alineación, como se verá despues. Un piquete hueco de hierro que se clava en tierra recibe el extremo inferior de la varilla.

La pantalla *cd* (fig. 10) es de palastro: diámetro 0<sup>m</sup>,175.

El espejo auxiliar (fig. 11) se emplea cuando se trasmite por doble reflexión. Su trípode es de hierro.

Todas las partes del heliógrafo se guardan para el transporte en una cartera y en una funda. La cartera contiene un mazo, un antejojo, los dos espejos, la pantalla y la mesilla del trípode del heliógrafo; todo pesa 6,5 kilogramos. La funda contiene el piquete, las tres partes de la varilla, los piés del trípode y el trípode del espejo auxiliar. La longitud de la funda es 0<sup>m</sup>,95; peso de todo 8,5 kilogramos.

El modo de armar el aparato se comprende con lo que se indica al describir cada parte (fig. 12).

**Alineacion.**

Con este aparato como con el de Mance, se pueden usar los dos métodos, pero solamente trataremos del segundo, ó sea el de emisiones de luz, por ser más usual entre nosotros.

1.º *Por simple reflexion.*—Se coloca la varilla delante del heliógrafo á una distancia variable segun la de la estacion destacada, pero nunca debe ser menor de 12 metros. El telegrafista se coloca detrás del espejo, mira por el agujerito y hace correr la varilla á derecha ó izquierda hasta que cubra la estacion destacada; manda clavar el piquete y fijar la varilla; mira de nuevo y si no es perfecta la alineacion mueve un poco el aparato á derecha ó izquierda; hace colocar una de las virolas á la altura conveniente para que mirando por el agujero del espejo oculte la estacion destacada. La tercera operacion consiste en dar tal posicion é inclinacion al espejo que cuando se oprima el manipulador, el haz reflejado por aquél caiga sobre la virola que ha servido de alineacion. La pantalla se coloca debajo de esta virola y á una distancia tal que cuando el manipulador esté en reposo reciba de lleno el haz luminoso. Con el auxilio de esta pantalla es muy fácil mantener la alineacion, porque el telegrafista la observa de contínuo, y por el tornillo tangente  $TT'$  hace que el haz no se separe nunca de ella.

Colocándose el telegrafista delante del espejo puede tambien hacerse la alineacion como se dijo para el Mance y se hace la operacion descrita para llevar al centro del espejo la imágen de la estacion destacada.

Un soldado siguiendo las indicaciones del telegrafista moverá la varilla hasta que éste mande clavarla, que será cuando vea la imágen de ella segun la direccion del diámetro vertical del espejo; hace subir ó bajar entónces la virola hasta que su imágen esté en el centro de éste.

Falta sólo para poder transmitir que valiéndose de los dos movimientos del espejo lleve el destello sobre la virola cuando se oprima el manipulador.

2.º *Por doble reflexion.*—Se hace la alineacion del mismo modo, el espejo auxiliar se coloca delante y un poco al lado del heliógrafo; los rayos reflejados en el primero sufren segunda reflexion en el otro, que los proyecta en direccion á la estacion destacada.

El heliógrafo Lafuente tiene sobre el de Mance la ventaja de mayor estabilidad, es además tan perfecto como este último, y la alineacion es sumamente sencilla.

El alcance de uno y otro viene á ser el mismo, y aunque el de Lafuente está aún en pruebas, puede asegurarse como resultado de experiencias, que á la distancia de 60 kilómetros se recibe muy bien.

La distancia á que está el observador del espejo, dividida por 100, dá aproximadamente la extension lateral en que se vé la luz cuando el espejo es completamente plano.

Para completar esta noticia debemos recordar:

1.º Que en los heliógrafos la alineacion deja de ser perfecta cada minuto, lo que se corrige con facilidad y sin interrumpir la trasmision, haciendo girar el tornillo ( $m$  ó  $TT'$ ) cada 20 ó 30 segundos. La pantalla dá perfecta indicacion de cuándo es preciso rectificarla.

2.º Que en el caso de no conocerse la posicion exacta de la estacion destacada, se hace una alineacion aproximada arrojando haces luminosos á los puntos probables, hasta que aquella estacion conteste con destellos que permitan hacer una alineacion más perfecta.

Para terminar diremos que los heliógrafos se reemplazan para el servicio de noche por luces artificiales de diversas clases, dispuestas en aparatos adecuados.

Los aparatos de luces con que cuenta nuestro material, salvo alguna pequeña variacion, son muy parecidos al aparato del coronel Mangin, que consiste en una caja de palastro de 0<sup>m</sup>,50, 0<sup>m</sup>,35 y 0<sup>m</sup>,25, lados, dividida en dos compartimientos, uno de ellos con una lente de 0<sup>m</sup>,24 diámetro y el otro con un reflector y un quinqué de petróleo; separa los dos compartimientos un tabique con un orificio que se descubre ó se cierra mediante el movimiento dado á una pantalla con un manipulador. La caja tiene en su parte superior un antejo para apuntar el aparato á la estacion destacada, y el todo

se coloca sobre un trípode: el peso total del aparato es de 10 kilogramos, y hallegado á conseguirse buena trasmision hasta la distancia de 50 kilómetros. Estos aparatos pueden emplearse tambien por el dia, quitando el reflector y la lámpara, y fijando en la parte superior del mismo tres espejos (un heliostato) con objeto de llevar los rayos solares á la lente.

FIN.



Fig. 1.

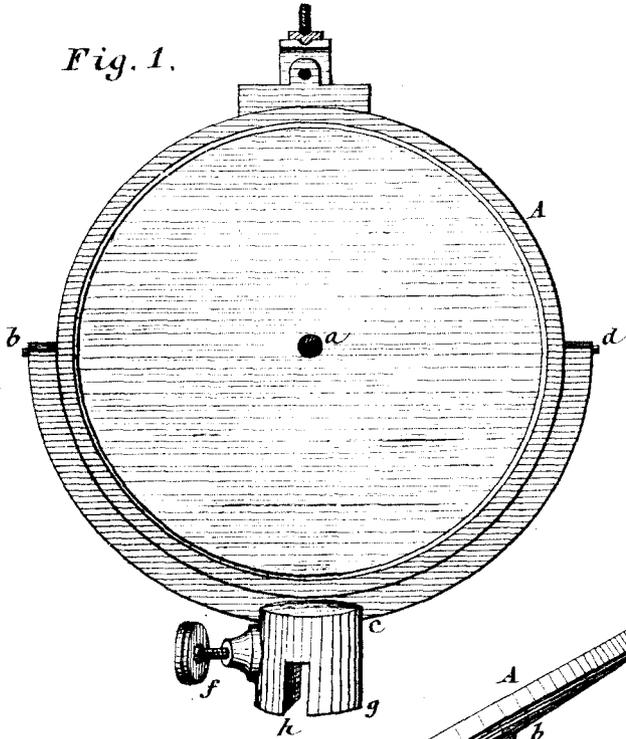


Fig. 3.

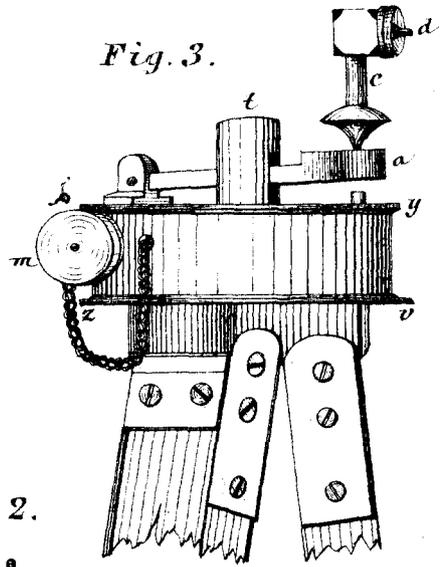


Fig. 2.

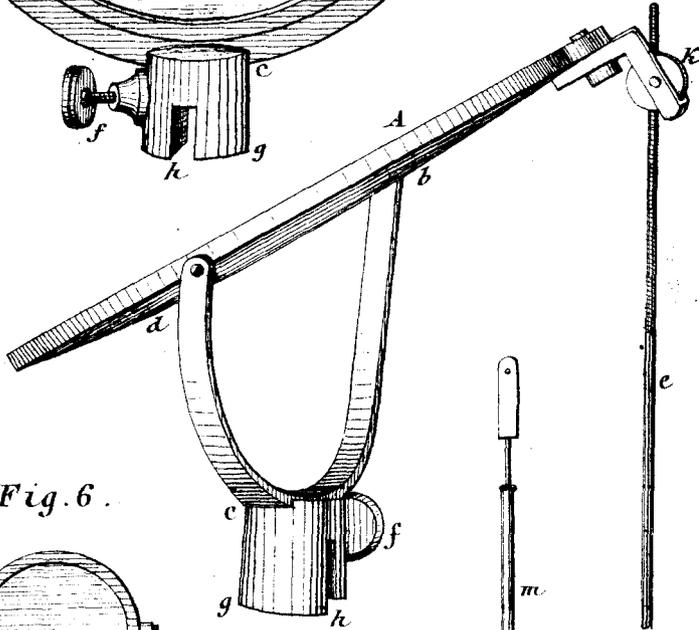


Fig. 6.

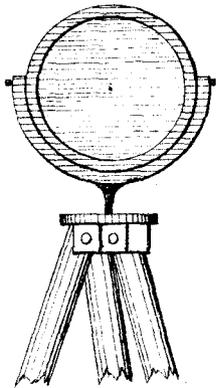


Fig. 5.

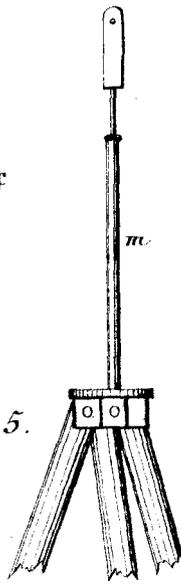


Fig. 4.

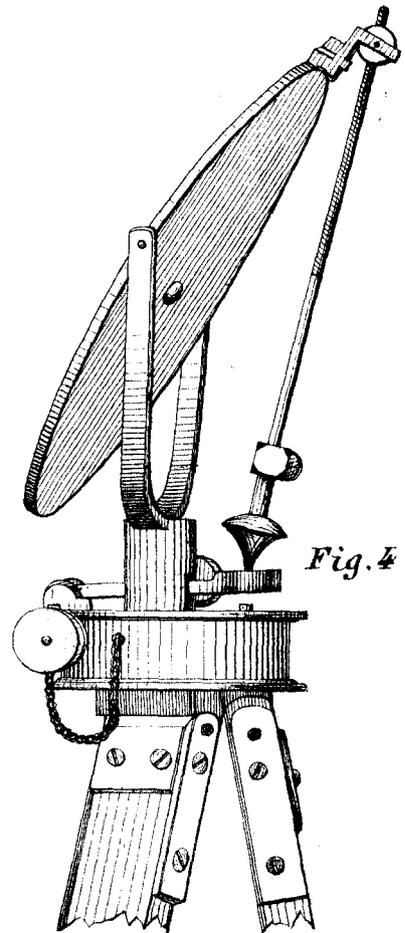


Fig. 7.

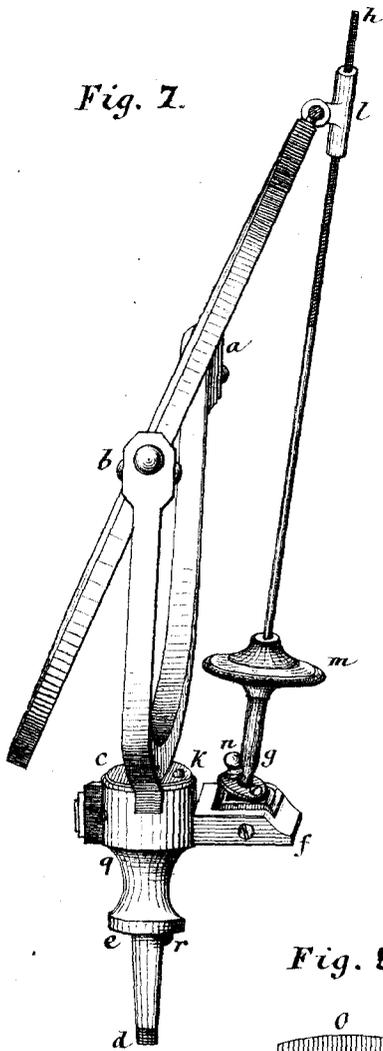


Fig. 9.

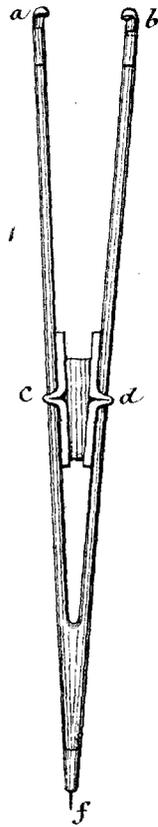


Fig. 10.

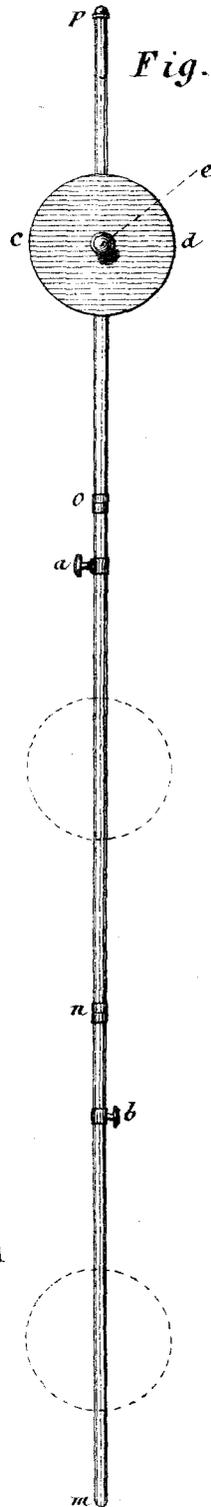


Fig. 11.

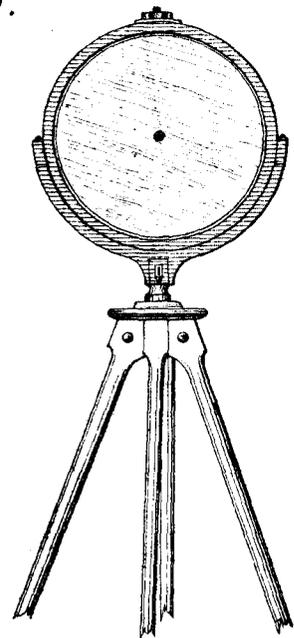


Fig. 8.

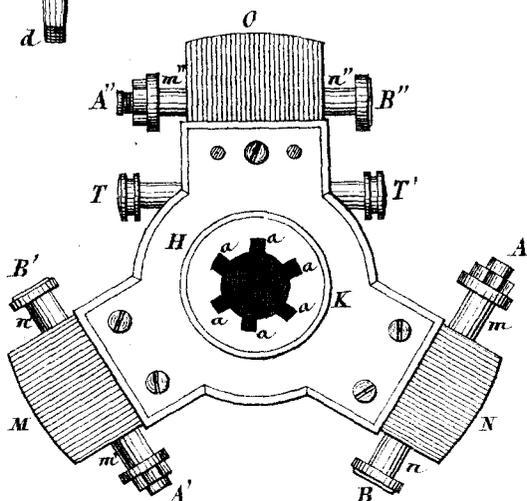
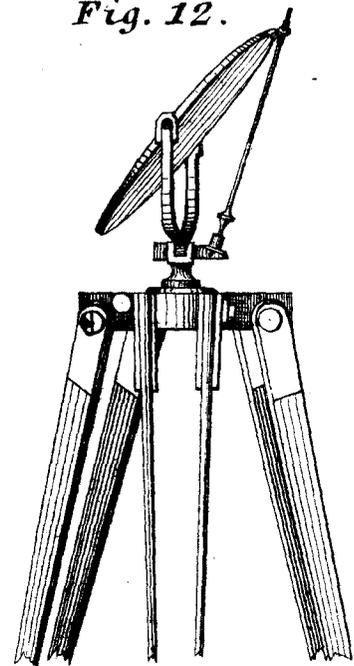


Fig. 12.





# UNA APLICACION

DE LA

## TEORÍA DE NÚMEROS FIGURADOS

POR

D. E. T. DE LA F.

CAPITAN DE INGENIEROS.



MADRID

IMPRESA DEL MEMORIAL DE INGENIEROS

1885



# UNA APLICACION

DE LA

## TEORÍA DE NÚMEROS FIGURADOS.

---



MUCHO tiempo hacía, que entre otros apuntes curiosos que tenemos gusto en conservar, figuraba una inscripcion que Silo, rey de Oviedo (774-783), habia hecho poner en el monasterio é iglesia de San Juan Evangelista, fundado por él en Právia (pequeña villa de Astúrias situada á la izquierda del Nalon), donde habia fijado su residencia. Esta inscripcion está dispuesta tan ingeniosamente, que hace posible sea leida de un gran número de modos distintos; número considerable por la gran cantidad de combinaciones que pueden hacerse y del cual no teníamos idea, hasta que hojeando un día la *Historia de España* de Mariana (\*), vimos hacía referencia, al tratar del reinado de Silo, y de la iglesia que fundó en Právia, á la inscripcion «donde en cierta manera de cifra se lee su nombre y se dice y »repite *docientas y setenta* veces que hizo aquella iglesia». Poco tiempo despues cayó en nuestras manos un periódico que se ocupaba de la inscripcion, y luego otro, y otros varios papeles, diciendo el que más, que podia leerse de 300 modos distintos. Despertada nuestra curiosidad con estas noticias y aprovechando los pocos ócios que nuestras ocupaciones y «el económico servicio de subalterno» nos permitian, tratamos de determinar su exactitud; habiendo llegado á ver, despues de algunas tentativas, que el número de veces que inscripciones así dispuestas pueden leerse, se halla á la simple inspeccion de una tabla de números figurados.

Tal es el objeto de estos apuntes, que publicamos como una mera curiosidad, alentados, por no ser la primera vez que el *Memorial* publica trabajos de está índole (\*\*); y por contar de antemano con la indulgencia que nuestros ilustrados compañeros de cuerpo, han de dispensar seguramente, al primer é insignificante trabajo que tenemos el atrevimiento de presentar.

---

(\*) Tomo II, pág. 194.—Madrid, 1828.

(\*\*) *Memoria sobre el modo de reducir el cómputo mahometano al de la Era cristiana, y hallar el dia de la semana y la letra dominical que corresponden á una fecha para cualquier dia del año de la misma Era*, por el Excmo. Sr. D. Manuel Varela y Limia, antiguo oficial de ingenieros, brigadier de infantería.—75 pág.—1.<sup>a</sup> época, tomo IX, 1854.

## I.

La inscripcion objeto de estos apuntes es la siguiente:

		<b>c</b>	
		1 2 3 4 5 . . . m	
n....7'		T I C E F S P E C N C E P S F E C I T	
6'		I C E F S P E C N I N C E P S F E C I	
5'		C E F S P E C N I R I N C E P S F E C	
4'		E F S P E C N I R P R I N C E P S F E	
3'		F S P E C N I R P O P R I N C E P S F	
2'		S P E C N I R P O L O P R I N C E P S	
1'		P E C N I R P O L I L O P R I N C E P	
<b>a . .</b>		E C N I R P O L I <b>S</b> I L O P R I N C E	<b>b</b>
		P E C N I R P O L I L O P R I N C E P	
		S P E C N I R P O L O P R I N C E P S	
		F S P E C N I R P O P R I N C E P S F	
		E F S P E C N I R P R I N C E P S F E	
		C E F S P E C N I R I N C E P S F E C	
		I C E F S P E C N I N C E P S F E C I	
		T I C E F S P E C N C E P S F E C I T	
		<b>d</b>	

que dice siempre *Silo princeps fecit*, empezando á leer por la letra *S* del centro y terminando en la *T* de uno de los vértices, siguiendo un camino en ángulo recto y sin retroceder nunca. A poco que se observe se nota que éste, está comprendido dentro de uno de los cuadrantes en que dividen á la inscripcion las líneas marcadas *a b* y *c d*; líneas que á su vez son simétricas con relacion á *S*, como lo son con relacion á la letra situada en dichas líneas *a b* y *c d*, cada una de las horizontales y verticales de la figura; es decir, que si doblamos la inscripcion por *a b* y luego por *c d*, se superpondrán las mismas letras, y por tanto, para hallar el número de lecturas que se busca, bastará encontrar las que dá el rectángulo *S, m, 1 n, a*, y multiplicar por cuatro el resultado.

Dicho esto y conviniendo en llamar *columnas* á las líneas verticales de letras marcadas en la inscripcion por 1, 2, 3 ... que supondremos en número de *m* (contando la *S*); y numerando 1', 2', 3' ... á las *líneas* horizontales que supondremos en número de *n* (sin contar la *S*); veamos qué caminos se pueden seguir en la lectura de la inscripcion, para que podamos resolver el problema. Estos caminos son dos en general: uno de *S* á *a* y otro de *S* á *c*,

deteniéndose en una cualquiera de las letras de  $Sa$  y  $Sc$ , y luego siguiendo el camino ya indicado ántes, hasta llegar á  $T$ . Estos dos caminos se reducen á uno solo, pues eligiendo el  $Sa$ , por ejemplo, se puede ir: primero, de  $S$  á  $E(1, a)$  (\*) y luego á  $T(1, n)$ ; segundo, de  $S$  á  $C(2, a)$  y de  $(2, a)$  pasando por todas y cada una de las letras de la c. 2 (\*\*) á  $(1, n)$ ; y así para las demás. De este modo, luego de ir á  $(m-1, a)$ , como  $(m, a)$  es la letra  $S$  del centro, se recorre la c.  $m$ . Si partiéramos de  $Sc$  coincidirían con los anteriores, los caminos que pudieran seguirse.

Vamos á ver ahora de qué modo podemos determinar el número de lecturas; si éstas siguen alguna ley fija, y si esto se verifica, deducir la fórmula para este caso y la *general* para otros análogos.

Si partiendo de  $S$  se va á  $(1, a)$ , desde allí sólo se puede llegar á  $(1, n)$  por un camino, luego el número de lecturas que dá la primera columna y que representaremos por  $a^1 = 1$  (\*\*\*) .

Si en lugar de detenernos en  $(1, a)$  lo hacemos en  $(2, a)$ , de aquí se puede: primero, pasar á  $(2, r')$  y de aquí por  $(1, r')$  á  $(1, n)$ ; segundo, de  $(2, a)$  á  $(2, 2')$ , de aquí á  $(1, 2')$  y  $(1, n)$ , y así para todas las demás letras de la c. 2; es decir, que el número de lecturas  $a^2$ , que dá la c. 2 es igual al número de letras desde  $(2, r')$  inclusive hasta  $(2, n)$ ; luego  $a^2 = n$ , resultado que es independiente del valor de  $n$  y aplicable por tanto á cualquier caso.

Antes de pasar adelante estableceremos una notacion general, llamando

$$\left. \begin{aligned} a^1 &= \text{número de lecturas de la c. 1} \\ a^2 &= \text{id. id. de la c. 2} \\ a^m &= \text{id. id. de la c. } m. \end{aligned} \right\}$$

$$\left\{ \begin{aligned} b_1^m &= \text{número de lecturas que dá la letra primera de la} \\ &\quad \text{c. } m \text{ (empezando á contar desde la línea } S-a). \\ b_2^m &= \text{id. id. id. de la letra segunda de la c. } m \\ b_n^m &= \text{id. id. id. de la letra } n\text{ésima de la c. } m \end{aligned} \right.$$

número que tiene que ser la unidad, pues de cualquier letra de la línea  $n$ , no se puede ir á  $(1, n)$  más que por un camino.

Continuemos. Partiendo de  $S$  y deteniéndose en  $(3, a)$ , de aquí: primero,

(\*) Para evitar confusion al nombrar las letras, ponemos á su derecha entre paréntesis los dos números de la columna y línea en cuya interseccion está la letra de que se trata.

(\*\*) c. 2, indica *columna* 2.

(\*\*\*) Desde aquí en adelante las letras en las que haya números que ocupen el lugar de los exponentes, no tienen esta significacion, sino simplemente el de índices.

vamos á (3, 1') y de (3, 1') á (2, 1'); pero una vez en (2, 1') se puede ir á todas y cada una de las letras de la c. 2, luego el número de lecturas que dé la letra  $b_1^3$ , será tantas como la c. 2, y no coincidirán con las lecturas anteriores porque ahora hemos llegado á (2, 1') por (3, 1') y ántes por (2, a); luego  $b_1^3 = a^2$ , resultado tambien independiente de  $n$ ; segundo, de (3, a) á (3, 2'), y de aquí se puede ir á todas las letras de la c. 2, ménos á la (2, 1'), pasando por (2, 2') siempre; es decir, que el número  $b_2^3$  de lecturas será tantas como la c. 2, ménos las de  $b_1^3$ , de la letra (2, 1'), ó sea  $b_2^3 = a^2 - b_1^3$ ; tercero, de (3, a) á (3, 3'): de (3, 3') se puede ir á todas las letras de la c. 2 (pasando siempre por (2, 3')), ménos á las letras (2, 1') y (2, 2'); luego

$$b_3^3 = a^2 - (b_1^3 + b_2^3).$$

Yendo luego de (3, a) á (3, 4'), (3, 5'), etc., deduciríamos análogamente que

$$b_4^3 = a^2 - (b_1^3 + b_2^3 + b_3^3)$$

$$\dots \dots \dots$$

$$b_n^3 = a^2 - (b_1^3 + b_2^3 + \dots + b_{n-1}^3).$$

Siendo general esta fórmula para la c. 3, pues todos los valores que entran son independientes de  $n$ ; y pudiendo generalizarse á una letra cualquiera de cualquier columna, puesto que en todas se repite el razonamiento anterior. Fijándose en la ley de los números que ocupan el lugar de los exponentes, é índices, se puede establecer:

$$[1] \quad b_n^m = a^{m-1} - (b_1^{m-1} + b_2^{m-1} + b_3^{m-1} + \dots + b_{n-1}^{m-1}),$$

fórmula que fácilmente se traduce en una regla; faltándonos únicamente deducir la que dé el número de lecturas de una columna cualquiera. Pero si sumamos el número de lecturas que dán todas las letras de una columna, evidentemente resultará el de ésta; es decir, que verificándose siempre que

$$[2] \quad a^m = b_1^m + b_2^m + b_3^m + \dots + b_n^m;$$

y aplicando la fórmula [1] á todas las letras de la c.  $m$ , tendremos:

$$b_1^m = a^{m-1}$$

$$b_2^m = a^{m-1} - (b_1^{m-1})$$

$$b_3^m = a^{m-1} - (b_1^{m-1} + b_2^{m-1})$$

$$\dots \dots \dots$$

$$b_n^m = a^{m-1} - (b_1^{m-1} + b_2^{m-1} + b_3^{m-1} + \dots + b_{n-1}^{m-1})$$

$$[3] \quad a^m = n \cdot a^{m-1} - (n-1) b_1^{m-1} + (n-2) b_2^{m-1} + (n-3) b_3^{m-1} + \dots \\ \dots + (n-(n-2)) b_{n-2}^{m-1} + (n-(n-1)) b_{n-1}^{m-1},$$

de donde podríamos deducir una regla práctica.

En realidad la cuestion está ya resuelta, pues como se conoce  $a^1 = 1$  y  $a^2 = n$ , se conocería inmediatamente  $a^3$  que es funcion de  $b_1^2, b_2^2, b_3^2, \dots$  cantidades todas iguales á uno; aplicando la fórmula [1]  $b_1^3, b_2^3, b_3^3, \dots$  y en seguida  $a^4$  funcion de estas cantidades y de  $a^3$ . Podríamos continuar así hasta llegar á la  $c. m$ , y teniendo en cuenta que se verifica por lo que hemos dicho al principio,

$$A = 4 (a^1 + a^2 + a^3 + \dots + a^m),$$

el número  $A$  sería el total de lecturas pedido; sin embargo, como se verá en lo que sigue, puede deducirse una expresion de estas fórmulas, más general aún que las anteriores, que estudiada á su vez conduce á determinar  $A$  á la inspeccion de una tabla de números figurados.

## II.

Si en la fórmula [1] ponemos en vez de  $b_1^{m-1}, b_2^{m-1}, \dots$  sus valores en funcion de los correspondientes de  $a$ , podremos deducir el número de lecturas  $b_p^m$  de la letra de lugar  $p$  de la  $c. m$ , sin necesidad de conocer  $b_1^{m-1}, b_2^{m-1}, \dots$  y sólo por el conocimiento del número de lecturas de las columnas anteriores. Aplicando, pues, dicha fórmula al conocimiento de  $b_1^{m-1}, \dots$  tendremos sucesivamente:

$$1.^{\circ} \quad \left\{ b_1^m = a^{m-1} \right.$$

$$2.^{\circ} \quad \left\{ b_2^m = a^{m-1} - b_1^{m-1} \quad \gg \quad b_1^{m-1} = a^{m-2} \quad \gg \quad b_2^m = a^{m-1} - a^{m-2} \right.$$

$$3.^{\circ} \quad \left\{ b_3^m = a^{m-1} - (b_1^{m-1} + b_2^{m-1}) \quad \gg \quad b_2^{m-1} = a^{m-2} - (b_1^{m-2}) = a^{m-2} - a^{m-3} \right. \\ \left. \left\{ b_3^m = a^{m-1} - [a^{m-2} + (a^{m-2} - a^{m-3})] \right\}; \right.$$

y siguiendo así llegaríamos á deducir que  $b_p^m$  tenía por expresion (\*)

---

(\*) No ponemos la deduccion de  $b_4^{m-1}, b_5^{m-1}, \dots$  porque dá fórmulas algo largas, y como por otra parte son sencillas de hallar, establecemos la fórmula general desde luego.

$$b_p^m = a^{m-1} - X,$$

estando  $X$  representado por

$$\begin{aligned} X = & a^{m-2} + \{a^{m-2} - a^{m-3}\} + \{a^{m-2} - [a^{m-3} + (a^{m-3} - a^{m-4})]\} + \dots \\ & \dots + \left\{ a^{m-2} - \left[ a^{m-3} + [a^{m-3} - a^{m-4}] + [a^{m-3} - (a^{m-4} - (a^{m-4} - a^{m-5}))] \right] \right\} + \dots \\ & \dots + \left[ a^{m-3} - (a^{m-4} + (a^{m-4} - a^{m-5})) \right] + \dots \\ & \dots + \left( a^{m-(p-2)} + (a^{m-(p-1)} + (a^{m-(p-1)} - a^{m-p})) \right) \left. \right\}; \end{aligned}$$

y quitando los paréntesis para poner de manifiesto los signos, sumando los términos semejantes y sacando factores comunes, será:

$$\begin{aligned} X = & (1+1+\dots)a^{m-2} - (1+2+3+4+\dots)a^{m-3} + (1+3+6+10+\dots)a^{m-4} - \\ & - (1+4+10+\dots)a^{m-5} + \dots \mp (1+6)a^{m-(p-1)} \pm 1.a^{m-p} \quad (*) \end{aligned}$$

en cuya expresión el coeficiente de  $a^{m-2}$  tiene  $(p-1)$  términos; el de  $a^{m-3}$ ,  $p-2$ ; el de  $a^{m-4}$ ,  $p-3$ ; ..... el de  $a^{m-(p-2)}$  tres, el primero la unidad, y los otros dos los que ahora veremos; el de  $a^{m-(p-1)}$ , dos, uno la unidad; y el de  $a^{m-p}$  la unidad.

Ahora bien, el coeficiente de  $a^{m-2}$  es la suma de los  $p-1$ , primeros números figurados de primer orden; el de  $a^{m-3}$  la suma de los primeros  $p-2$ , números figurados de segundo orden; y así los demás hasta el de  $a^{m-(p-1)}$ , que será la suma de los dos primeros números figurados de orden  $m-(p-2)$ ; y por analogía, el de  $a^{m-p}$  podremos decir será el primer número figurado de orden  $m-(p-1)$ . Pero en los números figurados se verifica, que «la suma de  $m$  números figurados del orden  $n$ , es igual al número figurado de lugar  $m$  y de orden  $n+1$ »; luego teniendo esto en cuenta, y representando por

$$\alpha_1^m, \alpha_2^m, \alpha_3^m, \dots, \alpha_n^m$$

el primero, segundo ..... números figurados del orden  $m$ ,  $X$ , y por consiguiente  $b_p^m$ , se podrá expresar como sigue:

---

(\*) El signo de  $a^{m-p}$  será  $+$  (en el valor de  $b_p^m$ ), si  $p$  es impar, y  $-$  si  $p$  es par; puesto que  $b_p^m$  tiene  $p$  términos; el primero es positivo y no hay ninguna permanencia.



riormente citada, tendremos que

$$[5] \left\{ \begin{aligned} a^m = & \alpha_n^2 \cdot a^{m-1} - \alpha_{n-1}^3 \cdot a^{m-2} + \alpha_{n-2}^4 \cdot a^{m-3} - \dots + \alpha_3^{n-1} \cdot a^{m-(n-2)} \pm \alpha_2^n \cdot a^{m-(n-1)} \mp \\ & \mp \alpha_1^{n+1} \cdot a^{m-n}, \end{aligned} \right.$$

sustituyendo, á  $n$  el número figurado  $\alpha_n^2$  y á  $\alpha_1^n$  el  $\alpha_1^{n+1}$ , que tienen el mismo valor. En la aplicación de la [5] puede ocurrir la misma dificultad que antes se presentaba en la [4], pero se resuelve del mismo modo (\*).

Una vez hallada la [5], dando valores á  $m$  resultará:

$$\left\{ \begin{aligned} m = 1 & \gg a^1 = 1 \\ m = 2 & \gg a^2 = \alpha_n^2 \times a^1 \\ m = 3 & \gg a^3 = \alpha_n^2 \times a^2 - \alpha_{n-1}^3 \times a^1 \\ m = 4 & \gg a^4 = \alpha_n^2 \times a^3 - \alpha_{n-1}^3 \times a^2 + \alpha_{n-2}^4 \times a^1 \text{ etc.} \end{aligned} \right.$$

y haciendo en estas,  $n = 1, 2, 3 \dots m$ , resulta para el número de lecturas de la primera, segunda ...  $m$ ésima columna, segun los distintos valores de  $m$  y  $n$ , los números del siguiente cuadro:

Tabla A.

VALORES DE		VALORES DE n.										
m	a	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	...
1	$a^1$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	...
2	$a^1$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	...
	$a^2$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	...
3	$a^1$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	...
	$a^2$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	...
	$a^3$	1	3	6	10	15	21	28	36	45	55	...
4	$a^1$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	...
	$a^2$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	...
	$a^3$	1	3	6	10	15	21	28	36	45	55	...
	$a^4$	1	4	10	20	35	56	84	120	165	220	...
..	...	..	..	...	...	...	...	...	....	....	....	...

(\*) En efecto, los tres casos que se pueden presentar son:

- 1.º  $m > n$ .  $m - n > 0$ . Se llega hasta el término en que entra  $a^{m-n}$ . El valor de  $a^m$  tiene todos sus términos, que son en número de  $n$ .
- 2.º  $m = n$ .  $m - n = 0$ . El último término desaparece, y se llega hasta el término función de  $a^{m-(n-1)} = a^{m-(m-1)} = a^1$ . El número de términos es  $n-1 = m-1$ .
- 3.º  $m < n$ . Desaparece hasta el término en que entra  $a^1$  exclusive. El número de términos es entonces  $m - 1$ .

siendo una tabla de números figurados los resultantes para cada valor de  $m$ , que sumados á su vez dan para  $A' = \frac{A}{4}$  los valores de la

Tabla B.

VALORES de $m$ .	VALORES DE $n$ .									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	..
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	...
2	2	3	4	5	6	7	8	9	10	...
3	3	6	10	15	21	28	36	45	55	...
4	4	10	20	35	56	84	120	165	220	...
5	5	15	35	70	126	210	330	495	715	...
6	6	21	56	126	252	462	792	1287	2002	...
7	7	28	84	210	462	924	1716	3003	5005	...
8	8	36	120	330	792	1716	3432	6435	11440	...
..	..	...	....	....	....	.....	.....	.....	.....	...

que constituye tambien una tabla de números figurados; en la cual cada número representa, el total de lecturas de una inscripcion de un número de letras determinado por los valores de  $m$  y  $n$ . Si suponemos, por ejemplo, que la inscripcion es una en la que  $m = 4$  y  $n = 7$ , la tabla B, dá  $A' = 120$ ; número que buscado en la A, y en el valor correspondiente de  $m$ , vemos es el octavo número figurado de cuarto orden; es decir, que en general *el número de lecturas que se busca es igual al número figurado del orden  $m$  y de lugar  $n + 1$  ó del orden  $n + 1$  y de lugar  $m$* , segun otra propiedad de los números figurados (\*); resultado que en cierto modo parece se debia obtener, pues la disposicion de las letras en la inscripcion, si no exactamente igual, es análoga á la de las tablas de dichos números; y que aplicado á la inscripcion que motivó estos renglones, en el caso presente en que  $m = 10$  y  $n = 7$ , dá

$$A' = 11.440 \quad \text{y} \quad A = 4 \cdot A' = 45.760$$

número que se diferencia bastante de los que al principio apuntamos.

En realidad podíamos dar por terminados estos apuntes; pero con objeto de convencernos más de los resultados obtenidos, vamos á aplicar las fórmulas generales encontradas ántes, al caso particular de la inscripcion, comparando su resultado con el que directamente obtengamos.

(\*) En todo esto se recordará que nos referimos únicamente á la cuarta parte de la inscripcion.

III.

APLICACION DE LAS PRIMERAS FÓRMULAS GENERALES.

Para la primera columna, evidentemente  $a^1 = 1$ .

Columna 2. Aplicando la fórmula [3]  $a^2 = n a^1 = n = 7$ , y para el número de lecturas de una letra cualquiera de la c. 2, teniendo en cuenta [1],  $b_n^2 = a^1 = 1$ .

Con las mismas fórmulas, y de un modo análogo, obtenemos para las demás columnas:

$$\begin{aligned}
 & \left. \begin{aligned}
 \text{Columna 3} \gg a^3 = n a^2 - \{ (n-1)b_1^2 + (n-2)b_2^2 + (n-3)b_3^2 + \dots + (n-6)b_6^2 \} = \\
 & \hspace{15em} = 7 a^2 - 21 a^1 \\
 & b_n^3 = a^2 - (b_1^2 + b_2^2 + \dots + b_{n-1}^2) = a^2 - (n-1) a^1 \\
 \text{Columna 4} \gg a^4 = n a^3 - \{ 6a^2 + 5(a^2 - a^1) + 4(a^2 - 2a^1) + 3(a^2 - 3a^1) + 2(a^2 - 4a^1) + \\
 & \hspace{10em} + (a^2 - 5 a^1) \} = 7 a^3 - 21 a^2 + 35 a^1 \\
 & b_n^4 = a^3 - [a^2 + (a^2 - a^1) + (a^2 - 2 a^1) + (a^2 - 3 a^1) + \dots \\
 & \hspace{15em} \dots + (a^2 - (n-2) a^1)],
 \end{aligned} \right\} [6]
 \end{aligned}$$

Obteniéndose para las columnas siguientes (no poniendo más que los valores finales)

$$\begin{aligned}
 a^5 &= 7 a^4 - 21 a^3 + 35 a^2 - 35 a^1 \\
 a^6 &= 7 a^5 - 21 a^4 + 35 a^3 - 35 a^2 + 21 a \\
 & \dots \dots \dots
 \end{aligned}$$

Así podríamos llegar hasta la c. 10 (lo que no hacemos por no prolongar demasiado este artículo). Si ahora quisiéramos hallar  $a^1, a^2, a^3, \dots$ , sólo en funcion de  $n$ , no tendríamos más, que hacer una de dos cosas; ó  $a^1 = 1$  y  $a^2 = n$  en los valores anteriores, en cuyo caso resulta:

$$[7] \left\{ \begin{aligned}
 a^1 &= 1 \\
 a^2 &= n \\
 a^3 &= 7 n - 21 \\
 a^4 &= 28 n - 112 \\
 a^5 &= 84 n - 378 \\
 & \dots \dots \dots
 \end{aligned} \right.$$

ó tomando los valores [6] en la primera forma en que allí aparecen, sustituir tambien  $a^1 = 1$  y  $a^2 = n$ , resultando entónces:

$$[8] \left\{ \begin{array}{l} a^1 = 1 \\ a^2 = n \\ a^3 = \frac{n(n+1)}{2} \\ a^4 = \frac{7n(n-5)}{2} + 35 \\ a^5 = 14n(n-7) + 210 \\ \dots \end{array} \right.$$

fórmulas que coinciden con los números de la tabla **A** para  $n=7$  y  $m=10$ . En cuanto á los valores de  $b_p^m$  ya los hemos determinado al tenerlos que sustituir en los correspondientes de  $a^1, a^2, \dots$ . Si ahora aplicamos la fórmula [5], en que entran los números figurados, resultan inmediatamente y sin ningun trabajo las [6].

DEDUCCION DIRECTA. Como sabemos que  $a^1 = 1$  y  $a^2 = n$ , repitiendo el mismo razonamiento que se hizo al deducir las primeras fórmulas generales, veríamos que en la c. 3 sería

$$b_1^3 = n \quad \text{»} \quad b_2^3 = n - 1 \quad \text{»} \quad b_3^3 = n - 2 \quad \dots \quad b_7^3 = 1,$$

y segun la [2] 
$$a^3 = \frac{n(n+1)}{2}.$$

En la c. 4, tomando la letra  $N(4, 1')$  veríamos que de  $(4, 1')$  se puede ir: primero, á  $(1, 1')$ , que produciria tantas lecturas como la c. 1 ó 1; segundo, á  $(2, 1')$  (\*), que dá tantas como la c. 2, ménos las que dá  $(2, 1')$  que ya se han contado ó sea  $n - 1$ ; tercero, á  $(3, 1')$  que dá tantas como la c. 3 ménos las de  $(3, 1')$  que forman parte de la anterior, ó sea

$$\frac{n(n+1)}{2} - n = \frac{n(n-1)}{2},$$

luego el número de lecturas de la letra  $N(4, 1')$  será

$$b_1^4 = 1 + (n-1) + \frac{n(n-1)}{2} = \frac{n(n+1)}{2},$$

ó sea tantas como la c. 3, como debia ser.

---

(\*) Al decir yendo á  $(2, 1')$ , debe entenderse que esta letra es la terminacion en la horizontal, y que desde allí el camino es vertical; por ejemplo será  $(4, 1')(3, 1')(2, 1')(2, 2')$  sin pasar á la izquierda, pues el camino coincidiria con el  $(4, 1')$  y  $(1, 1')$  ya contado.

De igual modo veríamos que el número de lecturas de la letra C (4, 2') sería

$$b_2^4 = \frac{n(n+1)}{2} - n = \frac{n(n-1)}{2},$$

y para

$$[9] \left\{ \begin{array}{l} \text{E (4, 3')} \quad b_3^4 = \frac{n(n-3)}{2} + 1 \\ \text{P (4, 4')} \quad b_4^4 = \frac{n(n-5)}{2} + 3 \\ \text{S (4, 5')} \quad b_5^4 = \frac{n(n-7)}{2} + 6 \\ \text{F (4, 6')} \quad b_6^4 = \frac{n(n-9)}{2} + 10 \\ \text{E (4, 7')} \quad b_7^4 = \frac{n(n-11)}{2} + 15 \end{array} \right.$$

teniendo  $a^4$  por valor, según la fórmula [2]

$$a^4 = \frac{7n(n-5)}{2} + 35,$$

ó sea el correspondiente de [8].

Aquí se presenta otra comprobación:  $b_7^4$  tiene que ser igual á la unidad, pues de (4, 7') á (1, 7') no hay más que un camino; y en efecto,  $b_7^4 = 1$ , haciendo  $n = 7$  en la última de las [9].

Antes de pasar adelante debemos observar también, que como todas las letras de la línea ( $n$ ), no dan más que una sola lectura, las fórmulas en función de  $n$  sólo, que encontremos, deben ser idénticas.

Si pasamos á considerar letra por letra las de la c. 5, obtendremos las fórmulas siguientes, que luego de sumadas reproducen el valor  $a^5$  de [8]

$$[10] \left\{ \begin{array}{l} \text{Letra I (5, 1')} \quad b_1^5 = \frac{7n(n-5)}{2} + 35 \\ \text{N (5, 2')} \quad b_2^5 = \frac{6n(n-6)}{2} + 35 \\ \text{C (5, 3')} \quad b_3^5 = \frac{5n(n-7)}{2} + 35 \\ \text{E (5, 4')} \quad b_4^5 = \frac{4n(n-8)}{2} + 34 \\ \text{P (5, 5')} \quad b_5^5 = \frac{3n(n-9)}{2} + 31 \\ \text{S (5, 6')} \quad b_6^5 = \frac{2n(n-10)}{2} + 25 \\ \text{F (5, 7')} \quad b_7^5 = \frac{n(n-11)}{2} + 15 \end{array} \right\} a^5 = 14n(n-7) + 210$$

verificándose que  $b_7^4 = b_7^5$ , como no podía ménos de suceder y habíamos supuesto ántes.

Creemos que baste esto para demostrar la perfecta coincidencia entre unos y otros resultados, como puede comprobarse haciendo  $n = 7$  en estas fórmulas.

Comparando las fórmulas [9] y [10] es fácil darse cuenta de la ley que siguen los coeficientes del factor  $n$  en la fraccion; del sustraendo de  $n$  en el segundo factor de la misma, así como la que siguen los sumandos numéricos que acompañan á las fracciones; cosa que no hacemos en obsequio á la brevedad. Únicamente, para concluir, vamos á determinar la condicion para que el número de lecturas que dé una inscripcion de la clase de las que nos ocupamos, que es sumamente fácil de formar, sea un máximo.

Para esto supondremos, por ejemplo, que el número de letras que tenga la inscripcion sea 11; dando á  $n$  valores desde 1 hasta 10, resultan para  $m$  desde 10 hasta 1, y para el número total de lecturas de la cuarta parte de la inscripcion las del cuadro siguiente:

Valores de $n$ . . . .	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Valores de $m$ . . . .	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Número de lecturas.	10	45	120	210	252	210	120	45	10	1

en el cual todos los números que representan las lecturas están situados en una misma diagonal en las tablas de números figurados, y van aumentando desde 10 (primer valor de  $m$ ) hasta 252 (para  $m = 6$  y  $n = 5$ ) para luego volver á disminuir otra vez. Ahora bien, si observamos la disposicion que tienen los números figurados en las líneas diagonales, en las del lugar impar, empezando por el primer número figurado de primer órden, hay un número mayor que los demás; siendo iguales dos á dos y simétricamente colocados los que están ántes y despues de aquél, que siempre es del mismo lugar que órden; es decir, que es el tercero de tercer órden, el quinto de quinto órden, etc.; en las de lugar par, el total de números figurados es par tambien, y los dos números que ocupan el centro son iguales, y los mayores; siendo tambien iguales dos á dos los situados á uno y otro lado de aquéllos, que son siempre el tercero de cuarto órden, y el cuarto de tercer órden, etc. En resúmen, que obtendremos un máximo, si el número total de letras es *par*,

haciendo  $n = \frac{m'}{2}$  (siendo  $m'$  el número total de letras de la inscripción, que siempre es  $m' = m + n$ ); y si es *impar*  $n = \frac{m' - 1}{2}$ ; correspondiendo en estos dos casos para  $m$  los valores  $m = \frac{m'}{2}$  y  $m = \frac{m' + 1}{2}$ , resultado que si se aplica á la inscripción, nos dice que el número de lecturas hubiera sido un máximo haciendo  $n = 8$  y  $m = 9$ ; y por consiguiente, habiendo terminado la línea  $Sa$  en la letra  $C(2, a)$ , en lugar de terminar en la  $E(1, a)$ ; teniendo una columna ménos (en la cuarta parte de la inscripción) y una línea más. En este caso sería:

$$A' = 12.870 \quad \text{y} \quad A = 4 \cdot A' = 51.480.$$

Para concluir podríamos formar una inscripción cualquiera, aplicar todo lo anterior y comprobar los resultados que se obtuviesen. Por ejemplo, la inscripción que podría formarse con el lema (uno de los que el ilustrado y veterano general de artillería Sr. La Llave (\*) propone para estampar en las espadas de los ingenieros militares)

*In terram, sub-terram, super-aquam*

contándola como compuesta de 27 letras, y para el caso del máximo, podría leerse de ¡41.601.200! modos distintos. Resultado que parece increíble, no teniendo en cuenta la grandísima rapidez con que crecen los números figurados.

Hemos terminado ya; y antes de concluir, sólo nos queda manifestarnos de antemano conformes, con una idea que acudirá sin duda á la mente de más de uno de los lectores que se hayan tomado la molestia de serlo de estos renglones: ¡Qué lástima de tiempo perdido con un objeto tan fútil! dirá alguno de ellos. A éstos sólo les diremos dos cosas: primera, que no nos encontramos con fuerzas para resolver problemas que puedan servir de enseñanza á los lectores de este periódico; y segunda, que ya que la ocupacion no haya sido tan loable como hubiéramos deseado, podemos decir con Cervantes, en su *Ingenioso hidalgo*, que «en otras cosas peores se podría ocupar el hombre, y que menos provecho le trujesen.»

Madrid, 28 de Mayo de 1885.

---

(\*) Véase el erudito y curiosísimo folleto titulado *Grabados y lemas de armas blancas*, por el Excmo. Sr. D. Pedro de la Llave, mariscal de campo de artillería.—Madrid, 1882.—1 cuaderno 4.º, 54 páginas.

FIN.

DESARROLLO

DE LOS

BLINDAJES MIXTOS Y DE ACERO.

RECOPIACION Y TRADUCCION

POR EL TENIENTE DE NAVÍO DE PRIMERA CLASE

DON VÍCTOR MARÍA CONCAS Y PALAU.

~~~~~  
(De la *Revista general de Marina.*)  
~~~~~

MADRID

IMPRESA DEL MEMORIAL DE INGENIEROS

1885



## DESARROLLO DE LOS BLINDAJES MIXTOS Y DE ACERO. (1)

---

 IN que podamos exponer nada original, pues desde la construcción de nuestros antiguos acorazados no se han vuelto á hacer pruebas de planchas de blindaje por nuestra marina, hemos creído de interés y de ocasion, el recopilar para nuestros compañeros lo que sobre tan importante asunto dice el teniente Very de la Marina de los Estados-Unidos en su notable obra *Developement of Armour for naval use*, cuyo estudio no nos cansaríamos de recomendar, no sólo por el gran caudal de ciencia y sobriedad de estilo que le son peculiares, sino por el modo como forma doctrina sobre cada punto concreto, haciendo soportable y hasta ameno el monótono estudio de una interminable série de experiencias, capaces de agotar la paciencia y de hacer perder el hilo de la observacion al hombre más estudioso. Como sabemos, las experiencias se han hecho unas veces para probar la coraza, otras para probar pólvora, proyectiles, cañones, pernos, instalaciones, etcétera, etc., cada cual elogiando lo suyo hasta lo inverosímil ó tapando los defectos en caso de fiasco, y hechas todas las experiencias con distintos criterios, distinta forma y diferentes medios, no es empresa fácil el tomar en cada caso lo que conviene á un objeto determinado, ni proveerse de todos los documentos precisos, y ni siquiera distinguir los que son reclamos de fabricantes ó condescendencias al prestigio nacional, que Very censura con mucha razon, pues no son sino engaños en tiempo de paz para entregarse desarmado en el momento de peligro. El haber alcanzado este resultado la obra de que nos ocupamos revela su mérito indiscutible, superior á cuanto conocemos en su género, y al construirse para la marina en el Creusot una coraza de acero, consideramos de utilidad la traduccion del capítulo V de la citada obra, que

---

(1) Tomámos de la *Revista general de Marina*, con la autorizacion debida, este trabajo de gran interés para los ingenieros militares. Las medidas son inglesas, y los piés y pulgadas se expresan por medio de los signos ' y ''.

sin embargo hemos tenido que modificar ligeramente, pues no siendo un trabajo completo, sino parte de una obra mayor, hubiera resultado poco claro en algunas partes; así como lo hemos extractado en lo posible para ahorrar láminas, conservando, sin embargo, siempre que hemos podido íntegro el texto de donde lo tomamos; y con el fin de variar dicho texto lo ménos posible acompañamos el trabajo con el siguiente preámbulo, así como después, también de nuestra cuenta, lo continuamos hasta llegar á las experiencias de octubre y noviembre de 1884 que determinaron la coraza del acorazado contratado por nuestra marina en junio anterior.

---

El verdadero blindaje, el blindaje clásico, inmejorable, es el de hierro forjado.

Dada una plancha cualquiera, si el proyectil vence, perfora la plancha por un agujero limpio, quedando el resto útil y cubriendo el blanco como antes, sin más parte descubierta que el taladro abierto por el proyectil.

Si el proyectil no vence, se queda alojado hasta donde pueda penetrar, y ó tapa él mismo el boquete, ó caso de caer sólo produce el efecto anterior con la diferencia de que en lugar de un agujero descubierto, el daño se reduce á una disminucion de espesor en el blindaje.

Así, pues, para alcanzar la invulnerabilidad no hay sino que aumentar indefinidamente el espesor de la plancha de hierro forjado.

A esta solución se opone en los buques que las leyes de la flotación impiden que el peso de la coraza pase de ciertos límites y que las partes vitales que hay que defender son bastante grandes, requiriendo por consiguiente superficies considerables de blindaje. En tierra, en que el peso es ilimitado, la multiplicación necesaria á las baterías terrestres llevaría los gastos á cantidades imposibles para la más rica de las naciones.

De estas objeciones nació para tierra el blindaje de hierro fundido templado, en que Gruson lleva la delantera. Bastante económico en sí, permite además toda clase de figuras, cuando á las otras planchas sólo se le puede dar generalmente una sola curvatura, y cuyo espesor y masa no tienen más límites que la posibilidad de manejar y llevar los bloques de hierro á su em-

plazamiento. Como causa también de economía y seguridad es que se puede dar á la coraza la forma conveniente para suprimir la estructura interior, y finalmente cubrirla de tierra.

Para los buques, lo primero en que se pensó fué en el acero para sustituir el hierro forjado, de modo que á igual espesor y peso que este último, diera mucha más resistencia; pero el acero resultó muy quebradizo al choque, y si bien en iguales circunstancias impidió la perforación del blanco, cayendo los pedazos en tierra lo dejaban completamente descubierto para un segundo tiro. En vista de esto la opinión se dividió en dos bandos: decían unos que si la misión del blindaje era salvar el blanco, el acero cumplía, pues que lo salvaba á su costa, considerándolo seguro dado lo difícil que es dar dos balazos á un buque en un mismo sitio; y en contra alegaban otros, que un segundo tiro sería siempre mortal. Basta enunciar ambas opiniones para comprender que podrían sostenerse los dos criterios indefinidamente, hasta que el desarrollo de las corazas viniera á zanjar la cuestión.

Segun creemos, se hizo alguna experiencia para blindar con pequeños bloques de acero, á modo de piedras de un fuerte, para que sólo sufriera el pedazo herido; pero se perdía la gran ventaja de la masa, con lo que hubiera sido necesario acudir á espesores mucho mayores para obtener la misma resistencia.

En vista de este resultado, se trató de soldar una plancha de acero á otra de hierro, de modo que al quebrarse la primera quedaran los pedazos sujetos al hierro, firmes en su puesto, y presentando, aunque agrietada, su cara dura al enemigo. La teoría es perfecta, pero la industria no ha podido realizar cual se concibieron ya desde el primer momento estas planchas, que se conocen desde un principio por planchas mixtas ó *compound*. Y como no se consiguió el objeto, y el acero fué ganando en condiciones en la lucha establecida, evitándose poco á poco su facilidad á quebrarse sin perderse por ello su dureza, de ahí que hoy sea el acero el metal que, bajo ciertas condiciones, se considera el más resistente, y que la teoría de las planchas *compound* para su desarrollo inmediato, en lugar de ser una plancha de hierro y otra de acero, sean dos de acero, la del frente dura y de acero dulce la interior, para no perder el esfuerzo de ésta como con el hierro cuyo efecto es casi pasivo. Este

resultado lo ha alcanzado el acero templándose su superficie exterior, de modo, que si bien se espera un esfuerzo más de la industria para acercar las planchas mixtas á las de acero, son éstas las que por distinto camino han venido á hacerse mixtas, confundiéndose ambos sistemas al llegar á un límite comun de su distinto desarrollo.

El problema, pues, de sustituir la coraza de hierro forjado con otra del mismo peso y de mucha mayor resistencia, limitando lo posible la herida al impacto, ha llegado á una solución aceptable desde que al desarrollo de la coraza ha correspondido un desarrollo correspondiente de la artillería, que ha ido dificultando el problema á medida que se iba resolviendo; y desde que ha sido preciso pedir á las corazas no sólo mayor resistencia, sino dureza tal en el frente de choque para que el esfuerzo del proyectil obrara contra sí mismo y en su destrucción empleara la mayor parte del trabajo en él acumulado. Así, pues, no se han podido evitar las grietas, que ha habido que aceptar como un mal menor en un metal cuya dureza era condición indispensable aunque quedara algo quebradizo, siendo pues el problema de hoy, como veremos en el siguiente capítulo del teniente Very, el que el desarrollo de las corazas debe ser en el sentido de ir cada dia obteniendo mejor *acero duro que no se rompa en pedazos*.

El capítulo V de la obra citada dice así: «Aunque los buques italianos *Duilio* y *Dandolo*, cuya coraza se encargó en 1877, fueron los primeros blindados que en cualquier concepto llevaban planchas de un material distinto al hierro forjado, sin embargo, el principio del desarrollo de las corazas de acero y mixtas data por lo ménos desde 1857. El metal que en su disposición como plancha de blindaje se conoce hoy por el término general de acero, hasta hace muy pocos años se dividía en dos clases llamadas respectivamente, acero y metal homogéneo. La clase conocida por acero, contenía poco ménos de 1 por 100 de carbono llegando hasta  $\frac{5}{4}$  de 1 por 100, y el metal era conocido en la práctica como susceptible de recibir el temple, combinado con superiores condiciones de tensión y elasticidad. El nombre de metal homogéneo se daba á una clase de metal que podía clasificarse entre el acero y el hierro forjado del comercio, el que aunque conocido y usado desde hace siglos, por primera vez se le clasificó en el mercado, gracias á una patente de

la casa de Shortridge y Howell; poco despues de la aparicion del acero Bessemer, contenía de  $\frac{1}{5}$  á  $\frac{3}{4}$  del 1 por 100 de carbono, y mientras no se le diera un temple completo poseía la facultad de soportar los esfuerzos de torsion y flexion como el hierro forjado, teniendo, sin embargo, mayor fuerza tensil y elasticidad que este último metal. A medida que los conocimientos permitieron señalar los puntos distintos entre el acero y el hierro forjado, se conoció el metal homogéneo por semi-acero, y por último por acero dulce, al irse mejorando sus condiciones. Esta es la descripcion del metal de que hoy se hacen las planchas de acero para blindajes, así como el frente de las planchas mixtas, siendo necesario al trazar el desarrollo de ambas corazas, recordar á lo que se llamaban planchas de acero en los primeros tiempos, y lo que son las de hoy en dia que se conocen por el mismo nombre.

En 1857, las autoridades de Woolwich invitaron á las primeras fábricas de Inglaterra á presentar planchas de hierro y acero al tiro de la gruesa artillería, y Mr. Begbie, que había inventado un medio de producir planchas de blindajes de acero pudlado, presentó varias de 2" de grueso, que se rompieron de mala manera con el proyectil de 68 centímetros. Durante las experiencias se hizo una prueba contra una plancha de 4" de hierro, sobre la que se había asegurado una de acero de 2", el todo empernado á un almohadillado de 24"; pero el resultado fué que el proyectil de 68 de hierro forjado atravesaba perfectamente la combinacion á una distancia de 400 yardas.

En 1859, la casa Mersey Iron Works presentó una série de planchas de 2  $\frac{1}{2}$ " hechas con 3 tongas de igual espesor, las exteriores de hierro forjado soldadas á la central de acero. Estas planchas de blindaje demostraron ser muy deficientes, pues la soldadura era muy imperfecta y lo quebradizo de la tonga de acero afectaba á las otras dos. Otra porcion de planchas de acero de 3" se ensayaron en Portsmouth el mismo año, y aunque la penetracion de los proyectiles de 68 fué mucho menor que en las de hierro, sin embargo, se rompieron de mala manera.

En 1861, se hicieron una série de experiencias tan extensas como importantes, por el *Iron Commitee*, con hierro forjado, con metal homogéneo, y con las últimamente citadas planchas mixtas de Mersey, pero resultaron éstas muy inaceptables al lado de las de hierro forjado, que ocupáron el primer lugar.

Durante este período (1857 á 61) se hicieron largas séries de experiencias en Vincennes con el acero, en las que compitieron las principales forjas del continente, Krupp, Begbie, Petin et Gaudet, y en que estuvieron representadas las fábricas de Allevard y Bochun; pero invariablemente el acero se encontró ser muy quebradizo para aplicarlo á este servicio, y aparentemente los franceses lo excluyeron de sus blindados, pues por bastantes años, desde 1860, no volvieron á hacer experimento alguno de importancia. Por aquel tiempo se reconocía que los blindajes franceses eran mejores que los ingleses, creyéndose generalmente en Inglaterra que las planchas de los primeros tenían una tonga central de acero, y á esto obedecieron casi en absoluto los esfuerzos de la factoría Mersey Iron Works para producir un blindaje aceptable de esta clase, segun hemos referido; pero sometidas las planchas francesas al análisis químico, se encontró que lo superioridad era debida simplemente á más perfeccion en la fabricacion.

En concepto de los peritos llamados ante el Commitee inglés en 1861 las ventajas de los blindajes de acero y mixto eran más evidentes cada día; y aunque la opinion general era de que el metal más *utilizable* para planchas de blindaje era el hierro forjado, lo más dulce posible, sin embargo, muchos de los peritos más distinguidos y el mismo Commitee, consideraba que por ningun concepto este metal daba la última solucion de la cuestion. Los señores Bessemer, Lancaster, Menelaus y el coronel Lefroy expusieron los medios que consideraron mejores para obtener las deseadas planchas de otro metal. De estas opiniones se demuestra que aún en aquellos primeros dias del desarrollo de las corazas y á pesar de los excelentes resultados que ya se habian obtenido con las planchas de hierro forjado, se prefería sin embargo ya otro metal, con todas las combinaciones á que podía dar lugar una tan difícil fabricacion, de la que cada uno tenía sus partidarios.

En 1863 Shortridge y Howell presentaron una plancha de prueba que por primera vez se denominó *compound*. Se fabricó del modo siguiente: una cantidad de barras de hierro, colocadas verticalmente y á la temperatura necesaria, formaba el núcleo del molde, el cual se llenó despues de metal homogéneo fundido, trabajando por fin la masa con el martinete hasta dejar reducida la plancha á 2  $\frac{1}{2}$  pulgadas. Se puede clasificar la plancha como de

tiras de hierro y acero en lugar de tongas. La plancha se probó con el cañon Armstrong de 40 libras, tirando á 100 yardas, y la Comision opinó que aunque era una mejora sobre las planchas primitivas presentadas por la misma fábrica (cuyas planchas eran por completo de metal homogéneo), eso era debido probablemente á que el alma de la plancha estaba formada por barras de hierro forjado; pero que sin embargo no consideraba la plancha igual por su poder de resistencia á una buena plancha de hierro forjado de igual espesor.

En marzo de 1863 se probó en Shoeburyness otra plancha compound de Mr. Russ, hecha con una plancha de 3 pulgadas de hierro forjado, con otra de  $1\frac{1}{2}$  de acero en su frente soldada á la primera. El primer tiro del cañon de 40 libras Armstrong la partió en dos.

En 1864 se hicieron en Rusia grandes experiencias con planchas, algunas de ellas de acero, y si bien se halló que la penetracion era menor que en las de hierro forjado, sin embargo en una de ellas al quitarla del blanco se halló que por detrás del impacto estaba rota en muchos pedazos y que tenía una grieta que atravesaba todo el largo y grueso de la plancha.

Verdaderamente notables fuéron las diferencias halladas con proyectiles iguales en tamaño, forma y peso, pero de distintos materiales, que Fairbairn clasificaba en la relacion de 1 á 2 y 6 á 3 para el hierro fundido, forjado y acero respectivamente. En 1866 aparecía el proyectil Pallisser *chilled* al mismo tiempo que en Prusia el proyectil Gruson, tambien de fabricacion semejante; y á pesar de que las primeras experiencias fueron un fracaso, pronto resultaron iguales á los de acero de aquel entónces, en cuanto penetracion, sin el inconveniente del crecido coste de éstos. Las mayores penetraciones que se obtuvieron, obligaron á decidirse por mayor espesor de coraza; pero á tal extremo que no era posible aplicar estas planchas á los blindados de 6000 á 8000 toneladas de desplazamiento, que era el que se consideraba mejor para los buques de combate. Con objeto de obviar esta nueva dificultad que amenazaba dejar á los buques sin la proteccion eficaz de su coraza, se decidió en Inglaterra, el año 1867, hacer una nueva prueba con hierro y acero combinados; pues las ideas corrientes indicaban que la verdadera solucion debía buscarse en este sentido. A la invitacion respondieron las principales casas de Inglaterra: las planchas presentadas fueron todas de 7 pulgadas y se

tiró con el cañon Woolwich de 7 pulgadas y proyectil Pallisser, á 70 yardas de distancia. Las planchas que se experimentáron fueron las siguientes:

<i>A</i>	Cammel y compañía.	4 $\frac{1}{2}$ " hierro, con 2 $\frac{1}{2}$ " acero en su frente.
<i>B</i>	id.	3" acero, con 2" hierro delante y detrás.
<i>C</i>	id.	Cuatro planchas alternadas de 1 $\frac{3}{4}$ " de hierro y acero, soldadas entre sí.
<i>D</i>	id.	Una plancha de hierro laminado de 7".
<i>E</i>	Brown y compañía.	4" hierro, con 3" acero en su frente.
<i>F</i>	id.	Semejante á la <i>B</i> .
<i>G</i>	id.	Una plancha sencilla de 7", hierro laminado.
<i>H</i>	Mersey.	Una plancha sencilla de 7", hierro laminado y forjado.

Los resultados obtenidos se clasificáron por el siguiente orden de mérito *H, D, A, G* y *E*; siendo las *B, C* y *F* casi iguales ó inferiores á las demás. Entre estos resultados hay que observar: primero, el lugar preferente de la plancha *A* en la clasificacion, puesto que fué el *primer éxito para una plancha compound*, y segundo, que todas las planchas cuya cara era de hierro fracasaron completamente. Entónces no se dió importancia á este último resultado, que, como demostráremos, resultó ser uno de los puntos importantes y que han dado más luz respecto á la accion de los proyectiles sobre las corazas, desarrollando uno de los hechos de mayor utilidad práctica.

En 1874 Sir William Armstrong probaba una nueva clase de planchas de acero, de cuyas experiencias dice lo siguiente Mr. Stuart Rendel, que entónces pertenecía á aquel establecimiento y que despues fué miembro del Almirantazgo: «Habiendo observado Amrstrong el gran aumento de tenacidad que dá al acero el temple en aceite, hizo y probó una plancha templada en aceite. Las experiencias preliminares hechas con pedazos de esta plancha demostraron bajo su fuerza estática condiciones de dureza, ductilidad y tenacidad muy superiores al hierro forjado, independiente de otras condiciones del acero; pero cuando esta plancha se sometió á experiencias de tiro, se rajó al primer balazo y se hizo pedazos al segundo.»

«A pesar de ser el hecho inexplicable, demostró sin embargo, que si bien el acero resiste la presion estática mejor que el hierro, en cambio tiene mu-

»cha ménos resistencia al impacto. Por consiguiente el acero es inferior al  
»hierro para ciertos usos..... Ninguno de nuestros buques ha sido dotado con  
»calderas de acero y es supérfluo añadir que ninguno ha recibido coraza de  
»acero.»

Esta era la opinion de una de las primeras autoridades en metalurgia de la Gran Bretaña, y sin embargo ántes del año de haberla emitido, la coraza de acero había alcanzado la victoria sobre el hierro en Spezzia, y en las pruebas más fuertes que hasta entónces habian sufrido las planchas de blindaje. Antes de dos años se construian calderas de acero y á los seis años el mismo Mr. Rendel construía un buque de acero, con calderas de acero y una cubierta protectriz tambien de acero. Aquella opinion, sin duda resultado de la evidencia práctica del acero, no la hubiera emitido Mr. Rendel si hubiera vislumbrado el rápido desarrollo de la elaboracion del acero, desde que con la invencion de Mr. Bessemer se rebajó el coste de su produccion á límites verdaderamente prácticos.

En 1876 tuvieron lugar las experiencias de la Spezzia, las que dieron la *primera victoria decisiva del acero sobre el hierro*, por lo cual debemos de nuevo fijarnos en la naturaleza de este acero. La plancha del blanco de la Spezzia era de lo que se llamó metal Schneider y que se definía como *hierro acerado*, siendo sencillamente metal homogéneo, semi-acero, ó acero dulce, sólo que el sistema de fabricacion había desarrollado en el más alto grado las condiciones del metal. Estas planchas merecian llevar el nombre de metal Schneider, del mismo modo que se había hecho análoga distincion entre el acero Bessemer y el Siemens-Martin, siendo así que la diferencia más bien está en el método de fabricacion que en su constitucion química.

La misma indeterminacion ocurrió con las planchas de acero para calderas, y mientras las personas más competentes en metalurgia sostenian en todo que dichas planchas, que contenian una cantidad pequeñísima de carbono, no eran de acero, sino de una especie de hierro forjado, los entusiastas por el acero insistian en que eran de acero. Y como al final se llamó acero á dicho metal, muchos de los argumentos referentes á la experiencia de la Spezzia resultaron erróneos sólo por el hecho de llamar al metal hierro acerado ó acero dulce, sin considerar que el metal estaba en los límites del hierro y

del acero, y que al razonar se partía de las condiciones de uno de los tipos excluyendo por completo las del otro.

El metal Schneider era extremadamente dulce, como se demostró por la profundidad á que penetraron los proyectiles, casi tanto como en el hierro forjado; sin embargo, segun la descripción del teniente de artillería italiana Pecci, la perforación no fué completa, y aunque siempre la plancha se rompió en pedazos y se desprendió del blanco, éste quedó intacto; mientras que de hierro forjado los fragmentos fueron pocos, pero el blanco quedó atravesado de parte á parte.

El resultado de esta experiencia conmovió la opinión profesional en Inglaterra, abriendo los ojos á los que habían perdido el tiempo discutiendo sobre si dicho metal debía llamarse homogéneo, Schneider, semi-acero ó acero dulce. El gobierno procedió enérgicamente inclinándose hácia la coraza compound, cuya primera plancha, tal como hoy se conoce, y procedente de Cammel y compañía, se probó en agosto de 1877. Esta plancha se componía de cinco pulgadas de hierro y cuatro de acero, sólo que en lugar de constituir las separadamente y soldarlas despues, se laminaba primero la de hierro, y vertiendo el acero fundido sobre élla, el gran calor del metal fundía parcialmente la cara de hierro en contacto con él, uniéndose así los dos metales sin soldadura; sin embargo de lo cual las planchas se laminaban casi inmediatamente combinándose así toda la masa por completo. Esta plancha se probó con el cañon rayado de 7", á 25 yardas de distancia y proyectil Pallisser. La penetración fué de  $3\frac{1}{8}$ ", mientras que de ser de hierro hubiera pasado de 8", y si bien cayó un pedazo de acero y se encontraron algunas grietas radiales, la parte de hierro quedó completamente sana (fig. 1.<sup>a</sup>, lám. XVIII).

Estos resultados sobrepusieron todas las esperanzas y se dieron algunos pasos para desarrollar el sistema, teniendo lugar en diciembre de 1877 una serie de experiencias (conocidas por las primeras experiencias de Nettle), en las que se probaron planchas de distintas fabricaciones, todas ellas de 9" de espesor, contra las que se tiró con el cañon de 9", á 10 yardas de distancia. Se presentaron una plancha de hierro forjado, dos compound, y dos de acero de fabricación especial, una de ellas llamada acero subcarbonizado, que contenía  $\frac{1}{100}$  del 1 por 100 de carbon, nombre nuevo para el acero dulce (que el

teniente Very califica de horrible) á pesar de lo cual obtuvo el número segundo en la calificación, siendo el primero para la otra plancha de acero: esta fué la primera prueba hecha en competencia entre las planchas de acero y mixtas, habiendo quedado la victoria por las de acero.

En febrero de 1878 continuaron las experiencias con dos planchas mixtas de Brown y compañía, y poco despues con otras dos de la misma firma, pero fabricadas segun la patente de Mr. Ellis. En mayo de 1878 se probaron dos planchas de 9" de acero, de Cammel y compañía, sin resultado favorable para unas ni para otras.

En esta última ocasion se probó otra plancha mixta, tambien de Cammel, sobre la que se dispararon cinco proyectiles en lugar de tres, no quedando completamente destruida hasta el quinto tiro.

Poco despues Whitworth sometió una nueva combinacion de acero formado por una série de discos de seccion exagonal, cada uno compuesto de anillos concéntricos alrededor de un disco circular en el centro, y el todo hecho de acero flúido comprimido. Con esta disposicion se proponía detener las grandes grietas, limitándolas á los discos sobre que tuviera lugar el impacto. Sobre esta plancha de 9" se tiró un solo tiro con el cañon de 9", rompiéndose en pedazos el proyectil, sin producir más efecto sobre la plancha que una pequeña marca de 1 1/2" de profundidad por 8 de diámetro. El disco tocado no se rajó, y la parte posterior del blanco no manifestó el menor síntoma de debilidad, declarándose oficialmente que se había demostrado la excelencia de la disposicion adoptada por Whitworth, así como el del acero comprimido.

El capitán Browne, en un estado referente á la experiencia de Nettle, resumía las siguientes conclusiones, que consideramos pertinentes, pues era la opinion que prevalecía en Inglaterra, y que es quizás aún la de las personas interesadas en estos asuntos. Decía así: «La cuestion nace de si las especiales »propiedades de las planchas mixtas no quedarán sacrificadas al hacer más »dulce el acero para evitar las grietas, desvirtuando así el carácter del sistema. »La mejor idea parece ser la de que la superficie de acero se hará pedazos, »pero que no se separará al estar adherida á un espesor de hierro forjado »bastante para sostenerla en su puesto. El problema que hay que resolver es »determinar cuál es la forma más segura para el trabajo que hay que ejecu-

»tar. Si se pudiera probar que cierta cantidad de trabajo acumulado representaba en una clase de metal ménos daño que en otra, se ganaría mucho; pero no puede pretenderse semejante cosa del acero, cualquiera que sea su forma de fabricacion. Cuando se considera que el golpe de un proyectil del cañon de 100 toneladas, representa el trabajo acumulado que es necesario para levantar á la altura de 78' una torre que pese 300 toneladas, se comprende cuán difícil es proveer un medio que absorba un choque tan colosal.»

Es indudablemente cierto que si con objeto de evitar que la plancha se desquebraje, se hiciera su superficie más dulce, se comprometería el tipo del blindaje, como se verá despues; pero esta parte de las grietas se trató equivocadamente en Inglaterra en ese tiempo. El capitán Browne sienta que lo mejor es aceptar la *superficie de acero duro que se desquebraje*, lo que es una doctrina peligrosa, pues no debe aceptarse semejante peligro en el *acero dulce*. Las planchas de acero Whitworth ya habian demostrado resistir más y con ménos grietas que las compound, así es que desde que la práctica demostró que la dureza en el acero dulce no es condicion que lo haga excesivamente quebradizo, la mejor línea de desarrollo es aceptar la *superficie de acero duro que no se desquebraje en pedazos*. Desde el mismo momento que se llega á este resultado, desaparece la necesidad del hierro forjado. El capitán Browne sostiene que una cantidad de trabajo acumulado hace el mismo efecto en un metal que en otro, lo que equivale á decir, que la diferencia de penetracion entre el hierro ó acero se manifiesta en las grietas ó destrozos de la plancha. Esta es seguramente la *tendencia*, pero por ningun concepto el resultado, y si pudo ser el efecto obtenido en la Spezzia, en cambio las pruebas con las planchas Whitworth dieron por tierra con la teoría, pues no sólo la penetracion fué menor, sino todos los efectos del choque. Sostiene tambien que debe buscarse la forma por la cual el blanco pueda sufrir el choque en mejores condiciones, en vez de querer disminuir sus efectos, cuya asercion no está comprobada por las experiencias, tanto más, cuanto desde el comienzo de los blindajes se buscó el modo de que la fuerza destructora obrará sobre el proyectil en lugar de hacerlo sobre la coraza. Esta fué la causa que hizo rechazar los proyectiles de fundicion y despues los forjados, así como hoy los de acero están reemplazando á los templados por enfriamiento,

La confusión existía todavía sobre lo que era verdadero acero ó acero dulce. El primero se había demostrado repetidas veces que no podía endurecerse sin que se volviera quebradizo, mientras que el acero dulce puede ser endurecido sin que se haga quebradizo hasta un límite peligroso. El metal de Whitworth ha demostrado repetidas veces hasta qué extremo pueden llevarse la tenacidad y dureza en la superficie, y aunque otros fabricantes no han llegado á resultados tan favorables, no sólo están aquellos dentro de lo posible, sino que experiencias hechas contra planchas de acero demuestran que se vá alcanzando poco á poco el fin que se desea.

En 1878 se hicieron experiencias comparativas con planchas mixtas, tirando contra las dos caras de la plancha, y los resultados fuéron que el proyectil Pallisser se hacía pedazos y apenas penetraba en el frente de acero; pero cuando hería primero el de hierro, atravesaba la plancha completamente. Este resultado tan original dió lugar á infinitas teorías, y entónces volviendo á los resultados de experiencias anteriores, se recordó que todas las planchas con sus frentes de hierro forjado habian sido invariablemente perforadas. Se hizo otra prueba con una plancha compound, á la que se aseguró otra plancha delgada de hierro forjado, y resultó que se aumentaba considerablemente la penetracion; y finalmente, se colocó una camisa de hierro forjado sobre la punta del proyectil, obteniéndose tambien mayor penetracion.

De todas las ideas emitidas sobre este fenómeno parece la más razonada la que lo atribuye al apoyo dado al proyectil por el medio que le rodea, que aunque contrarie la penetracion hasta cierto límite, auxilia en cambio á la fuerza de cohesion de las moléculas del proyectil, que de este modo trabajan unidas, concentrando toda su energía en la punta. De esto aparece, como dejamos sentado, que el verdadero desarrollo del blindaje es en el sentido de endurecer el frente de las planchas, de modo que la energía del proyectil se emplee en su propia destruccion, y que al romperse en pedazos se agrande el área sobre que obra esta energía, para que el metal de la coraza pueda resistirla. Por otra parte, el desarrollo de los proyectiles está en sustituir con acero los Pallisser, para obtener un metal que pueda resistir un choque instantáneo, y alargar la punta, dibujando la ojiva con un rádio mayor, con objeto de que la parte posterior del proyectil obre con más ventaja sobre dicha

punta. Y este es, efectivamente, el camino que hoy se sigue; las corazas cada día son más duras, sin que por eso se aumente la tendencia á desquebrajarse, mientras que los proyectiles de acero reemplazan á los Pallisser, y la ojiva de la cabeza ha aumentado de  $1\frac{1}{2}$  hasta 2 y áun  $2\frac{1}{2}$  diámetros.

En abril de 1878 se hizo en Shoeburyness una série de experiencias comparativas para apreciar la eficacia relativa de los proyectiles de acero y Pallisser. Se usó el cañon de 9" tirando contra planchas de hierro forjado de 12", colgadas sobre muñones. Todos los tiros arrojaron la plancha fuera de su sitio ántes de que tuviera tiempo de oscilar, habiéndose obtenido los resultados siguientes:

PROYECTILES DE HIERRO FUNDIDO.

Grüson. . . . .	Penetracion $8\frac{1}{2}$ " . . . . .	Se rompió el proyectil.
Idem. . . . .	Atravesó.. . . .	Idem.
Krupp. . . . .	Penetracion $10\frac{1}{2}$ " . . . . .	Idem.
Idem. . . . .	Atravesó.. . . .	Idem.
Finspong.. . . .	Idem . . . . .	Se rompió la cabeza del proyectil.
Idem. . . . .	No se midió la penetracion.	El proyectil quedó pegado en la plancha y sin romperse.
Pallisser. . . . .	Casi atravesó. . . . .	Se rompió el proyectil.
Idem. . . . .	Idem.. . . .	Idem.
Idem. . . . .	Idem.. . . .	Idem.
Idem. . . . .	Atravesó. . . . .	Idem.

PROYECTILES DE ACERO.

Terre Noire. . . .	Penetracion 8" . . . . .	No se rompió el proyectil.
Idem. . . . .	Idem 10" . . . . .	Idem.
Whitworth. . . .	Atravesó.. . . .	Idem y apenas se deformó.
Idem. . . . .	Idem.. . . .	Idem.
Hadfield. . . . .	Casi atravesó. . . . .	Se rompió algo el proyectil.
Idem. . . . .	Penetracion $9\frac{1}{2}$ " . . . . .	Idem.
Idem. . . . .	Idem $10\frac{3}{4}$ " . . . . .	No se rompió el proyectil.
Landore. . . . .	Idem $9\frac{1}{2}$ " . . . . .	Se rompió el proyectil.
Idem. . . . .	Idem.. . . .	Idem.
Vickers.. . . .	Idem $10\frac{1}{2}$ " . . . . .	Se rompió la base del proyectil.

Vickers (acero)	}	Penetracion 8 $\frac{1}{2}$ " . . . . .	El proyectil se hizo pedazos.
{ con la punta de hierro templado, chilled). . .			
Cammel (acero)	}	Atravesó. . . . .	Se rompió la punta del proyectil.
{ con la punta de hierro templado, chilled). . .			
Idem. . . . .	Idem.. . . .	Idem. . . . .	Idem.

Los proyectiles Whitworth resistieron esta prueba mucho mejor que los otros, y los de acero de Terre Noire sostuvieron bien el segundo puesto. Poco despues se hicieron experiencias semejantes en Rusia y resultó de ellas gran superioridad para el acero de Terre Noire, pero entonces no se experimentó el metal Whitworth.

Durante los meses de julio y agosto se hicieron cuatro experiencias con los lotes de planchas destinadas á la *Inflexible*. Tenian estas planchas 9" de grueso, de ellas 5  $\frac{1}{2}$ " de hierro y 3  $\frac{1}{2}$ " de acero en su frente, fabricadas por Cammel y compañía. El cañon que se usó fué el de 9", con el que se tiraron tres tiros sobre cada plancha, sin que ningun proyectil llegara al hierro y aunque se agrietó la parte de acero no alcanzaban tampoco las grietas al hierro. El adelanto en el desarrollo del blindaje mixto habia sido maravilloso, demostrando esta experiencia, hecha con planchas tomadas al azar, la seguridad á que se habia llegado en la fabricacion. Sin embargo, debe observarse que se tiró con proyectiles Pallisser de hierro templado que no dieron toda la potencia al cañon, ó mejor dicho, que perdian una importante cantidad de su energía al hacerse pedazos al impacto.

La importancia de esta circunstancia se demostró perfectamente en Spezia en julio de 1879 cuando se probaron proyectiles de distinta fabricacion contra planchas de acero de 28", de Terre Noire. Desgraciadamente las planchas demostraron ser de muy inferior calidad y habiéndose recamarado el cañon para recibir la carga mayor, no puede haber la menor comparacion entre esta experiencia y la verificada en 1876. Las planchas, aunque descansaban en un almohadillado de 20", no estaban empernadas á él, estando todo el blanco sobre una armazon dispuesta como el costado de un buque. El pri-

mer tiro fué con un proyectil Gregorini (*chilled*) que penetró 15", rompió la plancha, haciéndose pedazos el mismo proyectil, cayendo algunos de ellos 10' atrás. El segundo tiro fué con un proyectil Whitworth de acero comprimido que atravesó todo el banco rompiendo la plancha; según se vió después, parecía que la fractura de la plancha no empezó hasta que el proyectil había penetrado 23". El proyectil apenas se deformó: la ojiva quedó algo abultada, pero la punta tan fina como ántes. El tercer proyectil con que se tiró fué Armstrong de acero forjado; penetró 13  $\frac{1}{2}$ " y rompió la plancha, pero quedó el proyectil muy mal tratado y completamente deformado. De los tres proyectiles, solo el Whitworth utilizó toda su energía en el blanco, demostrando que podía atravesarlo por completo, mientras que los otros dos no pudieron hacer daño á aquel á causa de haberse roto el uno y deformado el último.

• Los dinamarqueses construyeron un ariete torpedero (el *Tordenskjold*) y habiéndose propuesto colocarle una cubierta blindada, invitaron á varias fábricas de las más acreditadas, de las cuales cinco (Landore, Marrel, Creuzot, Krupp y Terre Noire), enviaron planchas de prueba, en junio de 1879, habiéndose adicionado una de hierro para que sirviera de tipo. Las planchas tenían 3  $\frac{1}{2}$ " y se empernaron por sus cuatro esquinas á armazones aisladas, no apoyadas en nada á la espalda. El cañón con que se tiró fué el Krupp de 3  $\frac{1}{2}$ " con proyectiles Krupp de acero Bessemer, y no habiéndose roto ni deformado ninguno de dichos proyectiles, dán un exacto término de comparación del valor de las planchas.

Se tiraron tres tiros sobre cada una, y sobre las de Creuzot cuatro, por ser la que mejor resistió.

El parte oficial se expresaba en los siguientes términos:

«Las planchas de acero de Terre Noire, Landore, Krupp y Marrel, demostraron casi la misma resistencia. No fueron atravesadas por ningun proyectil. El metal quedó levantado en los puntos de impacto, alrededor de los agujeros hechos por los proyectiles; por la parte de atrás se produjeron grietas que unian entre sí las abolladuras producidas por cada proyectil, y que se extendían hasta el canto de las planchas. Las planchas de Terre Noire y Landore tuvieron también grietas por sus frentes. Las de Krupp y Marrel quedaron ménos maltratadas.

«La plancha de hierro Marrel resultó algo inferior á estas últimas, y fué »casi perforada por un proyectil, pero el efecto de los tiros fué muy local, »y no se manifestó grieta alguna en las partes abolladas de detrás de las »planchas.

»La plancha del Creuzot demostró condiciones muy superiores á las de- »más. Aunque recibió cuatro tiros, las abolladuras de detrás de los impactos »fuéron pequeñas y sin que se produjeran grietas por ninguna de sus ca- »ras. El metal pareció ser mucho más homogéneo, habiéndosele dado la »preferencia.»

Cerrado el contrato con el Creuzot, en noviembre de 1879 se probaron diversos lotes de planchas, cuyas pruebas tienen especial interés, pues demuestran el poder de resistencia al tiro directo de las planchas delgadas de acero. Todas ellas se probaron sin almohadillados ni respaldo alguno y con el cañon Krupp de  $3\frac{1}{2}$ " , cuyo proyectil, que pesa  $16\frac{1}{2}$  libras, no se rompió ni se deformó de un modo apreciable en ningun caso.

La primera plancha que se probó fué una de  $1\frac{1}{2}$ " , contra la que se hicieron cuatro disparos: dos de ellos apénas abollaron la plancha por detrás, aunque uno produjo dos grietas insignificantes; los otros dos, uno hizo un agujero de  $1\frac{1}{2}$ " de diámetro, y el cuarto atravesó la plancha y produjo tambien pequeñas grietas; pero en general los efectos fuéron completamente locales y ninguna grieta se cruzó con las otras. La energía de los tiros fué de 5,2 p.-t. por pulgadas, y 8,9 en el que atravesó.

La segunda plancha era de acero Schneider, con  $2\frac{1}{4}$ " : el primer tiro produjo una grieta imperceptible, y el tercero dos grietas por detrás y á partir del sitio del impacto. Ningun proyectil atravesó la plancha. Energía 8,9 p.-t. por pulgada (fig. 2, lám. 1; en la pág. 12 se dió á esta lámina equivocadamente otro número).

La tercera plancha era de  $3\frac{1}{2}$ " ; el primero y segundo tiro fuéron con energía de 12,6 p.-t. por pulgada, produciéndose un abollamiento de poco más de media pulgada, sin ninguna grieta. El tercer tiro fué con 16,9 p.-t. por pulgada, obteniéndose el mismo efecto; y por último, el cuarto, con 21 p.-t. por pulgada, rompió la plancha por detrás, aunque abriendo muy pequeño agujero.

En mayo de 1880 se probó una plancha de Wilson, que dió excelentes resultados, debidos á una ligera modificacion en su sistema de fabricacion. Se colocó vertical la parte de hierro, y formándole un molde al frente, se vertió el acero fundido, miéntras que ántes se hacia sobre la plancha horizontal. La plancha tenía 9" de espesor, como las del *Inflexible*, sólo que 5" eran de hierro y 4 de acero. Se tiró con el cañon de 9", dando mejor resultado que las del *Inflexible*, así como otra experiencia que se hizo poco despues y que dió aún mejores condiciones, lo que parecia garantizar el éxito de la modificacion en la forma de fabricacion. (Puede verse la lámina del tomo VII de la *Revista general de marina*, pág. 103.)

Antes de terminar la primavera de 1880, la fabricacion de planchas mixtas y de acero se habia perfeccionado mucho, lo que exigió nuevás pruebas comparativas. Las casas de Cammel y compañía y Brown y compañía, en Inglaterra, eran los fabricantes más notables de planchas compound, miéntras que Schneider y compañía, en Francia, sostenian en primera línea los blindajes de acero. Desde las experiencias de la Spezzia en 1876, la fábrica de Creuzot (Schneider), no sólo habia aumentado sus recursos con el montaje del martinete de 80 toneladas y demás aparatos anexos, como hornos y cabrias del tamaño correspondiente, sino que el estudio constante de las condiciones de las planchas de acero habia perfeccionado mucho su fabricacion. En Inglaterra, los créditos otorgados por el ministerio de la Guerra á las casas Cammel y Brown, les habia permitido salir rápidamente del primer período en que casi hicieron fiasco, y producir grandes planchas compound con tanta rapidez y seguridad en la regularidad de su eficacia, como pocos años ántes las habian obtenido con las planchas de hierro.

En julio de 1880 se hizo una experiencia en Shoeburyness con una plancha Cammel de 18", la mayor construida hasta entónces; cuya plancha tenía 13" de hierro y 5 de acero duro, y contra la que se tiró con el cañon de 38 toneladas y 12 1/2", con carga de combate y proyectil Pallisser. La cabeza del proyectil se quedó pegada á la plancha sin penetrar en el hierro, rompiéndose el cuerpo de aquél; el acero de la plancha se quebró en pequeños pedazos á unas 8" alrededor del punto de impacto, y hubo dos grietas que llegaban al canto de la plancha, aunque ninguna profundizó todo el espesor de ella.

En el verano de este mismo año el gobierno francés inauguró, en Gâvres, una série de experiencias para determinar el blindaje de sus acorazados, y la competencia fué entre las planchas Cammel y las Schneider, de 16 á 22" de espesor. El detalle de estas experiencias no se ha hecho público; pero el gobierno francés se decidió por la plancha compound, principalmente porque aunque quedaba muy maltratada por el cañon rayado de 13", sin embargo, aún cubria el blanco despues del cuarto tiro, miéntras que las de Schneider estaban perforadas ó destruidas al segundo. Aunque la decision fué por el sistema inglés, sin embargo, se sostenia la opinion favorable al acero, y para auxiliar á su fábrica nacional del Creuzot, contrataron con Schneider el blindaje de costado del acorazado *Terrible*.

En abril de 1881 se probaron en Gâvres las planchas Cammel y Schneider, la primera de 13" de hierro y  $4\frac{3}{4}$ " de acero era para la torre del *Requin*, y la segunda, toda de acero de  $19\frac{1}{2}$ " en el canto alto y 16" en el bajo, estaba destinada al costado del *Terrible*. Se tiró con el cañon francés de 32 centímetros ( $12\frac{1}{2}$ "), con proyectil Pallisser de 759 y 150 libras de pólvora, y el resultado fué el siguiente:

Plancha Cammel: el primer proyectil penetró 8", el segundo  $9\frac{3}{4}$ ", y el tercero  $15\frac{9}{10}$ ".

Plancha Schneider: los tres proyectiles penetraron correlativamente,  $9\frac{1}{2}$ ",  $6\frac{1}{8}$ ", y 3".

Las planchas abrieron tres grietas de igual importancia próximamente, cubriendo el blanco perfectamente, sin embargo de que las grietas de la plancha Cammel la dividieron en tres porciones completamente distintas.

La figura 3 dá idea clara del resultado comparativo de la penetracion de los proyectiles.

En diciembre de 1881 se probó otra plancha Schneider del segundo lote del *Terrible*, que dió aún mejor resultado. Se tiró con el mismo cañon, y proyectil de 274 á 300 p.-t. por pulgada. La penetracion fué de 4, 8,9 y  $8\frac{3}{4}$ ", pero la luz de las grietas (fig. 4) no pasó de 0,2", y cuando se separó la plancha del blanco, no sólo seguia entera, sino que el almohadillado estaba en perfecto estado.

A fines de 1880 se probó en Porstmouth una plancha compound, hecha

segun una modificacion de la patente Ellis por Brown y compañía. Consistia la modificacion en preparar una plancha de acero duro para el frente, y otra de hierro forjado, colocarlas las dos en un molde á cierta distancia una de otra, y despues de elevarlas á la temperatura necesaria, verter entre las dos acero fundido, reduciendo en seguida toda la masa al espesor deseado por el laminador. En este caso el espesor primitivo fué de 14" de hierro, 2 de acero duro, y 5 de acero dulce, en total 21", que se redujo á 10<sup>1</sup>/<sub>2</sub>", es decir, á la mitad. Se tiró contra esta plancha con el cañon de 9" y proyectil Pallisser, obteniendo en tres tiros consecutivos 5,5, y 5<sup>1</sup>/<sub>2</sub>" de penetracion, con grietas insignificantes y sólo una de ellas en el acero, por lo que, considerándolo como el resultado más favorable, se dispuso que se construyera con esta clase de planchas la coraza del *Conqueror*.

Desde esta última experiencia (1881) quedó demostrada la posibilidad de construir excelente plancha de acero ó compound, originándose una encarnizada competencia entre los dos sistemas, uno esencialmente inglés y el otro francés. Como es consiguiente, todo lo que dijeron despues los franceses y los ingleses fué en pró del sistema de su nacion respectiva, y por ello es del mayor interés el conocer dos fiascos, públicos y completos, ocurridos á dos planchas, una de acero y otra compound.

En junio de 1881 la fábrica de Cammel y compañía, entregó una plancha de 8" destinada á uno de los acorazados chinos que se construian en Kammersdorf (Prusia), contra la que se tiró con el cañon Krupp de 6<sup>3</sup>/<sub>4</sub>" (17 centímetros) con proyectil Gruson (chilled).

La fuerza viva del proyectil fué de 91 y 92 p.-t., dando por resultado el primer tiro, que la cabeza del proyectil atravesó la plancha y penetró 6" en el almohadillado; el segundo tambien atravesó aquella y penetró 17" en el almohadillado, y el tercero pasó por completo la plancha, que fué desechada.

Pocos meses despues se probó otra plancha del mismo espesor, procedencia y destino, con los siguientes resultados: fuerza viva del proyectil 90 p.-t. en los tres tiros; en el primero no se midió la penetracion, formándose una gran abolladura por la cara interna sin ninguna grieta. En el segundo el mismo resultado con una pequeña grieta, y lo mismo en el tercero, si bien

se veía algo la punta del proyectil. Al tercer tiro aparecía el frente de acero de la plancha como con tendencia á separarse del hierro.

En 1882, los rusos invitaron á los fabricantes Cammel y Schneider á presentar planchas, las cuales se experimentáron en Ocha, cerca de San Petersburgo, en el mes de noviembre. Las planchas tenían 8' por 7' y 12" de grueso. La plancha mixta tenía 8" de hierro por 4 de acero, segun la patente Wilson. El cañon usado fué el ruso de 11", tirándose con proyectiles de acero templado á 120 yardas. El almohadillado fué para las dos de 12" de madera y una plancha de hierro de  $\frac{3}{4}$ "; la plancha Schneider tenía 12 pernos y la Cammel sólo 4.

*Primer tiro.* Plancha Schneider: fuerza viva del proyectil 252 p.-t. por pulgada; penetracion 13". La plancha se rompió en cinco pedazos, que quedaron unidos al blanco por los pernos.

Plancha Cammel: igual fuerza viva en el proyectil; penetracion 5", se produjeron algunas grietas radiales sin importancia, rompiéndose tres de los cuatro pernos.

*Segundo tiro.* Plancha Schneider: fuerza viva del proyectil 151 p.-t. por pulgada; penetracion 16"; se rompió en nueve partes completamente separadas, las primeras grietas se abrieron más, produciéndose tres nuevas de 2" ó 3" de luz (fig. 5).

Plancha Cammel: igual fuerza viva; no se midió la penetracion. Se rompió el último perno cayendo la plancha al suelo. El canto alto de la izquierda se rompió, quedando un pedazo de la parte inferior en la cara de acero como astillado á una profundidad de 1  $\frac{1}{2}$  á 3" (fig 5).

*Tercer tiro.* Plancha Schneider: fuerza viva del proyectil 151 p.-t. por pulgada: completamente atravesada; cerca de la mitad se desprendió del blanco, encontrando á 13' detrás de él un pedazo que pesaba cerca de una tonelada. El proyectil se halló á 740 yardas detrás del blanco, sin el menor daño.

Plancha Cammel: igual fuerza viva; penetracion 3  $\frac{1}{2}$ ". Esta plancha que habia vuelto á ser empernada al blanco, sólo perdió en este tiro una pequeña parte del frente de acero, teniendo algunas pequeñas grietas más en dicha cara. El cuarto tiro se hizo solamente sobre la plancha mixta, con igual resultado que el tercero y quedando aún útil.

En esta prueba demostró la plancha Cammel ser muy superior á la Schneider, sin embargo de que no demostró, como creen algunos, la ventaja del blindaje mixto sobre el acero. Es muy cierto que la plancha Schneider tenía pobrísimas condiciones, pues la penetracion en ella fué grande y se rompió al primer tiro; pero lo que quedó demostrado fué la bondad de la plancha Cammel, que como hemos dicho habia sido ántes igualada en condiciones de resistencia.

En junio de 1882 se probó otra plancha compound con 2" de acero y de un grueso total de 6" en el canto alto y 4 en el bajo, cuya plancha estaba destinada á la línea de flotacion del crucero ruso *Vladimir Monomack*. Se tiró con el cañon de 7" con 35 p.-t. de fuerza viva por pulgada, capaz de atravesar 5  $\frac{1}{2}$ " de hierro forjado. Todos los proyectiles abollaron y agrietaron la plancha, por cuyas grietas habria pasado el agua al tercer tiro.

Muy notable fué la experiencia de una plancha Wilson destinada al blindaje del *Collingwood*, construida bajo el sistema ordinario de un tercio de acero y dos tercios de hierro.

Primero se hicieron tres disparos con el cañon de 9" y proyectil Palliser, y la mayor penetracion fué de 5  $\frac{1}{2}$ ", con pequeñas grietas superficiales, mientras que por la parte inferior la abolladura de cada impacto no llegaba á  $\frac{3}{4}$ ". (Fig. 6, números 1, 2 y 3.)

Viendo que el cañon de 9" era poco potente para la plancha, se hicieron cuatro disparos con el cañon rayado de 10", y en todos la penetracion fué igual y de 4  $\frac{1}{2}$ " : las grietas fuéron diez, pero ninguna pasó de la cara de acero. (Fig. 6, números 4, 5, 6 y 7.)

Poco despues de estas experiencias se hicieron otras en Shoeburyness con una plancha de 11" de Brown y compañía, construida segun la patente Ellis, contra la cual se tiró con el cañon de 9" con tres proyectiles Palliser y uno de acero Cammel. La fuerza viva varió de 322 á 400 p.-t. por pulgada del proyectil, y la penetracion no llegó á 7"; sólo una grieta fué de importancia y las de la parte posterior tenian el grueso de un cabello. El proyectil de acero Cammel se rompió como los Palliser. El resultado se consideró muy favorable, aunque no tanto como el de las planchas destinadas al *Collingwood*.

Como la plancha quedó entera, un gran pedazo de ella se aprovechó po-

cos meses despues para probar el cañon de 38 toneladas ( $12 \frac{1}{2}$ " ) con el que se tiraron dos proyectiles de acero Cammel con una energía de 765 y 757 p.-t. por pulgada. El primer tiro atravesó la plancha, metiendo dentro del almohadillado un disco de ella igual á la seccion del proyectil, pero éste no penetró más y se rompió en pedazos, sin producirse grietas. El segundo tiro que dió cerca de uno de los anteriores, destrozó la plancha arrancando un gran pedazo de acero, separó uno de los cantos, y atravesó el almohadillado, rompiendo en pedazos el proyectil.

En junio de 1882 se probaron contra una plancha Cammel de 4" y en el cañon de 13 libras, unos curiosos proyectiles inventados por Sir William Palliser, que consistian en tener la cabeza independiente del cuerpo: la cabeza era ojival, descrita con un gran radio (dos diámetros), y tenía una série de aletas ó cuchillas triangulares fundidas en ella para ayudar al proyectil en su trabajo de cuña ó corte; el cuerpo de acero estaba dispuesto de modo que contribuyendo con su energía á impulsar la cabeza á través del blindaje, se desprendiera de ella para ahorrar el esfuerzo de arrastrarla á través del metal. Las experiencias no pudieron ser más favorables, pues dos de los proyectiles atravesaron la plancha, y uno ordinario Palliser se hizo pedazos sin producir daño de consideracion. En vista de esto, en la primavera de 1882 se hizo una nueva prueba con el cañon de 64 libras, siendo el resultado completamente contrario, pues el informe decia que fué mayor el daño causado por el proyectil ordinario Palliser que por el modificado.

En noviembre de 1882 apareció en la palestra el cañon de 100 toneladas para terciar en la debatida cuestion entre el blindaje compound y el de acero. El gobierno italiano invitó á los tres notables fabricantes, Cammel, Brown y Schneider, á presentar planchas en la Spezzia para probarlas en competencia y decidir qué sistema debería usarse en la torre de el *Lepanto*, uno de los dos mayores buques del mundo.

Cada fabricante debia presentar una plancha hecha segun su propio sistema, con 10' y 10" de largo, por 8' y 7" de ancho, y  $18 \frac{9}{16}$ " de grueso.

La plancha Cammel era de 13" de hierro por 6" de acero en su frente, conteniendo este  $\frac{59}{100}$  del uno por ciento de carbono; la cara de acero se adaptó por el sistema Wilson y se laminó la plancha desde 30" hasta el grueso

deseado. La plancha Brown tenía próximamente la misma proporción de acero y hierro, y el primero contenía  $\frac{7}{10}$  del uno por ciento de carbono; se fabricó por el método Ellis, de verter acero fundido entre la plancha del frente de acero duro y el cuerpo de hierro. La Schneider era sólida, de acero, y contenía  $\frac{45}{100}$  del uno por ciento de carbono: el frente se templó en aceite hasta una profundidad de 6" próximamente. Las planchas se empernaron á un almohadillado de 20" de roble, además de un armazón de hierro adicional; pero los dos fabricantes ingleses solo emplearon 6 pernos para asegurar sus planchas, mientras que Schneider usó 20.

*Plancha Cammel.—Primer disparo.* (Lám. II, fig. 7.) proyectil de 2000 libras (Gregorini, de hierro templado). Carga 328  $\frac{1}{2}$  libras de pólvora Fossano. Energía del proyectil al choque 371,7 p.-t. por pulgada. Penetración 6,9".

El ángulo derecho de la plancha quedó completamente separado y sujeto por un solo perno. Multitud de grietas del grueso de un cabello se manifestaron en el frente. Toda la plancha se desvió 3" hácia atrás en el sitio herido y se rompieron un perno de la plancha y muchos del almohadillado y armazón del blanco.

*Segundo disparo.* El mismo proyectil; carga 478 libras de pólvora Fossano, energía del proyectil 613 p.-t. por pulgada. Penetración 8".

La plancha se deshizo, y quedó completamente arrancada del blanco; todos los pernos astillados ó arrancados; el almohadillado destrozado y astillado. Un bao de la armazón roto. La plancha abollada por detrás en el punto de impacto.

*Plancha Brown.—Primer disparo.* El mismo proyectil: carga 328  $\frac{1}{2}$  libras Fossano. Energía del proyectil en el momento del choque 373,8 p.-t. por pulgada. Penetración 3".

La plancha tuvo una grieta de consideración que cruzaba todo el frente, y muchas otras apenas perceptibles. Toda ella se separó unas 2" hácia atrás y apareció una ligera concavidad en las cercanías del impacto, mientras que en la Schneider hubo abolladura. No se rompió ningún perno.

*Segundo disparo.* El mismo proyectil y carga 478 libras de la misma pólvora. Energía del proyectil en el momento del choque 612 p.-t. por pulgada. Penetración 8".

La plancha se rompió en seis partes principales de las que una sola quedó sujeta al blanco por dos pernos. El almohadillado de madera quedó destrozado; dos baos se rompieron separándose hácia atrás, y todos los pernos de sujecion del blindaje, ménos dos, se rompieron ó arrancaron.

*Plancha Schneider.—Primer disparo.* (Fig. 9.) proyectil Gregorini de hierro templado, de 2000 libras. Carga 328  $\frac{1}{2}$  libras pólvora Fossano. Energía del proyectil al choque 379,8 p.-t. por pulgada. Penetracion 8  $\frac{1}{4}$ "

Ninguna grieta ni señal de debilidad, ningun perno del blindaje roto, ninguna avería en el almohadillado, y la plancha tampoco se inclinó nada hácia atrás.

*Segundo disparo.* (Fig. 10.) El mismo proyectil; carga 478 libras pólvora Fossano. Energía del proyectil 605 p.-t. por pulgada. Penetracion 9  $\frac{1}{4}$ ".

La plancha se partió verticalmente y continuó agrietándose durante muchos minutos, abriéndose más y formándose otras grietas hasta que la del centro, que era la principal, tuvo 0,9 de pulgada de ancho en el fondo y 0,7 precisamente encima del impacto. Se formaron además profundas grietas del grueso de un cabello, una de las cuales atravesaba por completo la plancha. No se rompió ningun perno.

*Tercer disparo.* (Fig. 11.) El proyectil de 2078 libras, de acero de Terre Noire; la misma carga anterior. Energía del proyectil en el momento del choque 615 p.-t. por pulgada. Penetracion 12  $\frac{1}{2}$ ".

Un gran pedazo del centro de la plancha se rompió y el ángulo derecho alto se corrió un poco para afuera. Se rompió la punta del proyectil y éste, que medía 44  $\frac{1}{2}$ ", se redujo por aplastamiento á 28". El almohadillado quedó algo roto y destrozado; siete baos rotos y fuera de sus sitios, y se desprendió algo un perno.

*Cuarto disparo.* (Fig. 12.) proyectil 2124 libras Gregorini, de acero fundido y templado. Carga 478 libras de pólvora Fossano. Energía del proyectil en el momento del choque 607,7 p.-t. por pulgada. Aquél atravesó la plancha y el almohadillado y se recogió hecho pedazos detrás del blanco. El pedazo de plancha herida fué materialmente deshecho, quedando el mayor de los pedazos colgando de un perno. Algunos de ellos atravesaron el blanco y fuéron á caer á 6' detrás de él.

El siguiente extracto del informe oficial de la comisión italiana es muy interesante, por las conclusiones deducidas y por la luz que dá en cuanto se refiere al desarrollo de la fabricación de grandes planchas de blindaje.

«De un minucioso reconocimiento de las grietas y secciones de fractura resultó que en las planchas mixtas, el acero y también el hierro tenían el grano grueso; distintas capas de metal estaban imperfectamente soldadas, y se veían cavidades y huellas de escorias. También se observó que el espesor de la capa de acero no era uniforme, variando de  $6\frac{1}{4}$  á  $4\frac{3}{4}$ ". En el sitio de la soldadura, el hierro presentaba un aspecto esponjoso, como si fuera de inferior calidad. En general estas anomalías eran más marcadas en la plancha Brown que en la otra mixta, aunque había más regularidad en el espesor del acero.

»Se observó, respecto de las grietas, que mientras en las planchas mixtas eran radiales y concéntricas, en las Schneider eran exclusivamente radiales. Sin embargo, en las planchas compound las grietas estaban formadas por líneas continuas y bien definidas, manifestando marcadamente el efecto de la separación molecular del metal, mientras que en la plancha Schneider, á causa de la fibra especial de su acero, las grietas eran endentadas en todo el espesor del metal. En la plancha Schneider se observó un grano muy fino, uniforme y compacto, que indicaba gran tenacidad molecular. La comisión cree que esta diferencia en las condiciones del metal en los sistemas de corazas puede atribuirse principalmente á la diferencia de fuerza de compresión á que se someten las planchas al fabricarlas. Una gran diferencia se observó en la calidad de los pernos del blindaje. En efecto, los pernos ingleses que se rompieron no presentaban ningún signo de torsión. Precisamente todo lo contrario se observó en los pernos franceses, de los que no se rompió ninguno, y sólo había algunos torcidos, pero sin ningún signo de fractura, como si el metal fuera dulce y dúctil.»

«En vista de los resultados obtenidos, la comisión opina: 1.º, que aunque la plancha Schneider fué perforada á más profundidad, demostró sin embargo ser superior á la compound y más á propósito para proteger los costados de los buques; 2.º, que para dar su opinión sobre el grado de superioridad de la plancha Schneider hubiera sido necesario que todas se hubieran emperna-

do al almohadillado exactamente del mismo modo, y con iguales número y calidad de pernos.

»Otra conclusion que puede deducirse de estos experimentos, lo mismo respecto á las planchas mixtas que á las Schneider, es que la medida lineal de la penetracion que todavía se usa, de comparacion con la de hierro de igual espesor, no puede servir en adelante para medir el valor de la resistencia, puesto que las planchas de los dos sistemas presentan mucha mayor resistencia á la penetracion que á los efectos de destrozo ó destruccion general; así es que en la práctica, aunque una plancha sea más penetrable, si tiene mayor tenacidad, resistirá mejor; y será más potente el proyectil que tenga ménos energía por pulgada de circunferencia si es mayor su energía total. En otros términos, las planchas de metal duro se quiebran en pedazos por un choque menor que el necesario para penetrarlas; lo que manifiesta que esta fuerza, en lugar de emplearse principalmente en obtener la penetracion, puede utilizarse para que el golpe produzca mayor destrozo, como, por ejemplo, haciendo plana la cabeza del proyectil, para que el trabajo relativamente inútil que hace que la punta, busque una abertura y separando las fibras del metal, se aplique á aumentar el esfuerzo contundente y daño general en toda la plancha.

»Esta consideracion es importante para las planchas mixtas, especialmente desde que las experiencias manifiestan que miéntras la dureza de su acero ofrece más resistencia de la necesaria, y aún algo mayor que la de Schneider, á causa de la falta de tenacidad presentan sin embargo, ménos resistencia que esta última á un poderoso esfuerzo contundente.

»De lo dicho podria deducirse que en la práctica no responde ya el sistema de apreciar la fuerza de resistencia de planchas semejantes á las de esta experiencia, tomando la energía por pulgada de circunferencia del proyectil, y que la mejor unidad de medida es la energía total. Igualmente se deduce que el mejor proyectil que debe usarse contra planchas de blindaje moderno no es el que tenga la mayor fuerza viva respecto á su calibre, sino el que posea en absoluto la mayor fuerza total en el impacto.

»La comision no tiene datos suficientes para estimar hasta qué punto puede perfeccionarse la fabricacion de las planchas de blindaje mixtas; pero

parece que se conseguirán ventajas de consideracion tratando de obtener:

- (a) Mayor fuerza en el laminado.
- (b) Uniformidad en el espesor del acero.
- (c) Un sistema de sujecion que impida que las piezas rotas de acero se desprendan del almohadillado.
- (d) Que la calidad del metal de los pernos tuviera el mayor grado de ductilidad posible, para evitar el peligro de rotura.

»La comision, creyendo tener observaciones suficientes para deducir reglas acerca de las tres planchas probadas, opina que las condiciones que se exijan no deben ser inferiores á la que la plancha Schneider ha demostrado poseer; y que las planchas compound con que se proyecta blindar el *Italia* deben someterse á las siguientes pruebas:

»1.<sup>a</sup> Las planchas escogidas se fijarán á un respaldo de 80 centímetros (30"), de modo que el fabricante considere mejor.

»2.<sup>a</sup> Cada plancha recibirá en su centro un proyectil Gregorini (chilled) disparado con el cañon rayado de 100 toneladas á cargar por la boca, y con la fuerza necesaria para perforar un espesor de hierro de un 25 por 100 mayor. La energía del proyectil deberá determinarse por la fórmula de Muggiano.

»3.<sup>a</sup> El proyectil no deberá atravesar la plancha, y ningun pedazo del blindaje habrá de desprenderse del respaldo ó almohadillado á causa de las grietas, sean éstas las que fueren.

»Y finalmente, con objeto de tener seguridad de que las planchas que se presenten á la prueba no son inferiores á las experimentadas en esta ocasion, la comision opina que deben tomarse muestras de cada una, inclusa la que vaya á probarse, sometiéndolas á pruebas mecánicas del mismo modo y bajo las mismas reglas que cuando la fabricacion y prueba de las planchas para el *Duilio* y *Dandolo*.»

Estas notables experiencias, así como las de 1876, produjeron la mayor excitacion entre los artilleros; pero las unas deben considerarse bajo un punto de vista completamente distinto de las otras. Las de 1876 desacreditaron un sistema que habia alcanzado su completo límite de desarrollo; mientras que las de 1882 sólo marcaron un *escalon* más en el nuevo desarrollo. Por

estas últimas no se estableció ni podía establecerse ninguna superioridad absoluta en el desarrollo de un sistema, ni tuvo otra intencion ó deseo el gobierno italiano que obtener una decision sobre *cuáles eran las verdaderas pruebas á que debian someterse los grandes blindajes.*

Grandes censuras mereció la comision por su informe, que se consideró demasiado sóbrio, y especialmente porque sus conclusiones se limitaban casi solamente á los detalles del mejor modo con que debian conducirse las experiencias en las planchas sometidas á prueba; tambien se la acusó de deslealtad, porque habiendo demostrado la plancha Schneider más fuerza de resistencia en la prueba, las que se iban á usar para blindar el *Italia* eran Cammel y Brown. Mas tales recriminaciones procedian de equivocar por completo las circunstancias bajo las que se verificaron las experiencias. Los contratos para el blindaje del *Italia* estaban ya concedidos ántes de la experiencia, y sin prueba comparativa. Estas no tuvieron más objeto que establecer el método de probar las planchas de distintas procedencias; pues existia una gran incertidumbre sobre el modo de hacer los disparos para que las pruebas fueran igualmente justas para los fabricantes y para el gobierno; y si se invitó á Schneider á presentar una de sus planchas, fué para aprovechar la enseñanza en otros buques, caso que se manifestara en ella alguna superioridad. Visto, pues, en su verdadero objeto, el informe es de la mayor importancia, y este método de prueba ha sido adoptado por el gobierno inglés, en lugar del antiguo de tirar tres tiros á los vértices de un triángulo equilátero: la rigidez del nuevo programa traerá sin duda grande y rápido adelanto en las condiciones de resistencia, tanto de las planchas de acero, como de las mixtas.

Con motivo de dicho error de concepto respecto al objeto de las experiencias, en las cámaras italianas la minoría atacó duramente al ministro de Marina por haber dado los contratos para el blindaje del *Italia* á Cammel y Brown, extendiéndose el ataque á toda la gestion del ministerio. El almirante Acton hizo una defensa brillante, y sus argumentos presentaron las ventajas del blindaje compound, bajo el punto de vista más favorable.

No debe, sin embargo, suponerse, como se hizo por muchos, que el almirante condenó el blindaje de acero, ó que consideraba la posibilidad de su desarrollo inferior al mixto: lo único que hizo fué prevenir á sus compatrio-

tas para que no se dejaran seducir por la gran superioridad aparente que demostraron las planchas de acero sobre las compound en las experiencias de Spezzia, citando las de Ochta, en que las planchas mixtas vencieron indiscutiblemente á las de acero. Del mismo modo que tampoco las pruebas de Ochta podían tomarse como concluyentes, desde que la entrega del segundo lote para el *Terrible*, en Gâvres, manifestó que con el acero podían obtenerse excelentes resultados.

Resumiendo todo lo dicho, se vé que el principio del desarrollo de ambos blindajes de acero y mixto, data desde 1858. Después de las primeras pruebas, que no fueron naturalmente satisfactorias, el desarrollo quedó abandonado á la iniciativa particular, á causa de la inmediata necesidad de blindajes y del coste excesivo del acero. Al pasar el grueso de 12 pulgadas de hierro forjado, las dificultades de la fabricación y el peso del blindaje fueron ya superiores á la ventaja que se obtenía del espesor absoluto de la plancha. Las pruebas de 1876 en la Spezzia demostraron, al fin, que el acero había llegado al punto en que podía victoriosamente establecer su supremacía. Cammel y compañía habían trabajado casi sin auxilio para vencer las dificultades que ofrecía el acero, escogiendo la línea de desarrollo de combinarlo con el hierro; y Whitworth, en Inglaterra, también probaba el modo de dominar al acero.

En las primeras experiencias hechas en Inglaterra, se vió que las planchas de acero de Whitworth eran muy superiores á la compound de Cammel; pero la enemistad manifiesta que existía entre las autoridades del gobierno y Whitworth, hicieron que el auxilio oficial se concediera á Cammel. El desarrollo continuó á pasos agigantados; sin duda, más rápido de lo que hubiera sido si Whitworth hubiera sido el favorecido, y esto no tanto por la superioridad de su sistema, sino por razones de carácter personal. Mientras tanto, sin embargo, Schneider alcanzó ventajas pecuniarias en los contratos de los blindajes del *Duilio* y *Dandolo*, pero se halló contrariado en su desarrollo por la necesidad de trabajar con grandes espesores, en vez de hacerlo con términos medios.

Como resultado general, la coraza compound tomó pronto la delantera en el desarrollo; pero esta delantera nunca ha sido grande. Y parece indudable

que á medida que se aproximen á la perfeccion, se irán acercando mutuamente, siendo todavía imposible de predecir si el sistema mixto será el que abandone sus condiciones características, ó será el acero el que adopte las de su contrincante.

Debe recordarse que el fin del blindaje en los buques es alcanzar la mayor resistencia con el menor peso posible; y desde que hay un límite mínimo de espacio que defender, el que ya no puede reducirse más, la reduccion de peso tiene que obtenerse por una reduccion de espesor. Fijándonos primero en la plancha mixta, es evidente que la parte de hierro dá un mínimo de resistencia cuyo principal objeto es conservar la cara de acero duro firme en su puesto. Hoy se pueden obtener grandes superficies duras con facilidad y seguridad, pero todavía no se ha llegado á conclusiones absolutas respecto á las proporciones relativas de las dos partes de hierro y acero. Teniendo en cuenta la gran ductilidad del hierro, se necesita un espesor considerable de acero para ayudar con su gran inflexibilidad á que no ceda el hierro y contrareste un esfuerzo de torsion que arranque y desprenda dicha cara de acero. Si hoy se pudiera utilizar la gran potencia del acero de modo que el acero dulce haga el papel que hoy se asigna al hierro, se obtendria el deseado objeto de la mayor resistencia posible para un espesor dado de metal; y si este sistema se adoptara, la plancha compound vendria á ser verdaderamente plancha de acero, difiriendo únicamente en el modo de fabricacion.

Viniendo ahora al sistema de acero, es evidente que se quiere alcanzar directamente el objeto deseado adoptando el metal de la mayor resistencia en todas sus partes. El elemento de la alteracion molecular entra aquí como una objeccion muy seria para el desarrollo. (El autor estudia extensamente este asunto en otro capítulo de su obra.) Hasta hoy ha sido absolutamente imposible dar á las planchas Schneider la misma cantidad de superficie dura que á las compound, lo cual es, como hemos visto, uno de los caracteres primordiales del verdadero desarrollo con objeto de que el proyectil obre contra sí mismo y se destruya por efecto del choque; pero Whitworth ha realizado el hecho aunque de un modo distinto. Así, pues, parece que con tal que pueda endurecerse la superficie, la verdadera línea del desarrollo es en el sentido de ser toda la plancha de acero. Ante los grandes progresos realizados de 1876

á 1882 por Schneider en sus planchas, y al comparar los resultados de éstas con las planchas de hierro Marrel del *Tordenskjold* y las del *Terrible* y *Requin* del sistema mixto, sería temerario afirmar que no puede darse al acero la dureza necesaria en la cara posterior de la plancha; no habiendo tampoco dicho su última palabra de los sistemas de construcción de Whitworth, Terre Noire y Basic.

Al terminar el capítulo debemos llamar especialmente la atención respecto á la sujeción del blindaje, por la importancia que hoy tiene para la disposición de la coraza.

El sistema de pernos ha sufrido un cambio completo desde que no se permite que aquellos atraviesen toda la plancha. Mientras se conservó el tamaño del perno, el tornillo de rosca de madera y el aro de goma del antiguo sistema, tenía que aumentarse el número de ellos, y la cuestión era de si debía ó no considerarse esto como una solución definitiva. Schneider tuvo notables éxitos usando muchos pernos; y sin embargo de que las planchas compound están en peor condición, por el número limitado de ellos que usan, el verdadero desarrollo parece que está en la disminución de pernos más bien que en aumentarlos, pues son verdaderos elementos de debilidad, destruyen la homogeneidad de la estructura, y aumentan peso y coste total.»

---

Aquí termina el notable capítulo de la obra del teniente Very, que hemos traducido extractándolo ligeramente, y como dijimos al principio, le consideramos de una claridad y sistema incomparables, pues en él se reduce el estudio á un verdadero cuerpo de doctrina, que permite no sólo discernir con perfecto conocimiento del asunto, cuál es la marcha seguida por los dos sistemas rivales nacidos de la insuficiencia del hierro forjado; sino que hasta se puede aventurar cuál es el camino del desarrollo de los blindajes del próximo porvenir, en la lucha que no dejarán de continuar los inmensos capitales, las grandes capacidades científico-industriales y los predicamentos nacionales empeñados en ella. Ahora nos creemos en el deber de seguir la historia de la cuestión hasta llegar al blindaje que en el Creusot se construye para nuestra armada.

La *Revista general de marina* (tomo XI, pág. 733) dió cuenta de las experiencias de la Spezzia de 1882, pero tomándola del *Journal de Débats*, que como publicación política y de origen francés, carecía de los conocimientos é imparcialidad que requieren las narraciones de trabajos de este género; por lo cual creímos mejor insertar íntegro todo lo referente á aquellas experiencias, por la riqueza de detalles y sana doctrina con que las estudia el autor de quien las tomamos; y como de tanto más interés cuanto son el verdadero punto de partida del conocimiento de las grandes corazas, como se les califica ya en el extranjero, en analogía con la nomenclatura de los grandes calibres de los cañones destinados á batirlas. Como recordarán nuestros lectores, las experiencias de 1882 tuvieron por principal objeto redactar un programa de experiencias para las grandes corazas, que fuera igualmente justo para los fabricantes y para los gobiernos; y sin estudiar este programa y las experiencias de que se derivó, se desconocería la verdadera trascendencia de las de octubre y noviembre de 1884.

También dió esta *Revista* (diciembre de 1884) noticia de estos últimos experimentos, limitándose sin embargo á un tiro solo que se disparó el primero de octubre, cuando este no fué sino principio de las experiencias que continuaron en los días 22 del mismo mes y el 5, 6 y 7 de noviembre siguiente. Queríamos describirlas completamente, por el interés que tienen para el acorazado que se construye en Marsella; pero nos limitaremos á lo necesario para no repetir lo ya dicho en la *Revista* y ahorrar los dibujos que tan costosos son para estas publicaciones.

La dificultad y carencia de biblioteca de nuestros buques, bien conocida de todos nuestros compañeros, nos impide el describir experiencias posteriores que tuvieron lugar en Dinamarca, creemos que en marzo de 1884, con una plancha de acero de 225 milímetros, pues no nos atrevemos á hablar de memoria (1) y cuyas experiencias fueron causa de que se modificara el programa de la Spezzia de 1882 cuando en 1884 se quisieron volver de nuevo á comparar las grandes corazas rivales.

---

(1) Los resultados se consignaron en el MEMORIAL DE INGENIEROS de este año, pág. 45.

(N. de la R. del M.)

Este nuevo programa fué el siguiente:

1.º Hacer sobre el centro de cada plancha un disparo normal con el cañon de 43 centímetros á cargar por la recámara, y con un proyectil Krupp de acero forjado de 835 kilogramos, con 570 metros de velocidad; de modo que se produjera una energía total de unos 14.000 m.-t. próximamente.

2.º Hacer á los cuatro ángulos de cada plancha un disparo con el cañon de 25 centímetros, con un proyectil Krupp de acero forjado de 180 kilogramos, con 700 metros de velocidad, y una energía total de 4500 m.-t. próximamente.

Para los tres primeros disparos segun el punto primero del programa, nos referiremos á lo que dijo la *Revista* (tomo xv, pág. 1127), tomándolo del *Engineering*, pero haremos algunas observaciones sobre esta narracion.

En primer lugar las tres planchas, Cammel, Brown y Schneider, se fijaron con 18 pernos, sistema Schneider, exactamente iguales en distribucion inclusive. El cañon á cargar por la boca, previsto en el programa de 1882, se substituyó por el cañon á cargar por la recámara; con lo que no cabia duda de la perforacion de la plancha, puesto que su fuerza viva total era  $\frac{1}{2}$  mayor que la anterior. Por último se agregó todo el segundo punto del programa, y tambien hubo la novedad de que la plancha no descansaba por ninguno de sus lados.

Nada dice la conocida revista *Engineering* del efecto que se atribuyó al ángulo de 4º en que se colocaron las planchas respecto á la línea de tiro, y al que se supone que dió al proyectil un esfuerzo de cuña que hizo saltar un gran pedazo del frente de la plancha Brown, ni á la mayor importancia de las grietas de la Cammel. De la plancha Schneider en que fué casi limpia la brecha hecha por el proyectil, dice que un considerable pedazo de atrás cayó al suelo, detalle que no hemos visto transcrito en otras publicaciones: pudiéramos creer parciales á estas por ser de origen francés, pero en igual caso estaria la publicacion inglesa, y por lo ménos podrémos dudar de que fuera dicho pedazo de consideracion, visto que no aparecia en las fotografías originales que tuvimos ocasion de ver, y aunque fué en manos tan interesadas como un ingeniero de Creusot, la índole del dibujo y la reflexion de que la comision italiana no le dejaria poner un parche para hacer que desapareciese el

desperfecto, aléjan toda sospecha de parcialidad, en lo que toda precaucion es poca. (Figura de la pág. 1129 del tomo xv de la *Revista* citada.)

En esta experiencia (1.º de octubre) se observó que la plancha Schneider consumió toda la fuerza viva del proyectil en el trabajo de perforacion, y que se desarrolló tal cantidad de calor que muchas horas despues del tiro no se podia poner la mano sobre la plancha á 50 centímetros del agujero, indicando la enorme absorcion del trabajo que habia exigido la plancha para ser perforada. Las mixtas estaban completamente frias; y Schneider deduce de ello que caso de ser el tiro con granada, el calor desarrollado la haria reventar antes de tener la perforacion suficiente para producir su efecto; teoría que nos parece harto aventurada, y por nuestra parte solamente la indicámos, con el origen de donde procede.

Despues del tiro de 1.º de octubre de 1884, se completó el segundo punto del programa en los dias 22 del mismo mes y los 5, 6 y 7 de noviembre siguientes, punto que como hemos dicho se referia á los disparos sobre cada uno de los cuatro ángulos de la plancha con el cañon Krupp de 25 centímetros, que dieron los siguientes resultados:

*Plancha Cammel.* (Fig. 13).—*Primer tiro.* Velocidad, 665 metros. El pedazo sobre que dió el proyectil, fué arrancado: diversos pedazos de plancha que pesaban hasta 5 toneladas, cayeron al suelo. La estructura quedó toda averiada. El proyectil se rompió.

*Segundo tiro.* Velocidad, 651 metros. El trozo tocado de la plancha, se rompió en siete pedazos, alguno de los cuales se metió hasta 17 centímetros en la madera. Dos pedazos que pesaban 300 kilogramos, pasaron por el boquete central abierto. La estructura quedó averiada; el proyectil se rompió.

La plancha fué declarada inútil para seguir la experiencia.

*Plancha Brown.* (Fig. 14).—*Primer tiro.* Velocidad, 658 metros. Penetracion, 320 milímetros. Una tercera parte de la plancha vino á tierra. Cuatro pernos rotos; el proyectil roto y la estructura muy averiada.

*Segundo tiro.* Velocidad, 661 metros. Penetracion, 355 milímetros. Tres cuartas partes del costado descubierto; los pedazos proyectados; cinco pernos rotos y la estructura excesivamente averiada.

Se declaró inútil la plancha para continuar la prueba.

*Plancha Schneider.* (Fig. 15).

Tiros.	Velocidad.	Penetracion.	Observaciones.
1. <sup>o</sup>	661	230 milímetros.	4 grietas radiales.
2. <sup>o</sup>	662	290 »	1 » »
3. <sup>o</sup>	658	275 »	4 » »
4. <sup>o</sup>	656	270 »	3 » »

En el segundo y cuarto tiro cayó en cada uno un pedazo de plancha como se ve en la figura al lado del número del impacto. Los proyectiles se rompieron y las ojivas de los cuatro quedaron encastradas en la plancha. Un solo perno roto y otro íntacto arrojado detrás del blanco. La estructura muy poco averiada y la plancha aún en su puesto y útil.

Como se ve, fijándose en las figuras y detalles de lo transcrito, este es el resultado definitivo de las experiencias empezadas el 1.<sup>o</sup> de octubre, y que aunque ya en esta fecha favorables al blindaje Schneider, no fueron entonces suficientemente concluyentes. Como complemento añadiremos que esta coraza se eligió para blindar el buque italiano *Lepanto*, y según noticias, el gobierno de Italia ha rescindido los contratos provisionales hechos con los fabricantes de Sheffield.

Estas experiencias, cuyo estudio sentimos no poder completar porque en este momento no tenemos los datos referentes al análisis de los metales, ni al espesor de la capa de acero templado en la de Schneider, son la última palabra á que han llegado los grandes blindajes y son las que decidieron á nuestro gobierno á aceptarlos, despues de ventilar una enojosa cuestion económica en que los fabricantes hacian incapié favorecidos por la ocasion. Pero de esto mismo y de lo ocurrido con el blindaje del *Italia*, que tan gráficamente describe el teniente Very, se deduce que los gobiernos, al disponer la construcción de sus naves, tienen que marchar forzosamente sobre lo que se considere mejor en aquel momento; viniendo precisamente las experiencias de prueba ó de recibo, á demostrar que no es ya lo mejor, y que era preciso haber ido un poco más allá, ya por un adelanto industrial en cualquiera de los sistemas, ya por nuevos desarrollos, en pólvora, cañones ó proyectiles,

imposibles de prever. Y como á pesar de ello no se pueden tirar los caudales empleados en trabajos empezados, ni tampoco estos quedan absolutamente inútiles para todo, como en el calor de las discusiones modernas se supone hoy por muchos (que no suelen ser los que más lo entienden, y en las otras naciones mucho más que la nuestra, que es bastante decir) hay que continuar dichos trabajos, pues es fuerza empezar el blindaje al mismo tiempo que se pone la quilla, que no hay blindaje ménos resistente al impulso de un proyectil que el que solo es un proyecto, por bueno que sea. Ciertamente, con buenos proyectos y esperando la última palabra, se entretiene á los fabricantes y á la opinion pública y no se incurre en ninguna responsabilidad, pero los buques no salen del astillero; por lo cual no podemos ménos de considerar que la línea de conducta seguida en Italia con el buque del mismo nombre, es la que hay que seguir resueltamente, pues como más de una vez hemos defendido en estas líneas, no es con buques, corazas y cañones en proyecto con los que se ganan los combates.

Las experiencias de Ochoa determinaron el blindaje del *Italia*; la de la Spezzia de 1884, las de *Lepanto*, y las del acorazado en construccion para nuestra marina, que desearíamos poder ya llamar por su nombre, y las pruebas de los siete lotes de la coraza de éste, que deben verificarse en el mismo Creuzot, en Gâvres, ó en Cádiz, á eleccion de nuestro gobierno, es posible que sean la indicacion de que hay que dar otro paso en el empezado desarrollo. Por nuestra parte, consideraríamos del mayor interés no solo que se diera detallada noticia de las experiencias en esta utilísima publicacion para los intereses del Estado referentes á su marina, sino que creemos que de verificarse en Cádiz habria la ventaja de la enseñanza que se podria obtener para todo el personal (cuya mayoría se halla como nosotros, que no hemos visto chocar un proyectil contra una plancha moderna), que así podria juzgar por experiencia propia de esa multitud de detalles imposibles de describir, que hacen que en todo sean los ojos los mejores auxiliares del entendimiento. La firmeza en las convicciones, no es posible de otro modo, y sin embargo, es absolutamente necesaria ante la trasformacion constante del material, y la necesidad de afrontar el problema de elegir entre los grandes blindajes, los blindajes medios ó el abandono absoluto de la coraza en cier-

tos tipos de buques de combate. Estas experiencias pueden llevar además un carácter verdaderamente propio, pues nada más á propósito para ellas que el gran cañon nacional de 37 calibres y 48 toneladas del brigadier de artillería de la armada Sr. Hontoria, con lo que dando nueva faz á dichas pruebas, sería sensible que dejáramos pasar ocasion tan favorable para tomar nuestra parte en el problema militar, científico, é industrial, del desarrollo de los grandes blindajes modernos.

Abordo de la goleta *Caridad*, Santa Cruz de Tenerife, 9 de julio de 1885.

V. M. CONCAS.

---

Fig. 1ª

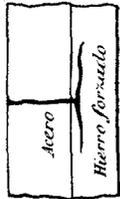
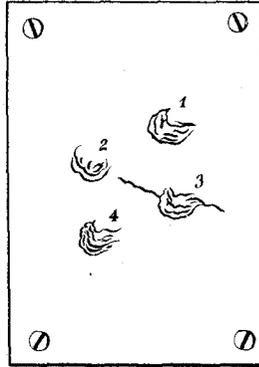
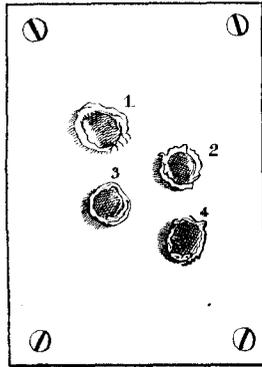


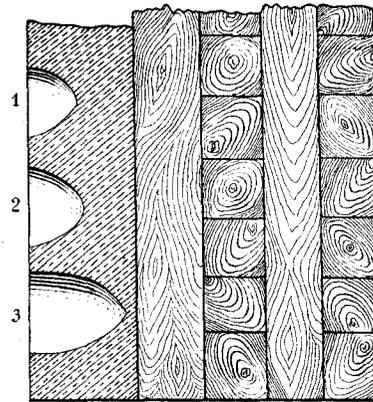
Fig. 2



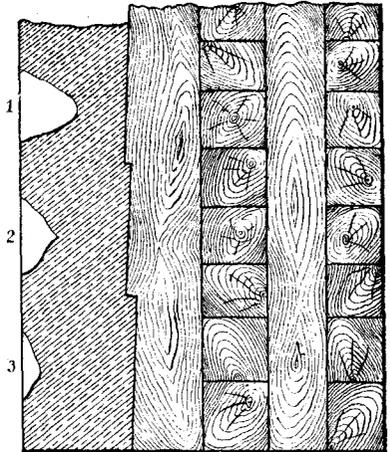
Frete  
Planchas de acero Schneider  
de 2½ pulgadas.

Espalda

Fig. 3.

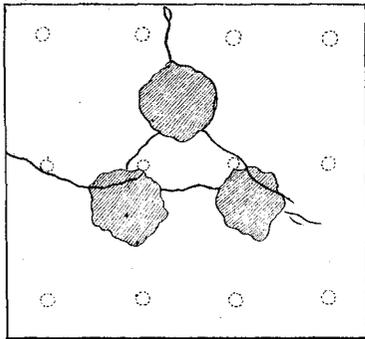


Cammel  
Requin



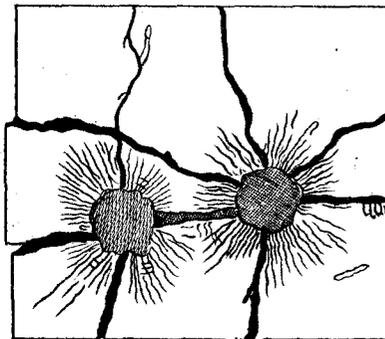
Schneider  
Terrible

Fig. 4

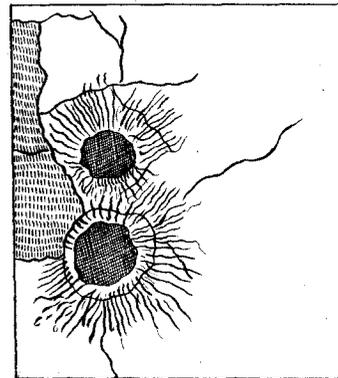


Schneider

Fig. 5

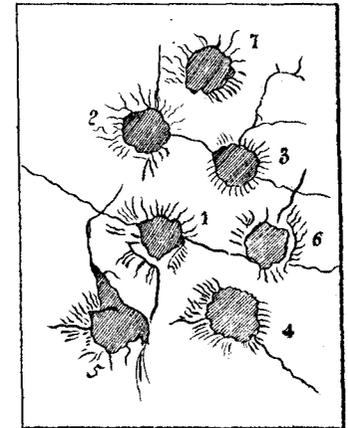


Schneider 12 pulg<sup>s</sup>



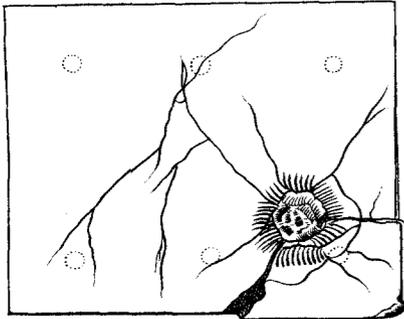
Cammel

Fig. 6



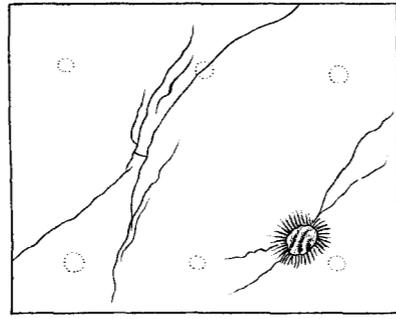
Cammel - 11 pulgadas

Fig. 7



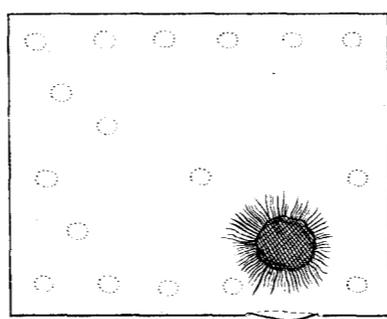
Cammel

Fig. 8



Brown

Fig. 9



Schneider

Fig. 10

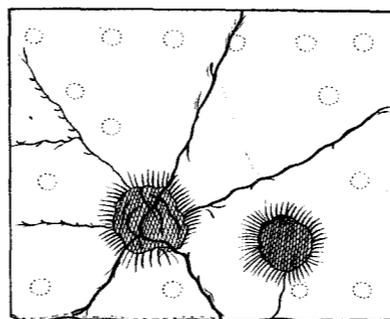
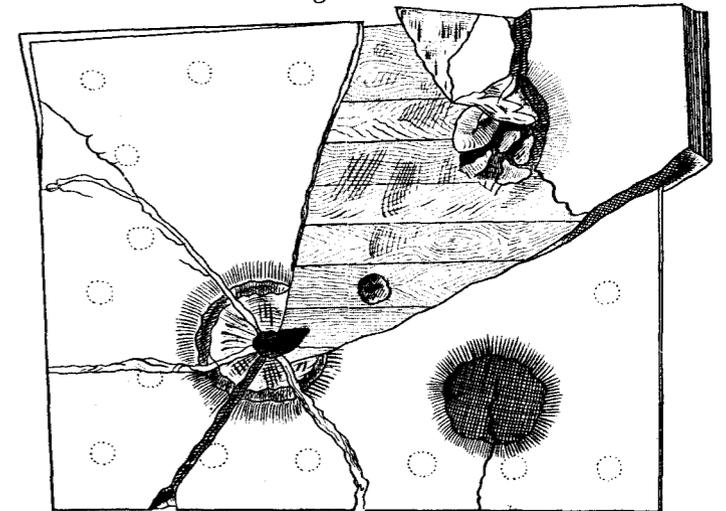
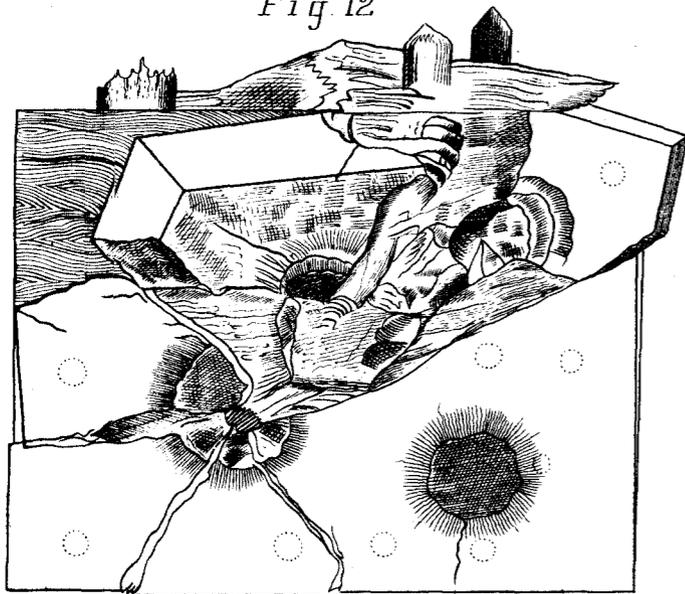


Fig. 11



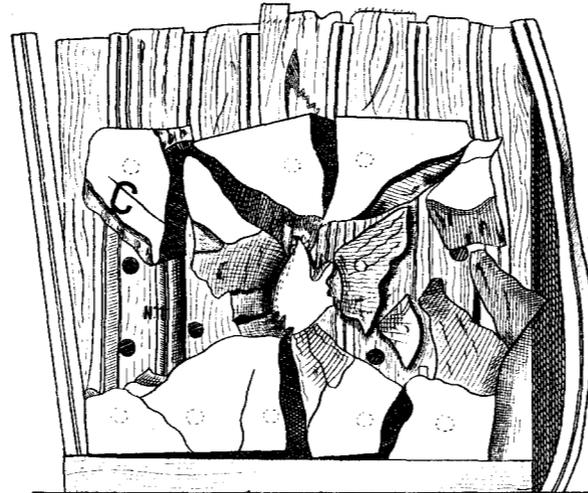
Schneider

Fig. 12



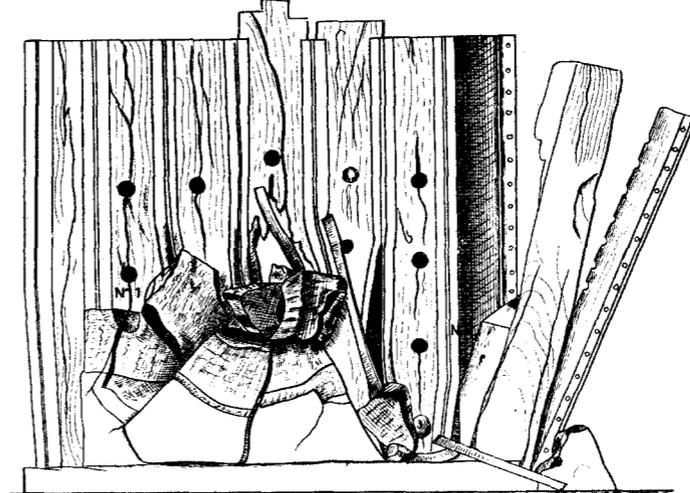
Schneider

Fig. 13



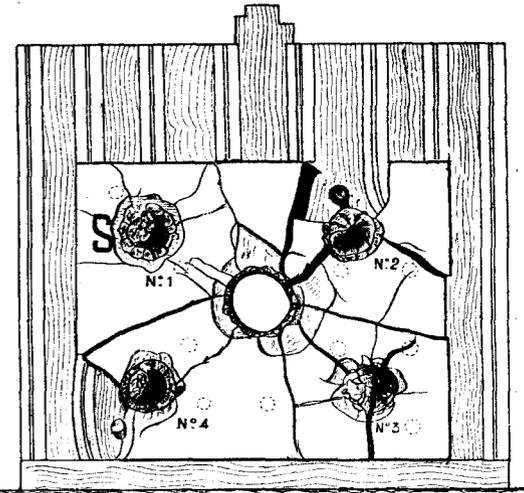
Cammel.

Fig. 14



Brown

Fig. 15



Schneider



DOCUMENTOS OFICIALES.

---



## DIRECCION GENERAL DE INGENIEROS DEL EJÉRCITO.

---

24 marzo 1885.—*Instrucciones para la aplicacion del real decreto de 15 de diciembre de 1884, relativo á la nueva organizacion de las tropas del Cuerpo.*

Dada á las tropas del Cuerpo una nueva organizacion, segun se prescribe en el Real decreto de 15 de diciembre del año próximo pasado, cuyas disposiciones deben regir desde 1.º de abril próximo, he tenido á bien dictar las siguientes instrucciones, que además de las aprobadas por Real órden de 12 de enero último, tendrán presentes para su cumplimiento los Sres. Comandantes generales subinspectores y primeros jefes de las distintas unidades, en la parte que á cada uno corresponda.

### REGIMIENTOS DE ZAPADORES-MINADORES.

#### TROPA.

Del siguiente estado comparativo entre la fuerza de presupuesto que hoy tienen y la que tendrán con arreglo al Decreto citado, se deducen las variaciones que deben introducirse en los regimientos, y son las que á continuacion se expresan:

1.º Dispuesta ya el alta y baja de sargentos 1.ºs que trae consigo la supresion de las compañías de depósito y aumento de dos de telégrafos y otras dos de ferrocarriles, pasarán revista los regimientos con el número de sargentos 2.ºs que tengan despues de disponerse por esta Direccion general las bajas necesarias y las ocasionadas por el actual licenciamiento; quedando sin cubrir las vacantes que ahora resulten de dicha clase hasta la revista de mayo, en cuya fecha ascenderán los cabos 1.ºs correspondientes con la antigüedad de 1.º de abril.

2.º La revista de dicho mes de abril la pasarán con el completo de cabos 1.ºs y 2.ºs

3.º Suprimida la clase de obreros, los que lo son actualmente pasarán á ser soldados 1.ºs ó 2.ºs, segun sus circunstancias.

4.º Pasarán revista en filas todos los soldados del reemplazo de 1884 que no hubiesen sido todavía llamados, completándose la fuerza reglamentaria para 1.º de mayo con el número necesario de reclutas del llamamiento actual.

5.º Los coroneles de los regimientos remitirán á esta Direccion general relaciones del instrumental, atriles, etc., debidamente tasadas, con objeto de que pueda cumplirse cuanto previene el art. 10.º de las instrucciones de 12 de enero último. Remitirán igualmente inventario separado de las partituras que tenga el archivo de las músicas. La existencia ó débito del fondo de éstas pasará á gran masa, carpeta de entretenimiento.

6.º Para auxilio de la música que queda, contribuirá cada regimiento de Zapadores-minadores, con la cantidad de 62,50 pesetas mensuales del fondo de Escuela práctica ordinaria.

7.º Los músicos mayores de los regimientos 2.º, 3.º y 4.º, serán baja en

fin del actual, y con los demás se cumplirá lo dispuesto en el art. 9.º de las referidas instrucciones.

8.º Los mulos que falten para el completo de la dotacion, se adquirirán por compra, cargando su importe al fondo de remonta, cuya cuenta y reclamacion de gratificaciones estará á cargo de los primeros batallones.

*Regimiento de Zapadores-minadores.*

	Sargento de corchetes...	Sargentos 1.ºs.	Sargentos 2.ºs.	Cabos 1.ºs. ....	Cabos 2.ºs. ....	Cornetas.....	Herradores....	Forjadores....	Soldados 1.ºs..	Soldados 2.ºs y Obreros.....	Total de tropa.	Armero.....	Mulos.....
Fuerza actual de presupuesto	1	10	48	50	48	16	»	»	32	476	681	1	6
Deberá tener segun la nueva organizacion..	1	8	32	42	32	16	2	2	32	556	723	1	12
Sobran.....	»	2	16	8	16	»	»	»	»	»	42	»	»
Faltan.....	»	»	»	»	»	»	2	2	»	80	84	»	6

REGIMIENTO DE PONTONEROS.

El siguiente estado de la fuerza actual del mismo y de la de su nueva plantilla, indica las variaciones que deben introducirse.

1.º Es aplicable á este regimiento lo dispuesto para los de Zapadores-minadores en los artículos 1.º, 2.º, 3.º y 4.º

2.º Suprimida una plaza de sillero-guarnicionero, será baja en el mismo el maestro Pedro Torralba.

3.º Las plazas de los dos maestros carreteros y dos herreros que se aumentan, se cubrirán mediante oposicion, análogamente á lo que se hace para los armeros.

4.º Como actualmente tiene el regimiento 58 caballos y 118 mulas, sólo debe comprar dos de estas últimas para completar el número reglamentario.

*Regimiento de Pontoneros.*

	Sargento de corchetes.....	Sargentos 1.ºs.	Sargentos 2.ºs.	Cabos 1.ºs. ....	Cabos 2.ºs. ....	Trompetas. ....	Pontoneros 1.ºs.	Pontoneros 2.ºs y Obreros....	Herradores....	Forjadores....	Total de tropa.	Armero.....	Silleros.....	Maestros. Carretero.	Herrero..	Caballos.....	Mulas.....
Fuerza actual de presupuesto	1	5	24	33	32	12	32	272	4	4	419	1	2	»	»	75	120
Deberá tener..	1	4	20	21	16	8	16	349	4	2	441	1	1	2	2	58	120
Sobran. ....	»	1	4	12	16	4	16	»	»	2	55	»	1	»	»	17	»
Faltan.....	»	»	»	»	»	»	»	77	»	»	77	»	»	2	2	»	»

## BATALIONES DE FERROCARRILES Y TELÉGRAFOS.

Los adjuntos estados de las plantillas actuales y los de la nueva organización, indican las variaciones en el personal de tropa.

*Batallon de Ferrocarriles.*

	Sargentos 1. <sup>os</sup> .	Sargentos 2. <sup>os</sup> .	Cabos 1. <sup>os</sup> ....	Cabos 2. <sup>os</sup> ....	Cornetas.....	Herradores....	Forjadores....	Soldados 1. <sup>os</sup> ..	Soldados 2. <sup>os</sup> ..	Total de tropa.
Tiene la seccion de Ferrocarriles.. . . . .	2	16	17	16	4	»	»	60	60	175
Deberá tener el batallon. . . . .	4	24	25	20	8	1	1	16	302	401
Sobran. . . . .	»	»	»	»	»	»	»	44	»	44
Faltan. . . . .	2	8	8	4	4	1	1	»	242	270

*Batallon de Telégrafos.*

	Sargentos 1. <sup>os</sup> .	Sargentos 2. <sup>os</sup> .	Cabos 1. <sup>os</sup> ....	Cabos 2. <sup>os</sup> ....	Cornetas.....	Herradores....	Forjadores....	Soldados 1. <sup>os</sup> ..	Soldados 2. <sup>os</sup> ..	Total de tropa.
Tiene la seccion de Telégrafos	2	28	17	16	6	2	2	16	132	221
Deberá tener el batallon. . . . .	4	24	25	20	8	2	2	16	300	401
Sobran. . . . .	»	4	»	»	»	»	»	»	»	4
Faltan. . . . .	2	»	8	4	2	»	»	»	168	184

1.<sup>o</sup> El jefe del detall del Tren de servicios especiales, dispondrá se hallen presentes para la revista de abril todos los soldados del reemplazo de 1884, que aún no se hubiesen incorporado á las filas, distribuyéndolos entre los nuevos batallones de Telégrafos y Ferrocarriles, de modo que cada uno de ellos tenga próximamente igual número del total de hombres de dicho llamamiento.

2.<sup>o</sup> Dentro de cada uno de estos batallones, se repartirán los soldados y clases de manera que sus cuatro compañías resulten con igual fuerza y de los mismos llamamientos á ser posible.

3.<sup>o</sup> Para la revista de mayo se completará la reglamentaria con el número de individuos del actual reemplazo que sean necesarios.

4.<sup>o</sup> Para 1.<sup>o</sup> del próximo abril se harán en los dos batallones los ascensos á sargentos 2.<sup>os</sup>, cabos 1.<sup>os</sup> y 2.<sup>os</sup>, con objeto de cubrir las vacantes que resulten.

5.<sup>o</sup> No habiendo en los citados batallones plazas de armeros, sillero y



Como se ha dispuesto para los batallones de Telégrafos y Ferrocarriles, la Brigada topográfica cubrirá en 1.º de abril las vacantes de clases que tenga, y las de soldados en 1.º de mayo con reclutas del llamamiento actual.

## SECCIONES DE OBREROS Y ORDENANZAS DE LA ACADEMIA.

### Seccion de Obreros.

	Sargentos 1.ºs.	Sargentos 2.ºs.	Cabos 1.ºs. ....	Cabos 2.ºs. ....	Cornetas.....	Obreros.....	Total de tropa.
Tiene la Seccion. . . . .	1	3	2	2	1	21	30
Deberá tener.. . . .	1	2	3	2	1	51	60
Sobran.. . . .	»	1	»	»	»	»	1
Faltan... . . . .	»	»	1	»	»	30	31

1.º Es aplicable á estas Secciones lo que se ha prevenido para la Brigada topográfica, respecto á ascenso de clases para 1.º de abril y cubrir las vacantes de soldados para 1.º de mayo.

2.º Las Secciones de obreros y ordenanzas formarán una sola compañía bajo el mando del capitán y teniente que se asigna en la plantilla á la Seccion de obreros, y teniendo por jefes al comandante y detall de los talleres, que intervendrán los documentos de contabilidad y todos los asuntos referentes á la misma, pues tendrán respecto á ella iguales atribuciones que tienen respecto á su batallón los tenientes coroneles y comandantes del detall de los regimientos de Zapadores-minadores.

3.º El capitán y teniente de la Seccion de obreros, serán cajero y habilitado de la compañía respectivamente.

4.º El director del Establecimiento Central, que lo es al mismo tiempo de la Academia, dispondrá lo conveniente para vigilar la policía, disciplina y servicio que han de prestar los individuos de la Seccion de ordenanzas dentro de dicha Academia.

## REGIMENTOS DE RESERVA DE ZAPADORES-MINADORES

### Y RESERVAS ESPECIALES.

1.º Para la instalacion de las oficinas de los cuatro regimientos de Reserva, se asignan mil pesetas de la consignacion de Escuela práctica extraordinaria, correspondiente al año económico de 1885 á 1886; pero atendiendo á la perentoriedad de la referida instalacion, compra de libros y efectos, se autoriza á los coroneles de los regimientos activos y respectivos para que de los fondos de los mismos adelanten á aquéllos dicha cantidad, de la que se reintegrarán en el ejercicio próximo una vez formalizadas las cuentas.

2.º Los citados regimientos de Reserva podrán tener cuatro ordenanzas de los respectivos regimientos activos, y nombrados por los coroneles de éstos de entre los individuos de buena conducta y circunstancias.

3.º Los regimientos de Reserva se llamarán «1.º, 2.º, 3.º y 4.º regimientos de Reserva de Zapadores-Minadores», correspondiéndose con los de igual numeracion activa.

El conjunto de individuos que estén en dicha situacion y sean procedentes de Pontoneros, se denominará «Reserva de Pontoneros», y análogamente se verificará con las Reservas de Telégrafos, Ferrocarriles y Obreros. La agrupacion de todas éstas se denominará «Reservas especiales del Cuerpo de Ingenieros», que estarán á cargo del teniente coronel, comandante y dos capitanes de la Direccion técnica de comunicaciones.

4.º En 1.º del próximo abril serán alta en los regimientos de Reserva todos los individuos que, encontrándose en situacion de 2.ª reserva, hayan servido en los activos de Zapadores-minadores y Seccion de Academia y residen dentro de la demarcacion asignada á cada uno de éstos para su reemplazo por el Real decreto de 15 de diciembre último. Los de la reserva activa (ántes situacion de licencia ilimitada) que estén en las mismas condiciones, estarán afectos á dichos regimientos de Reserva, pero sin ser baja en sus cuerpos, que conservarán por tanto toda su documentacion.

Los individuos de las dos reservas que hayan servido en el antiguo regimiento Montado, Brigada Topográfica y Seccion de Talleres, cualquiera que sea su residencia, se agruparán por especialidades: formando así las Reservas especiales ó estando afectos á ellas, segun su situacion.

Para su clasificacion se tendrá solamente presente la especialidad en que servían al pasar á la situacion de licencia ilimitada.

5.º Tambien serán alta en los regimientos de Reserva y Reservas especiales, todos los individuos que habiendo servido en Ingenieros hayan sido declarados reclutas disponibles ó exceptuados del servicio activo.

6.º Los sargentos, cabos y soldados de la Seccion de Academia, al corresponderles el pase á la reserva activa, serán baja definitiva en la misma y alta en el regimiento activo de que procedan, al que se remitirá toda su documentacion, quedando afectos al de Reserva correspondiente.

Madrid 24 de marzo de 1885.—GASSÉT.

# ÍNDICE

DE LAS DISPOSICIONES INSERTAS

EN LA

## COLECCION LEGISLATIVA

DEL EJÉRCITO

*que pueden interesar á los lectores del MEMORIAL DE INGENIEROS.*



MADRID

IMPRESA DEL MEMORIAL DE INGENIEROS

1885



# INDICE

## de disposiciones de la «Coleccion legislativa del ejército». (1)

1885	Páginas de la C. L. del ejército.
Enero 1. <sup>o</sup>	<b>Delitos.—Ultramar.</b> —Que para juzgar y penar los delitos perpetrados contra la propiedad, cometidos en América y Oceanía, deben computarse los reales fuertes por reales de vellon. . . . . 15
» 2.	<b>Uniformes.—Oficiales generales.</b> —Autorizando á los oficiales generales y sus asimilados, para que en los actos á pié puedan usar una capota de paño azul y la gorra aprobada por real órden de 1. <sup>o</sup> de agosto último. . . . . 16
» 3.	<b>Ingenieros.—Organización.—Ultramar.</b> —Disponiendo continúen en el ejército de la isla de Cuba las direcciones sub-inspecciones de artillería é ingenieros. . . . . 129
» 7.	<b>Ingenieros.—Organización.—Ultramar.</b> —Aprobando la organización dada al cuerpo de ingenieros en el ejército de la Isla de Cuba. . . . . 134
» 8.	<b>Ultramar.—Retiros.—Abonos.</b> —Que sea de abono para el retiro por ultramar, el tiempo que los jefes y oficiales de aquellos ejércitos permanezcan en la península en uso de licencia, para atender á la curacion de heridas recibidas en campaña. . . . . 73
» 9.	<b>Licencias al extranjero.—Clases de tropa.</b> —Que á los sargentos y cabos del ejército que reunan las condiciones que determinan las reales órdenes de 26 de agosto de 1882 y 3 de octubre de 1884, puede concedérseles licencia por dos meses para el extranjero. . . . . 17
» 10.	<b>Material de campamento.—Alojamientos.—Prácticas en el campo.</b> —Que se limite cuanto sea posible el suministro del material de campamento para servicios que no sean el de campaña. . . . . 25
» 10.	<b>Ultramar.—Ascensos.—Sargentos.</b> —Que la antigüedad que ha de contarse, en sus ascensos reglamentarios, á los sargentos del ejército de Cuba, sea la de el primero del mes siguiente al en que ocurra la vacante. . . . . 41
» 12.	<b>Academia general militar.—Plan de estudios.</b> —Introduciendo algunas variaciones en el plan de estudios de la academia general militar. . . . . 26
» 13.	<b>Cruces.—Juicio contradictorio.</b> —Que no se dé curso á las instancias solicitando juicio contradictorio para obtener la

(1) Como prometimos en el año anterior, empezámos este índice por órden correlativo de fechas, con objeto de que nuestros suscritores puedan encontrar fácilmente el extracto de cualquier disposicion que necesiten, y acudir á la página correspondiente de la *Coleccion Legislativa del Ejército*, si les fuese indispensable consultar el texto de ella. No se mencionan las publicadas integras en el *Memorial*.

		cruz de segunda clase de San Fernando, cuando haya transcurrido el plazo legal. . . . .	27
Enero 13.	<b>Ultramar.</b> — <i>Regreso á la Península.</i> — <i>Inútiles.</i> —Dictando reglas para las propuestas de las clases de tropa peninsulares que deben regresar á España, y determinando el cuadro de enfermedades en que han de fundarse las de inútiles. . . .		28
» 14.	<b>Revistas anuales.</b> — <i>Reservas.</i> —Que los individuos de los batallones de reserva y de depósito, pasen la revista anual, dándose por terminada el primero de marzo próximo. . . .		31
» 14.	<b>Ingenieros.</b> — <i>Indemnizaciones.</i> — <i>Personal del material.</i> —Derogando la real órden de 7 de agosto último, y determinando las indemnizaciones que corresponden á los empleados del material de ingenieros y del de artillería. . . .		32
» 15.	<b>Capellanes.</b> — <i>Gratificaciones.</i> —Autorizando á los capellanes del ejército para asistir montados á los ejercicios y paseos militares, pero sin derecho á gratificación. . . . .		33
» 15.	<b>Presupuestos.</b> — <i>Acuartelamiento.</i> — <i>Acoronamientos.</i> —Modificando la real órden de 22 de diciembre último, y disponiendo el capítulo á que debe aplicarse lo devengado por acoronamientos contra el cólera, y lo invertido en saneamiento de cuarteles. . . . .		33
» 16.	<b>Instancias.</b> —Que no se cursen las instancias de pension que se eleven fuera de los trámites legales y que no vayan acompañadas de los documentos reglamentarios. . . . .		34
» 16.	<b>Ultramar.</b> — <i>Remonta.</i> —Que los jefes y oficiales de las armas de caballería y artillería del ejército de Filipinas, tienen derecho á la propiedad del caballo de que se sirvan durante seis años consecutivos. . . . .		35
» 16.	<b>Reenganches.</b> — <i>Sargentos.</i> — <i>Ultramar.</i> —Que la real órden de 4 de julio de 1884, dictando reglas para el reenganche de los sargentos, no es aplicable al ejército de Filipinas. . . . .		337
» 17.	<b>Impuestos.</b> — <i>Perros.</i> —Que no están exentos del impuesto sobre los perros de su propiedad, los jefes y oficiales del ejército. . . . .		36
» 20.	<b>Raciones.</b> —Que se recomiende á los cuerpos montados el estricto cumplimiento de las reales órdenes de 29 de setiembre de 1882 y 16 de febrero de 1884, que determinan el derecho y casos en que pueden beneficiarse las raciones. . . . .		47
» 21.	<b>Ingenieros.</b> — <i>Indemnizaciones.</i> —Dictando reglas para el abono de indemnizaciones por visitas á las obras de importancia, fuera de la residencia del personal que las haga. . . . .		39
» 21.	<b>Academia general militar.</b> — <i>Plan de estudios.</i> —Modificando los artículos 108 y 111 del reglamento de la academia general militar, relativos á estudios. . . . .		49
» 24.	<b>Suministros.</b> — <i>Luces.</i> —Que sólo en casos extremos y bien justificados se soliciten luces extraordinarias en los edificios militares. . . . .		51

1885

Páginas  
de la C. L.  
delejército.

Enero 26.	<b>Academias.—Profesores.—Destinos.</b> —Que se participe á la direccion general de instruccion militar, cuando algun profesor ó ayudante de profesor esté próximo al ascenso, para determinar si ha de continuar en la academia hasta concluir el curso. . . . .	69
» 27.	<b>Academia general militar.—Aspirantes.—Programas.</b> —Introduciendo modificaciones en el programa de exámenes para el ingreso en el año de 1886 y siguientes. . . . .	70
» 27.	<b>Personal de reemplazo.—Asistencia médica.</b> —Que se haga extensiva á todos los jefes y oficiales en activo la regla séptima de las instrucciones de 14 de setiembre de 1881, para asistencia médica á los de reemplazo. . . . .	71
» 27.	<b>Indemnizaciones.—Actas.</b> —Que los oficiales de ingenieros y administracion que intervengan en los expedientes de indemnizacion, se limiten á firmar el acta, si están conformes con los peritos. . . . .	75
» 30.	<b>Ultramar.—Licenciados.—Embarque.</b> —Que las listas de embarque de los licenciados de Cuba sean numéricas, y por grupos de individuos de igual procedencia y destino. . . . .	89
» 30.	<b>Reemplazos.—Pasaportes.</b> —Que se expidan pasaportes á los individuos de reservas llamados al servicio activo. . . . .	90
» 31.	<b>Reemplazos.</b> —Determinando á quién compete aplicar la ley de reemplazos hasta el acto de la entrega de los mozos en caja, y la forma en que las autoridades militares pueden pedir la nulidad de las sustituciones. . . . .	78
» 31.	<b>Supernumerarios.—Antigüedad.</b> —Determina que la pérdida de antigüedad que han de sufrir los jefes y oficiales que permanezcan más de dos años de supernumerarios, será no sólo para los efectos de retiro, sino tambien para el ascenso y demás ventajas. . . . .	81
Febrero 3.	<b>Vuelta al servicio.—Antigüedad.—Clases de tropa.</b> —Determinando la antigüedad que ha de acreditarse á los sargentos y cabos á quienes se conceda la vuelta al servicio. . . . .	91
» 3.	<b>Revistas de armamento.</b> —Que se pasen las revistas de armamento prevenidas por real órden de 18 de setiembre de 1861, excepto en los años en que las haya de inspeccion. . . . .	91
» 3.	<b>Abonos de tiempo.—Retiros.</b> —Concediendo mejora de retiro por abonos al maestro de fábrica D. Benito Gallostegui. . . . .	385
» 5.	<b>Ultramar.—Brigada disciplinaria.—Clases de tropa.</b> —Determinando que las ventajas concedidas á los sargentos y cabos de los cuerpos disciplinarios, son aplicables á los de la brigada disciplinaria del ejército de Cuba. . . . .	94
» 7.	<b>Indemnizaciones.—Reconocimientos de fincas.</b> —Que á los actos de reconocimiento de fincas, en los expedientes de indemnizaciones, asistan los oficiales interventores en union con los peritos. . . . .	95
» 11.	<b>Músicas.</b> —Que las bandas de música del ejército no toquen,	



	se les devuelva el importe de la redencion, pero quedando responsables á extinguir el tiempo de servicio, si por cualquier causa no continuasen en el ejército. . . . .	249
Febrero 25.	<b>Trasportes marítimos.</b> — <i>Ultramar.</i> — <i>Gobernadores.</i> —Que para la aplicacion del art. 1.º de la órden de 9 de mayo de 1874, se tengan presentes los términos en que estén redactados los nombramientos, ó concesiones de pases de los interesados á Filipinas, y declarando que los destinados á los gobiernos político-militares no pierden por ello el derecho á pasaje. . . . .	43
» 26.	<b>Armamento.</b> —Que la infantería, reserva provincial, artillería, ingenieros, guardia civil, administracion y sanidad militar, no usen otro armamento que el fusil Remington, modelo 1871, y que no se dé dicha arma á otras fuerzas sin prévia órden del ministerio de la Guerra. . . . .	44
» 26.	<b>Armas.</b> — <i>Experiencias.</i> —Disponiendo la distribucion de armas repetidoras á varios cuerpos del ejército, determinando las experiencias á que han de sujetarse, y dando instrucciones para su manejo. . . . .	273
» 27.	<b>Academias.</b> — <i>Profesores.</i> — <i>Destinos.</i> —Que los profesores que asciendan durante el curso, continúen al frente de sus clases hasta la terminacion de éste. . . . .	251
» 27.	<b>Ultramar.</b> — <i>Embarque.</i> — <i>Prórogas.</i> —Que la real órden de 2 de setiembre de 1884, no tiene carácter general, ni puede hacerse extensiva á los cuerpos de escala cerrada. . . . .	297
» 29	<b>Incorporaciones.</b> — <i>Reemplazos.</i> —Disposiciones que deberán adoptarse para la inmediata incorporacion á sus destinos de los individuos de la clase de tropa llamados al servicio. . . . .	48
Marzo 2.	<b>Reemplazos.</b> — <i>Ultramar.</i> —Dictando reglas para el sorteo de los reclutas del actual reemplazo, que han de pasar á los ejércitos de Ultramar. . . . .	172
» 3.	<b>Procedimientos.</b> — <i>Fiscales.</i> — <i>Secretarios.</i> —Que sólo los nombramientos de fiscales y secretarios, en causas que sean de la competencia del consejo de oficiales generales, han de hacerse por la autoridad judicial del distrito. . . . .	253
» 3.	<b>Consejos de guerra.</b> — <i>Vocales.</i> —Que no están exentos del servicio de vocales de los consejos de guerra de oficiales generales, los brigadieres secretarios de los consejos de inútiles y huérfanos de la guerra, de la península y ultramar. . . . .	254
» 3.	<b>Ultramar.</b> — <i>Sargentos.</i> — <i>Antigüedad.</i> —Determinando la antigüedad que corresponde á los sargentos que pasaron al ejército de la Isla de Cuba, con opcion á las ventajas que concedia la real órden de 9 de julio de 1877. . . . .	255
» 6.	<b>Destinos.</b> — <i>Ultramar.</i> — <i>Sueldos.</i> —Anulando los destinos á Cuba de los oficiales que no tienen cabida en las nuevas plantillas en aquel ejército, y determinando el sueldo que han de disfrutar hasta fin del mes de marzo. . . . .	256

1885

Páginas  
de la C. L.  
del ejército.

Marzo	6.	<b>Responsabilidad.</b> — <i>Armas.</i> —Responsabilidad que ha de exigirse á los cuerpos que tengan que cambiar su armamento por haberse variado el modelo del que usaban. . . . .	257
»	6.	<b>Suministros.</b> — <i>Reclutas.</i> —Que la real órden de 9 de febrero de 1882, sobre suministros á los reclutas útiles condicionales, no tiene efecto retroactivo, debiendo aplicarse solamente desde la fecha en que se dictó. . . . .	258
»	7.	<b>Penas.</b> — <i>Sentenciados.</i> — <i>Presidios.</i> —Determinando los puntos en que los penados militares han de sufrir la prision militar correccional. . . . .	260
»	9.	<b>Suministros.</b> — <i>Transeuntes.</i> —Que el suministro á los individuos transeuntes se verifique con arreglo á lo dispuesto en la real órden de 23 de abril de 1868, y el de pienso al ganado de la guardia civil de Avila se satisfaga en metálico. . . . .	261
»	10.	<b>Reemplazo.</b> — <i>Reclutas.</i> — <i>Expedientes.</i> —Determinando el destino que debe darse á los reclutas pertenecientes á reemplazos anteriores cuyos expedientes no hayan sido revisados. . . . .	262
»	10.	<b>Créditos.</b> — <i>Devengos.</i> —Que no pueden los cuerpos reclamar el abono de cantidades, fundándose en lo determinado en la real órden de 10 de mayo de 1884. . . . .	263
»	12.	<b>Ingenieros.</b> — <i>Obreros.</i> — <i>Hojas de servicios.</i> — <i>Hojas históricas.</i> —Reformando algunos artículos del reglamento para el personal del material de ingenieros. . . . .	265
»	13.	<b>Ultramar.</b> — <i>Destinos.</i> —Que los alumnos de las academias de ultramar que al ascender á alféreces vengan á la península á prestar sus servicios, sean colocados en los cuerpos activos que elijan. . . . .	270
»	16.	<b>Vacunacion.</b> — <i>Servicio.</i> —Recomendando á las autoridades militares el cumplimiento de la real órden de 12 de mayo de 1882, sobre vacunacion del ejército, y que se rebaje de todo servicio á los individuos que se vacunen, en los dias siguientes á dicha operacion. . . . .	272
»	16.	<b>Licencias temporales.</b> — <i>Prórrogas.</i> — <i>Reconocimientos.</i> —Aprobando las instrucciones para la concesion de licencias á los jefes, oficiales y clases de tropas del ejército. . . . .	298
»	17.	<b>Ingenieros.</b> — <i>Semáforos.</i> —Que para las obras de reparacion que deben ejecutarse en los semáforos, se forme el proyecto por la comandancia de ingenieros y se remita á la autoridad de marina. . . . .	285
»	18.	<b>Uniformes.</b> — <i>Guardias.</i> —Que los jefes y oficiales usen la guerrera para entrar de guardia, áun los dias festivos y en el real palacio. . . . .	286
»	18.	<b>Ingenieros.</b> — <i>Reservas.</i> —Determina el punto en que deben verificar su presentacion los individuos de tropa de artillería é ingenieros que pasen á la situacion de reserva activa. . . . .	287

Marzo 18.	<b>Suministros.</b> —Determinando cómo deben valorarse las raciones incompletas de etapa, extraídas durante la última campaña. . . . .	288
» 19.	<b>Reservas.</b> — <i>Licencias de caza.</i> —Que no tienen derecho á licencias de caza expedida por los capitanes generales de los distritos, los individuos de tropa de la primera y segunda reserva. . . . .	289
» 19.	<b>Ayudantes de campo.</b> — <i>Oficiales á las órdenes.</i> —Determinando el número de ayudantes de campo y jefes y oficiales á las órdenes que pueden tener los oficiales generales. . . .	290
» 19.	<b>Junta superior consultiva.</b> —Reorganizando la junta superior consultiva de Guerra. . . . .	293
» 19.	<b>Pasajes.</b> — <i>Ultramar.</i> —Haciendo extensivo á las viudas y huérfanos de los soldados cumplidos, el derecho á obtener pasaporte con pasaje por cuenta del Estado para regresar á la península. . . . .	294
» 20.	<b>Artillería.</b> — <i>Personal del material.</i> — <i>Academias.</i> —Que los hijos de los empleados del material de artillería, con nombramiento de real orden, disfruten las ventajas de los de los oficiales del ejército, para el ingreso en las academias militares. . . . .	295
» 21.	<b>Reclutas.</b> — <i>Ultramar.</i> — <i>Sumariados.</i> — <i>Embarque.</i> —Que los reclutas destinados á Ultramar, sumariados por no haberse presentado oportunamente, se embarquen desde luego. . .	296
» 21.	<b>Responsabilidad.</b> — <i>Audidores.</i> — <i>Pérdida ó deterioro de efectos.</i> —Que los auditores sean los que informen en los expedientes de pérdida é inutilidad de efectos. . . . .	308
» 21.	<b>Armas.</b> — <i>Revistas anuales.</i> — <i>Depósitos.</i> — <i>Reservas.</i> —Dispensando de la revista anual de armamento á los cuadros de reserva y depósito. . . . .	309
» 23.	<b>Uniformes.</b> — <i>Ultramar.</i> —Que mientras se resuelva en definitiva, los jefes y oficiales destinados á Cuba y Puerto-Rico puedan seguir usando las prendas de uniforme que lleven en la península, pero sin renovarlas. . . . .	310
» 24.	<b>Tribunales militares.</b> — <i>Causas.</i> —Determinando las bases á que deben sujetarse los tribunales militares en la revision de las causas correspondientes á los penados que se hallan extinguiendo condena con arreglo á las leyes anteriores. .	311
» 26.	<b>Reemplazos.</b> — <i>Voluntarios.</i> — <i>Ultramar.</i> —Disponiendo que por el consejo de redenciones se dicten las prevenciones oportunas para que en todos los depósitos de embarque y banderines para Ultramar, se abra la recluta de voluntarios para aquellos ejércitos. . . . .	313
» 26.	<b>Milicias.</b> — <i>Pases al ejército.</i> — <i>Ultramar.</i> —Determinando las bases á que han de sujetarse los oficiales procedentes de milicias, movilizados voluntarios y bomberos de ultramar, para su ingreso en el ejército. . . . .	314

Marzo	26.	<b>Gratificaciones.</b> — <i>Ultramar.</i> —Que las gratificaciones de mando asignadas á los primeros jefes de cuerpo en el ejército de las islas Filipinas, queden equiparadas á las de los mismos en la península.. . . . .	314
»	27.	<b>Ultramar.</b> — <i>Sargentos.</i> — <i>Regreso á la península.</i> —Que puede concederse á los sargentos de los ejércitos de ultramar, el pase á continuar sus servicios en la península, siempre que al solicitarlo hayan cumplido el tiempo de permanencia en aquellos ejércitos.. . . . .	315
»	27.	<b>Ingenieros.</b> — <i>Ultramar.</i> — <i>Personal del material.</i> —Fijando la plantilla de maestros de obras, aparejadores y personal auxiliar que corresponde á la comandancia general subinspeccion de ingenieros de las islas Filipinas.. . . . .	316
»	27.	<b>Pasajes.</b> — <i>Pasaportes.</i> — <i>Licencias ilimitadas.</i> —Que las licencias ilimitadas visadas por los gobernadores militares, causen los mismos efectos del pasaporte, para el transporte por cuenta del Estado.. . . . .	317
»	28.	<b>Clases pasivas.</b> — <i>Retirados.</i> — <i>Ultramar.</i> —Que los individuos de clases pasivas con residencia en la península, sólo están obligados á presentar en el mes de revista anual, sus fés de existencia, legalizadas por dos notarios. . . . .	319
»	28.	<b>Instrumentos topográficos.</b> —Recomendando á las dependencias del ramo de Guerra el taller de instrumentos topográficos de los comandantes de infantería D. Atilano Bastos y D. Amado Laguna. . . . .	338
»	30.	<b>Justicia.</b> — <i>Testigos.</i> — <i>Indemnizaciones.</i> —Que no tienen derecho á indemnizacion los testigos de otro fuero cuando tengan que salir del punto de su residencia para declarar ante los juzgados militares. . . . .	320
»	30.	<b>Saludos.</b> — <i>Músicos mayores.</i> —Declarando obligatorio el saludo á los músicos mayores para todas las clases é individuos de tropa de sus cuerpos. . . . .	320
»	31.	<b>Licencias de caza.</b> — <i>Clases de tropa.</i> —Determinando las reglas á que han de sujetarse los capitanes generales de los distritos para conceder licencias de caza á las clases militares. . . . .	321
»	31.	<b>Apellidos.</b> —Que los oficiales hijos de padres desconocidos usen el apellido de la madre. . . . .	322
»	31.	<b>Pensiones.</b> —Que el goce de pensiones de las que exigen presentacion de expediente justificativo de pobreza, se declare desde la fecha de la instancia que acompañe á dicho expediente. . . . .	322
Abril	6.	<b>Supernumerarios.</b> —Instruccion para el pase á la situacion de supernumerarios de los jefes y oficiales del ejército. . . . .	329
»	7.	<b>Trasportes.</b> —Dejando en suspenso la aplicacion del reglamento de trasportes, aprobado por real orden de 3o de diciembre último. . . . .	333

1885

Páginas  
de la C. L.  
del ejército.

Abril	7.	<b>Sumariados.</b> — <i>Trasportes.</i> — <i>Socorros.</i> —Que á los individuos de tropa que sean absueltos en sumarias militares, se les facilite la vuelta á sus hogares por cuenta del Estado, y se les socorra con haber y pan. . . . .	334
»	7.	<b>Ultramar.</b> — <i>Enganches.</i> — <i>Reenganches.</i> —Aprobando las instrucciones para el enganche y reenganche con destino al ejército de la isla de Cuba. . . . .	324
»	8.	<b>Papel sellado.</b> — <i>Hojas de servicios.</i> —Que en las copias de las hojas de servicios que soliciten los interesados, no se pongan sellos. . . . .	335
»	8.	<b>Ingenieros.</b> — <i>Personal del material.</i> — <i>Descuento.</i> —Que estén exceptuados del descuento del 10 por 100 en sus sueldos los escribientes, dibujantes y demás empleados de ingenieros asimilados á la clase de sargentos. . . . .	335
»	9.	<b>Iudemnizaciones.</b> — <i>Personal del material.</i> — <i>Artillería.</i> —Determinando las indemnizaciones que corresponden al personal del material de artillería. . . . .	339
»	10.	<b>Ingenieros.</b> — <i>Consejos de guerra.</i> — <i>Artillería.</i> —Determinando el puesto que han de ocupar en los consejos de guerra del cuerpo, los oficiales de artillería é ingenieros. . . . .	341
»	10.	<b>Pagas.</b> — <i>A bonos.</i> — <i>Ultramar.</i> —Que á los jefes y oficiales que regresen por enfermos de los ejércitos de Ultramar y fallezcan antes de poder devengar las dos pagas de marcha anticipadas, se les den estas por acreditadas como auxilio reglamentario. . . . .	341
»	10.	<b>Reemplazos.</b> — <i>Sustituciones.</i> —Aprobando la sustitucion concedida por la comision provincial de Madrid, del soldado Eduardo Fernandez Quirós, con el licenciado Mateo Velasco Frutos. . . . .	342
»	13.	<b>Vestuario.</b> —Adoptando un traje de cuartel para la tropa. . .	336
»	13.	<b>Reemplazos.</b> — <i>Sustitutos.</i> — <i>Ultramar.</i> —Determinando la fecha en que debe empezar á contarse el plazo de seis meses que se fija en el art. 188 de la ley de reemplazos para llamar al sustituido, cuando el sustituto con destino á ultramar falte al llamamiento para el embarque. . . . .	344
»	13.	<b>Dementes.</b> — <i>Reemplazo.</i> — <i>Inútiles.</i> —Que los jefes y oficiales presuntos inútiles puedan estar un año en situacion de reemplazo antes de su declaracion definitiva de inutilidad. . . . .	349
»	16.	<b>Ultramar.</b> — <i>Embarque.</i> —Instrucciones para el embarque de los jefes, oficiales y tropa destinados á los ejércitos de Cuba y Puerto-Rico. . . . .	349
»	16.	<b>Ingenieros.</b> — <i>Cuarteles.</i> — <i>Desperfectos.</i> —Que siempre que ocurran desperfectos en un edificio dependiente del ramo de Guerra, que exijan la intervencion del cuerpo de ingenieros, se forme expediente por un fiscal de la plaza, y se oiga á dicho cuerpo. . . . .	350

1885

Páginas  
de la C. L.  
del ejército.

Abril 17.	<b>Ingenieros.—Depositarios.—Habilitados.</b> —Que para la eleccion de depositario y habilitado en los batallones de zapadores-minadores, emitan su voto por escrito y en la forma acostumbrada, los capitanes que se hallen destacados, y los subalternos en igual situacion voten en la misma forma al que ha de representarles en la eleccion de habilitado. . . . .	352
» 17.	<b>Reemplazos.—Sustituciones.</b> —Anulando la sustitucion autorizada por la comision provincial de Guipúzcoa entre Francisco Iruretagoyena y Vicente Macaya. . . . .	441
» 20.	<b>Municionamiento.—Cartuchos metálicos.</b> —Instrucciones para la entrega de municiones á los cuerpos. . . . .	353
» 21.	<b>Retenciones.—Procesados.</b> —Que las cantidades retenidas á los jefes y oficiales procesados, se depositen en las cajas de las direcciones ó subinspecciones de las armas é institutos, cuando no puedan serlo en la de los cuerpos respectivos. . . . .	361
» 22.	<b>Reemplazos.—Alumnos.—Abonos de tiempo.</b> —Que á los reclutas alumnos de las academias militares, les sea de abono para el servicio activo del ejército, el tiempo que permanecieron en las mismas, y que están exceptuados de cubrir la baja normal que pudiera corresponderles, los que tengan que servir un año como plazo máximo. . . . .	358
» 27.	<b>Reemplazos.—Pluses.</b> —Que los individuos procedentes del reemplazo de 1882, tienen derecho al plus mensual de 3'75 pesetas durante el tiempo que permanezcan ó hayan permanecido en activo, á contar desde que pasaron á la reserva activa los de su mismo reemplazo. . . . .	363
» 27.	<b>Indemnizaciones.—Comisiones.</b> —Que no se confiera comision indemnizable por servicios que no están comprendidos en la relacion que figura al final del reglamento de indemnizaciones. . . . .	364
» 28.	<b>Ingenieros.—Organizacion.—Reemplazos.</b> —Que sean alta en el batallon de depósito de la zona respectiva, los reclutas disponibles ó exceptuados del servicio activo, aunque hayan sido destinados á ingenieros, sin perjuicio de volver á su cuerpo si posteriormente fuesen llamados á activo. . . . .	365
» 30.	<b>Penas.—Sentenciados.—Desercion.</b> —Determinando el punto en que deben cumplir el tiempo de recargo en el servicio los individuos sentenciados á esta pena por el delito de desercion. . . . .	367
» 30.	<b>Subastas.</b> —Determinando la interpretacion que debe darse al art. 44 del reglamento provisional de contratacion de 8 de junio de 1881. . . . .	371
Mayo 6.	<b>Consejos de guerra.—Presidentes.</b> —Que los coroneles y tenientes coroneles formen un sólo escalafon para turnar en la presidencia de los consejos de guerra ordinarios de la plaza. . . . .	377

1885

Páginas  
de la C. L.  
del ejército.

Mayo 11.	<b>Pensiones.</b> —Que todas las concesiones condicionales de pension, se consideren caducadas al espirar el plazo fijado, no haciéndose nuevo pago hasta que recaiga resolución declarando el derecho y determinando la fecha desde que han de abonarse los atrasos. . . . .	382
» 12.	<b>Ingenieros.</b> — <i>Telegrafistas.</i> — <i>Multas.</i> —Dictando reglas para la aplicacion del castigo de multas á los telegrafistas militares. . . . .	383
» 12.	<b>Penas.</b> — <i>Arrestados.</i> —Determinando los puntos en que deberán sufrir la pena de arresto los oficiales condenados á esta correccion. . . . .	384
» 12.	<b>Uniformes.</b> — <i>Academias.</i> —Modificaciones que deben introducirse en las prendas de vestuario que usan los alumnos de las academias militares. . . . .	402
» 12.	<b>Remonta.</b> — <i>Inscripciones.</i> — <i>Ayudantes de campo.</i> —Modificando el art. 23 del reglamento de remonta para los jefes de infantería y ayudantes de campo. . . . .	403
» 12.	<b>Descuentos.</b> — <i>Estancias de hospital.</i> —Fijando el descuento que debe hacerse en sus sueldos á los jefes y oficiales del ejército, por estancias de hospital. . . . .	404
» 19.	<b>Bibliografía.</b> — <i>Código penal.</i> —Aprobando la cartilla presentada por el teniente auditor D. Francisco Ugarte, y declarándola oficial para la lectura de leyes penales á los individuos de tropa. . . . .	409
» 19.	<b>Indemnizaciones.</b> — <i>Reemplazos.</i> —Disponiendo que con cargo al cap. 9. <sup>o</sup> del presupuesto, se abone la gratificacion reglamentaria á los oficiales designados para la recepcion y conduccion de reclutas fuera del punto de su residencia. . .	410
» 19.	<b>Militares presos.</b> — <i>Destinos.</i> —Que los individuos de las diferentes armas é institutos que ingresen en las prisiones militares, sean dados de baja provisional en sus cuerpos. . . .	411
» 21.	<b>Contabilidad.</b> — <i>Compras.</i> — <i>Material.</i> —Determinando el giro y la aplicacion que debe darse á los cargos de sumas invertidas en las compras de material de guerra verificadas en el extranjero. . . . .	411
» 21.	<b>Banderas.</b> — <i>Oficinas.</i> —Que los gastos de entretenimiento y reposicion de las banderas de los edificios que ocupan las oficinas militares, sean sufragados con los fondos destinados para material de las mismas. . . . .	413
» 23.	<b>Ultramar.</b> — <i>Sueldos.</i> — <i>Céses.</i> —Que á los jefes y oficiales procedentes de ultramar, sólo se les haga deduccion de sus haberes cuando trascurran cuatro meses sin presentar el cése de su anterior destino. . . . .	414
» 23.	<b>Ingenieros.</b> — <i>Personal del material.</i> — <i>Títulos.</i> —Que los títulos de maestros de obras militares, sean presentados en las intervenciones de los distritos. . . . .	415
» 27.	<b>Ultramar.</b> — <i>Penas.</i> — <i>Desertores.</i> —Que los individuos sen-	

		tenciados á servir en ultramar por delito de desercion, queden desde luego en disposicion de verificar oportunamente su embarque. . . . .	416
Mayo	29.	<b>Ultramar.</b> — <i>Vestuario.</i> —Aprobando el modelo de vestuario para las fuerzas que se envian á los ejércitos de ultramar.	417
»	30.	<b>Documentacion.</b> — <i>Archivos.</i> —Que se exija á los cuerpos noticia de la documentacion atrasada que conserven, para separar la inútil de la que deba archivarse. . . . .	417
»	30.	<b>Licencias ilimitadas.</b> — <i>Traslados de residencia.</i> —Disponiendo quiénes son los facultados á conceder traslados de residencia á los individuos con licencia ilimitada. . . . .	419
»	30.	<b>Pérdidas de material.</b> — <i>Resarcimientos.</i> — <i>Responsabilidades.</i> — <i>Ultramar.</i> —Que rija á los ejércitos de ultramar el reglamento de responsabilidades por pérdidas de material y ganado de 6 de setiembre de 1882, con las modificaciones que se citan. . . . .	420
Junio	2.	<b>Inválidos.</b> — <i>Reconocimientos.</i> —Disponiendo no se expida pasaporte para presentarse á reconocimiento en el cuartel de inválidos, á los solicitantes de cuyos expedientes no resulte un perfecto derecho á ingreso. . . . .	421
»	3.	<b>Dementes.</b> — <i>Hospitales.</i> —Dictando reglas para la observacion é ingreso de los dementes en los hospitales. . . . .	425
»	5.	<b>Confinados.</b> — <i>Gratificaciones.</i> — <i>Material de artillería.</i> —Que se abone la gratificacion de 0'15 peseta diarios á los confinados que se empleen en la carga y descarga de efectos de artillería. . . . .	433
»	5.	<b>Habilitados.</b> — <i>Suplentes.</i> —Que se considere nuevamente elegidos los habilitados y suplentes nombrados para los generales de cuartel y en reserva, si no reclaman oportunamente la sexta parte de los representados. . . . .	433
»	6.	<b>Ultramar.</b> — <i>Pases de un ejército á otro.</i> —Que las vacantes que ocurran por pase de uno á otro de los ejércitos de ultramar, causen los mismos efectos que las ocasionadas por regreso á la península. . . . .	434
»	8.	<b>Raciones de pienso.</b> —Autorizando la molturacion de las raciones de cebada que convenga á los cuerpos convertir en harina para beneficio del ganado. . . . .	435
»	9.	<b>Reemplazos.</b> — <i>Reclutamiento.</i> — <i>Licenciamiento.</i> —Dictando reglas para la nivelacion, licenciamiento é ingreso de reclutas en los cuerpos del arma de infantería. . . . .	429
»	9.	<b>Reemplazos.</b> — <i>Reclutamiento.</i> — <i>Ultramar.</i> —Disponiendo la incorporacion á los cuerpos de la península de los reclutas que, sorteados para ultramar, no han verificado su embarque. . . . .	430
»	9.	<b>Bibliografía.</b> — <i>Justicia.</i> — <i>Código penal.</i> —Disponiendo que los cuerpos y dependencias militares adquieran ejemplares de la cartilla redactada por D. Francisco Ugarte. . . . .	436
»	9.	<b>Liquidaciones.</b> — <i>Ultramar.</i> —Creando en Alcalá una comi-	

		sion liquidadora de cuerpos disueltos del ejército de la isla de Cuba. . . . .	443
Junio 12.	<b>Abonos de tiempo.—Retiros.</b>	—Que el año de abono que concedió el real decreto de 3o de junio de 1866, no es acumulable para el retiro del servicio. . . . .	438
» 12.	<b>Edificios.—Arriendos.—Expedientes.</b>	—Determinando los documentos de que han de constar los expedientes de arriendo de edificios para servicios del ramo de Guerra. . . . .	482
» 16.	<b>Academia general militar.—Programas.—Obras de texto.</b>	—Que por esta sola vez pueden verificarse los exámenes de aritmética para el ingreso, indistintamente por las obras de Salinas y Benitez ó de Serret. . . . .	446
» 16.	<b>Recepciones.—Corte.</b>	—Determinando los días en que han de recibir corte las autoridades á quienes corresponde. . .	454
» 17.	<b>Tribunales de guerra.—Defensores.</b>	—Determinando la interpretación que debe darse á la regla 2. <sup>a</sup> del art. 15o de la ley de organization y atribuciones de los tribunales de guerra. . . . .	446
» 18.	<b>Reemplazos.—Reclutas disponibles.</b>	—Que los individuos procedentes de los regimientos y batallones de artillería que sean declarados reclutas disponibles como excedentes de cupo, se destinen á los batallones de depósito de infantería. . . . .	447
» 19.	<b>Licencias.—Pluses.—Paseos militares.</b>	—Dejando en suspenso las licencias por asuntos propios, en los puntos donde haya sido declarada oficialmente la epidemia cólerica, y que continúen los paseos militares moderados y metódicos. . . . .	439
» 19.	<b>Organizacion.—Consejo supremo.—Secretarios.</b>	—Que mientras la secretaría del consejo sea desempeñada por un capitán de navío, ejerza el cargo de secretario de la direccion del cuerpo jurídico, un auditor. . . . .	448
» 20.	<b>Indemnizaciones.—Trasportes.—Baños.</b>	—Declarando derecho á indemnizacion á los oficiales comisionados para la conduccion de tropa á establecimiento de baños. . . . .	448
» 20.	<b>Reemplazos.—Redenciones.—Alumnos.</b>	—Dejando sin efecto la de 25 de febrero último, que disponía la devolucion de las cantidades que entregáran en su día para redimirse del servicio como soldados, á los alumnos de las academias militares. . . . .	483
» 21.	<b>Ingenieros.—Gratificaciones.—Brigada topográfica.</b>	—Determina las gratificaciones que han de abonarse á los jefes, oficiales y tropa de la brigada topográfica. . . . .	449
» 22.	<b>Reservas.—Ayudantes.—Cajeros.—Habilitados.</b>	—Que los ayudantes de los batallones de reserva y depósito pueden ser elegidos cajeros ó habilitados respectivamente. . . . .	453
» 23.	<b>Ultramar.—Abonos.—Trasportes.</b>	—Haciendo extensivo á todos los cuerpos é institutos del ejército, el art. 53 de las ins-	

		trucciones para el pase, permanencia y regreso de los ejércitos de ultramar, de 12 de enero de 1884, relativo al pasaje de sus familias. . . . .	454
Junio	23.	<b>Subsistencias.</b> —Dictando reglas para el suministro de ración de sopa á los cabos y soldados del ejército. . . . .	455
»	23.	<b>Reserva.</b> — <i>Revistas.</i> —Que los oficiales de la escala de reserva que residan fuera de la capital de la zona, puedan pasar la revista por justificante. . . . .	465
»	24.	<b>Administracion.</b> — <i>Administradores de hacienda.</i> —Sobre organizacion de la administracion económica provincial. . .	472
»	25.	<b>Instituto geográfico.</b> — <i>Brigadas geodésicas.</i> — <i>Mando.</i> —Determinando á quién corresponde el mando de las brigadas geodésicas cuando formen parte de ellas jefes ú oficiales de varias armas. . . . .	483
»	27.	<b>Timbre.</b> — <i>Infracciones.</i> —Resolviendo sobre los expedientes instruidos por infraccion de la ley del timbre del Estado, contra los regimientos de infantería de Cataluña y Pavía. . . . .	484
Julio	1.º	<b>Ultramar.</b> — <i>Sargentos.</i> — <i>Antigüedad.</i> —Que á los sargentos destinados á ultramar por consecuencia de la real órden de 18 de junio de 1876, se les declare la antigüedad de esta fecha. . . . .	486
»	1.º	<b>Epidemias.</b> — <i>Paseos militares.</i> —Ampliando el art. 28 de las instrucciones preservativas del cólera de 30 de enero de 1884, en el concepto de que las tropas dén paseos higiénicos. . . . .	501
»	2.	<b>Tribunales de guerra.</b> — <i>Vocales.</i> — <i>Ultramar.</i> —Que sólo están exentos de los servicios referentes á la administracion de justicia los militares que expresamente determina la ley de 10 de marzo de 1884. . . . .	502
»	3.	<b>Sueldos.</b> — <i>Descuento.</i> —Declarando los que se hallan comprendidos en la exencion de descuento que establece el artículo 3.º de la ley de presupuestos vigente. . . . .	487
»	3.	<b>Haberes.</b> — <i>Sargentos.</i> — <i>Organización.</i> —Aumentando el haber de los sargentos del ejército. . . . .	488
»	4.	<b>Armas.</b> — <i>Ultramar.</i> —Determinando el tiempo de duracion de las armas de fuego y blancas en las provincias de ultramar. . . . .	503
»	6.	<b>Reemplazos.</b> —Fijando las fuerzas del ejército para el año económico de 1885-1886. . . . .	505
»	6.	<b>Prácticas.</b> — <i>Ascensos.</i> — <i>Destinos.</i> —Disponiendo se entienda extensiva la de 24 de octubre de 1884 sobre el tiempo en filas necesario para ascender, á los jefes y oficiales que estén en comision activa ó tengan ciertos destinos fuera de filas ó cuadros orgánicos. . . . .	618
»	7.	<b>Organizacion.</b> — <i>Escribientes militares.</i> —Disponiendo el aumento del cuerpo de escribientes militares para el servicio de las capitanías generales y demás dependencias. . . . .	521
»	9.	<b>Organizacion.</b> — <i>Junta superior consultiva de guerra.</i> —Apro-	

		bando el reglamento para el régimen y gobierno de la junta superior consultiva de guerra. . . . .	507
Julio	10.	<b>Organizacion.</b> — <i>Sargentos.</i> — <i>Destinos civiles.</i> —Determinando las condiciones que han de reunir los sargentos del ejército para optar á destinos civiles, y la manera de proveerlos. . . . .	521
»	10.	<b>Armas.</b> — <i>Reconocimientos.</i> —Prescripciones para el reconocimiento del armamento modelo 1871. . . . .	619
»	11.	<b>Reemplazos.</b> — <i>Reclutamiento.</i> —Modificando la de reclutamiento y reemplazo del ejército. . . . .	525
»	11.	<b>Academias.</b> — <i>Destinos.</i> —Que los alumnos ascendidos por haber terminado sus estudios, pasen la revista siguiente á sus ascensos, en marcha para sus destinos. . . . .	620
»	12.	<b>Reclutamiento.</b> — <i>Reemplazos.</i> —Dictando reglas para la aplicacion al próximo reemplazo del ejército, de la ley de reclutamiento de 11 de julio de 1885. . . . .	580
»	13.	<b>Voluntarios.</b> — <i>Excedentes de cupo.</i> —Determinando los voluntarios que, resultando excedentes de cupo, pueden pasar á la situacion de reclutas disponibles. . . . .	621
»	14.	<b>Trasportes.</b> — <i>Movimiento de tropas.</i> —Que todo movimiento de tropas de carácter ordinario se advierta con la anticipacion posible. . . . .	623
»	15.	<b>Academia general militar.</b> — <i>Dispensa de edad.</i> —Concediendo dispensa de edad á los aspirantes aprobados en el curso de 1884 que no obtuvieron plaza. . . . .	623
»	16.	<b>Gratificaciones.</b> — <i>Moviliario.</i> — <i>Presos.</i> —Determinando la gratificacion que ha de abonarse por moviliario á los generales, jefes y oficiales presos y sumariados. . . . .	638
»	17.	<b>Academia general militar.</b> — <i>Alumnos.</i> —Autorizando al director general de instruccion militar para conceder la separacion de la academia general á los alféreces de infantería y caballería, alumnos del curso preparatorio, que lo soliciten. . . . .	639
»	18.	<b>Epidemias.</b> — <i>Hospitales.</i> — <i>Gastos extraordinarios.</i> —Anulando la real órden de 11 de julio de 1884, que autorizaba á las juntas de hospitales para hacer gastos extraordinarios. . . . .	640
»	19.	<b>Reemplazos.</b> — <i>Licencias ilimitadas.</i> —Determinando el número de individuos que han de pasar á situacion de licencia temporal ilimitada en los cuerpos de caballería, artillería é ingenieros. . . . .	520
»	19.	<b>Infantería.</b> — <i>Reemplazos.</i> —Fijando la fuerza reglamentaria de los regimientos y batallones de infantería, como consecuencia de lo prevenido en la ley de 6 de julio, que determinó la fuerza permanente del ejército. . . . .	673
»	20.	<b>Organizacion.</b> — <i>Clases de tropa.</i> — <i>Cuadros.</i> —Decreto variando la organizacion de los cuadros de las clases de tropa, respecto á sus reenganches, ascensos, instruccion, se-	

1885

Páginas  
de la C. L.  
del ejército.

		paracion del servicio, etc., y dando reglas para el establecimiento del nuevo sistema . . . . .	581
Julio	20.	<b>Suministros.</b> — <i>Sopa.</i> —Que con destino á la sopa de la tropa se elabore pan francés por la administracion militar. . . . .	641
»	20.	<b>Presupuestos.</b> — <i>Gratificaciones.</i> —Manifestando las alteraciones introducidas en los presupuestos aprobados para el año económico de 1885-86, sobre gratificaciones. . . . .	641
»	22.	<b>Reenganches.</b> — <i>Clases de tropa.</i> —Que queden sin curso las instancias presentadas en solicitud de reenganche, pues deben hacerse bajo las bases del decreto del 20. . . . .	624
»	22.	<b>Vestuario.</b> — <i>Prendas mayores.</i> —Dictando reglas para la construccion y uso de las prendas mayores en los cuerpos. . . . .	644
»	24.	<b>Sueldos.</b> — <i>Anticipos.</i> — <i>Insolvencia.</i> —Modificando las reglas 2. <sup>a</sup> y 3. <sup>a</sup> de la real orden de 17 de noviembre de 1884, sobre anticipo de pagas á los jefes y oficiales. . . . .	646
»	25.	<b>Gratificaciones.</b> — <i>Primeras puestas.</i> — <i>Voluntarios.</i> —Que los voluntarios que sean declarados soldados con posterioridad á su entrada en el servicio, tienen derecho al abono de primera puesta. . . . .	648
»	25.	<b>Academia general militar.</b> — <i>Programas.</i> — <i>Asignaturas.</i> — <i>Exámenes.</i> —Que los alumnos del primero y segundo año de la academia general que sean aprobados en las tres clases teóricas del año, pero no en las demás, puedan repetir el exámen. . . . .	654
»	27.	<b>Ingenieros.</b> — <i>Organización.</i> — <i>Destinos.</i> —Que los alféreces alumnos ascendidos á tenientes de ingenieros sin tener vacante de plantilla, presten servicio como agregados en los regimientos y batallones del cuerpo, y en las plazas donde haya obras de importancia; y que cubran las plazas de alféreces que vayan resultando vacantes. . . . .	658
»	29.	<b>Vestuario.</b> — <i>Clases de tropa.</i> —Disponiendo la forma y uso de la guerrera para las citadas clases. . . . .	777
»	30.	<b>Estado Mayor.</b> — <i>Remonta.</i> —Que los brigadieres, jefes y oficiales de Estado Mayor y los ayudantes de campo, tienen derecho á resarcimiento por la pérdida justificada del caballo de su propiedad. . . . .	662
»	30.	<b>Consejos de Guerra.</b> — <i>Oficiales generales.</i> —Que los oficiales generales de la escala de reserva estan exentos de los cargos de vocales en los consejos de guerra. . . . .	662
»	31.	<b>Material de artillería.</b> —Declarando reglamentarios el cañon de costa de hierro entubado y montaje del mismo, proyectados por el comandante D. Salvador Diaz Ordoñez. . . . .	665
Agosto	1. <sup>o</sup>	<b>Gratificaciones.</b> — <i>Primeras puestas.</i> — <i>Educandos.</i> — <i>Voluntarios.</i> —Determinando se abone á los educandos de corneta la gratificacion de primera puesta, á reserva de reintegrar su importe al Estado, si antes de terminar el compromiso entrasen á disfrutar premio de enganche. . . . .	674

1885

Páginas  
de la C. L.  
del ejército.

Agosto	5.	<b>Trasportes.</b> — <i>Caballos.</i> —Declarando con derecho al transporte marítimo por cuenta del Estado á los caballos de propiedad de los generales, jefes y oficiales que sean plazas montadas y vayan destinados á las islas Baleares ó Canarias. . . . .	666
»	5.	<b>Indemnizaciones.</b> — <i>Conduccion de municiones.</i> —Determinando la interpretacion que debe darse al art. 24 del reglamento de indemnizaciones. . . . .	668
»	7.	<b>Artillería.</b> — <i>Personal del material.</i> —Que los servicios en los destinos de armero y ajustador se acumulen para opcion á derechos pasivos. . . . .	669
»	8.	<b>Justicia.</b> — <i>Consejos de guerra.</i> —Determinando cómo debe suplirse en los consejos de guerra la falta, por ausencia ó enfermedad, de los funcionarios del cuerpo jurídico. . . .	670
»	9.	<b>Ingenieros.</b> — <i>Fortificaciones.</i> — <i>Planos.</i> —Que en los planos de las fortificaciones que se faciliten á la marina, se indique, además del trazado de la magistral, los sectores de los alcances y amplitud de fuegos de las piezas de sus diversas obras. . . . .	676
»	10.	<b>Orden público.</b> — <i>Autoridades militares.</i> —Que en toda rebelion ó sedicion tome el mando la autoridad militar tan pronto como los amotinados hostilicen á la fuerza del ejército. . . . .	671
»	12.	<b>Sanidad.</b> — <i>Desinfectantes.</i> —Que los laboratorios y farmacias militares faciliten sin cargo á los cuerpos y dependencias militares, el hipoclorito de cal y el sulfato ferroso que necesiten como desinfectantes. . . . .	680
»	12.	<b>Justicia.</b> — <i>Reserva.</i> —Que los individuos que extinguen el tiempo de su empeño en los cuerpos de disciplina, por sentencias anteriores á la promulgacion del código penal, han de cumplir seis años para pasar á la reserva. . . . .	681
»	13.	<b>Cédulas personales.</b> — <i>Reservas.</i> —Que la excepcion del impuesto de cédulas personales no alcanza á los individuos que se encuentran en situacion de reserva. . . . .	677
»	14.	<b>Hojas de servicios.</b> — <i>Profesores.</i> —Determinando dónde han de radicar las hojas de servicio de los jefes y oficiales que desempeñan el cargo de profesor en los diferentes centros de instruccion. . . . .	678
»	19.	<b>Dementes.</b> — <i>Observacion.</i> —Aclarando la real órden de 13 de abril de 1885 sobre ampliacion del plazo de observacion para los jefes y oficiales que se encuentran en los manicomios. . . . .	689
»	20.	<b>Reclutamiento.</b> — <i>Reemplazos.</i> —Aclaracion para la aplicacion de la ley de reclutamiento y reemplazos del ejército de 11 de junio último. . . . .	682
»	20.	<b>Revistas de inspeccion.</b> — <i>Inspectores.</i> —Aprobando las instrucciones á que en lo sucesivo han de atenerse los generales nombrados para pasar revista de inspeccion. . . . .	689

:

<b>1885</b>		Páginas de la C. L. del ejército.
	Instrucciones citadas en la real orden anterior. . . . .	690
Agosto	21. <b>Suministros.</b> — <i>Café.</i> —Que se suministre el café, azúcar y y carbon correspondiente, en equivalencia de la racion de sopa, á los cuerpos que lo deseen. . . . .	685
»	22. <b>Justicia.</b> — <i>Código penal.</i> —Que no son variables las penas de pérdida, deposicion y privacion de empleo impuestas á las clases de tropa. . . . .	686
»	22. <b>Alcances.</b> — <i>Fallecidos.</i> —Determinando las formalidades que han de llenarse para entregar á sus herederos los alcances de los individuos de tropa fallecidos. . . . .	696
»	24. <b>Sustituciones.</b> — <i>Ultramar.</i> —Dictando reglas para la sustitucion de los reclutas destinados por sorteo á servir en ultramar. . . . .	687
»	24. <b>Apellidos.</b> —Que los jefes y oficiales que tengan padres conocidos, careciendo éste de primer apellido, usen los dos de las respectivas madres. . . . .	697
»	24. <b>Sanidad.</b> — <i>Desinfectantes.</i> —Que el importe de los envases de los desinfectantes que soliciten los cuerpos y dependencias, sea con cargo á éstos. . . . .	725
»	26. <b>Sanidad.</b> — <i>Dementes.</i> —Determinando la forma en que ha de aplicarse á los dementes militares el real decreto de 3 de mayo último expedido por el ministerio de la Gobernacion. . . . .	725
»	25. <b>Utensilios.</b> —Que las sábanas y fundas de cabezal de los cuarteles, se muden cada quince dias. . . . .	724
»	31. <b>Organizacion.</b> — <i>Escribientes militares.</i> —Que no se cursen solicitudes de ingreso en el cuerpo de escribientes militares ni se verifiquen más exámenes que los ordenados hasta el dia. . . . .	727
Set.	3. <b>Justicia.</b> — <i>Presos.</i> —Trasladando real orden de Gobernacion sobre la debida separacion en las cárceles, de los militares reclamados por las audiencias para asistir á juicios orales, y los demás presos. . . . .	729
»	4. <b>Antigüedad.</b> — <i>Ultramar.</i> — <i>Sargentos.</i> —Que la antigüedad de los sargentos primeros del ejército de Filipinas, se cuente desde el 1.º del mes siguiente al que ocurre la vacante que hayan de cubrir. . . . .	730
»	4. <b>Ingenieros.</b> — <i>Organizacion.</i> — <i>Reservas.</i> —Aprobando las instrucciones para el régimen de las unidades de reserva de ingenieros. . . . .	733
»	5. <b>Reemplazos.</b> — <i>Reservas.</i> —Que los individuos del reemplazo de 1881 pasen á la situacion de reserva al cumplir los cuatro años en activo. . . . .	730
»	7. <b>Municiones.</b> —Aumentando la dotacion de cartuchos de las plazas armadas con tercerola modelo 1871 y mosqueton modelo 1874. . . . .	743
»	9. <b>Timbre.</b> — <i>Diplomas.</i> —Que no estan exentos del impuesto de timbre, los diplomas de cruces de San Hermenegildo y Mérito militar. . . . .	731

1885

Páginas  
de la C. L.  
del ejército.

Set.	9.	<b>Municiones.</b> —Disponiendo la distribucion que debe darse á la dotacion permanente de cartuchos en los cuerpos. . . .	743
»	10.	<b>Licencias absolutas.</b> —Que pueden concederse, sin oír ántes al Consejo Supremo, licencias absolutas á los jefes y oficiales que la soliciten, y no esten sometidos á sumaria judicial ó expediente gubernativo. . . . .	744
»	10.	<b>Sueldos.</b> — <i>Descuentos.</i> — <i>Deudas.</i> —Que los jefes de los cuerpos y habilitados se limiten, respecto á retencion de haberes á los jefes y oficiales por deudas, á practicar los descuentos y á depositarlos en caja. . . . .	745
»	10.	<b>Sanidad.</b> — <i>Enfermerías.</i> —Haciendo extensivo á las enfermerías militares (cuando son para la asistencia de cólericos) el art. 12 de las instrucciones preservativas del cólera. . .	746
»	12.	<b>Justicia.</b> — <i>Sentenciados.</i> — <i>Indulto.</i> —Haciendo extensivo á la jurisdiccion de Guerra el real decreto de Gracia y Justicia de 5 de setiembre de 1885 sobre indulto. . . . .	747
»	12.	<b>Academias.</b> — <i>Sargentos.</i> —Determinando el plan de estudios que ha de regir en la academia especial de sargentos, de nueva creacion. . . . .	749
»	14.	<b>Sanidad.</b> — <i>Oficinas.</i> —Que en los distritos donde existan locales del Estado, se ceda la parte que sea posible para instalacion de oficinas de los jefes de sanidad militar. . . . .	748
»	18.	<b>Clases de tropa.</b> — <i>Ascensos.</i> — <i>Reenganches.</i> —Aclaraciones á los artículos 22 y 23 del real decreto de 20 de julio de 1885 sobre los cuadros de las clases de tropa. . . . .	760
»	19.	<b>Enfermerías.</b> — <i>Estancias.</i> —Determinando la interpretacion que debe darse á la regla 6. <sup>a</sup> de la real órden de 24 de junio de 1884, sobre los abonos á los individuos que ingresen en las enfermerías militares. . . . .	769
»	21.	<b>Subsistencias.</b> — <i>Saldos.</i> —Determinando cómo deben abonarse ó reintegrarse los saldos que resultan á los cuerpos en los puntos donde existan factorías contratadas á precios fijos. . . . .	761
»	22.	<b>Supernumerarios.</b> — <i>Destinos civiles.</i> —Que los jefes y oficiales supernumerarios pueden ser nombrados, en igualdad de circunstancias que los de reemplazo, para los destinos civiles. . . . .	762
»	23.	<b>Trasportes.</b> — <i>Orden público.</i> — <i>Movimiento de tropas.</i> —Que las fuerzas del ejército que en circunstancias extraordinarias viajen por ferrocarril y cuenta del Estado, regresen al punto de partida por jornadas ordinarias, en distancias que no excedan de 55 kilómetros. . . . .	764
»	25.	<b>Organizacion.</b> — <i>Clases de tropa.</i> —Haciendo extensivo á los ejércitos de ultramar el real decreto de 20 de julio de 1885 sobre organizacion de los cuadros de las clases de tropa. . .	764
»	25.	<b>Academias.</b> —Sobre admision de individuos de tropa en las academias preparatorias para hijos de militares. . . . .	770

1885

Páginas  
de la C. L.  
del ejército.

Set.	28.	<b>Uniformidad.</b> —Aprobando las instrucciones sobre uniformidad á que deben sujetarse las diferentes clases del ejército. . . . .	765
		Instrucciones á que se refiere la real orden anterior. . . . .	765
»	30.	<b>Justicia.</b> — <i>Cuerpos disciplinarios.</i> —Sobre pase á situacion de licencia ilimitada y á la reserva, de los individuos sentenciados á servir en cuerpos de disciplina. . . . .	772
»	30.	<b>Instancias.</b> — <i>Destinos civiles.</i> —Recordando lo dispuesto en reales órdenes de 27 de octubre y 10 de diciembre de 1877, sobre la manera de solicitar las plazas de inspectores y comisarios de ferrocarriles. . . . .	773
»	30.	<b>Material de artillería.</b> —Declarando reglamentarios los cañones de hierro sunchados de 24 centímetros cargados por la recámara, modelos 1881 y 1884, así como las cureñas y marcos correspondientes. . . . .	775
»	30.	<b>Armas.</b> —Fijando tiempo de duracion al machete modelo 1881. . . . .	776
Oct.	5.	<b>Sargentos.</b> — <i>Reenganchados.</i> —Aclaraciones del art. 4.º del real decreto de 20 de julio último, sobre el servicio que deben prestar los sargentos reenganchados. . . . .	778
»	5.	<b>Contabilidad.</b> — <i>Abonos.</i> —Haciendo extensivos al ejército de Cuba los beneficios otorgados á los cuerpos del de la península, en real orden de 18 de octubre, sobre devengos que con motivo de la campaña esten pendientes de reclamacion. . . . .	801
»	7.	<b>Reemplazos.</b> — <i>Reclutas útiles condicionales.</i> —Determinando dónde han de quedar sujetos á observacion los mozos declarados útiles condicionalmente. . . . .	779
»	8.	<b>Ingenieros.</b> — <i>Organización.</i> — <i>Clases de tropa.</i> —Determinando el número de sargentos reenganchados que han de tener por compañía, el regimiento de pontoneros y los batallones de telégrafos y de ferrocarriles. . . . .	780
»	10.	<b>Academias.</b> — <i>Licencias.</i> —Autorizando al director general de instruccion militar para conceder licencias á los alumnos de las academias, siempre que la concesion no implique medida de carácter general. . . . .	781
»	12.	<b>Pensiones.</b> — <i>Huérfanos.</i> —Que los huérfanos del ramo de guerra que, estando en posesion de pension, contraen matrimonio antes de cumplir la edad reglamentaria, deben seguir disfrutándola. . . . .	782
»	12.	<b>Remonta.</b> — <i>Oficiales generales.</i> — <i>Ayudantes de campo.</i> —Modificando el art. 26 del reglamento de remonta de 25 de agosto de 1884. . . . .	795
»	12.	<b>Ultramar.</b> — <i>Comision liquidadora.</i> —Que la comision liquidadora de cuerpos disueltos de Cuba se entienda directamente con todas las autoridades, excepto con el ministerio de la Guerra; y nombrando inspector de dicha comision al de la caja de ultramar. . . . .	799

1885

Páginas  
de la C. L.  
del ejército.

Oct.	12.	<b>Contabilidad.</b> — <i>Presos.</i> —Disponiendo la forma en que han de justificar los individuos del ejército que se hallen presos.	799
»	16.	<b>Apellidos.</b> —Haciendo extensiva á todas las armas é institutos las reales órdenes de 14 de noviembre de 1884 y 31 marzo y 24 agosto 1885, sobre el apellido que han de usar los hijos de padres desconocidos. . . . .	800
»	17.	<b>Reemplazos.</b> — <i>Haberes.</i> —Que se abonen los haberes de la fuerza excedente por consecuencia de la incorporacion de los reclutas, decretada en real orden de 9 de junio último.	813
»	17.	<b>Academia general militar.</b> — <i>Descuentos.</i> —Que los profesores y alumnos de la academia general, afectos á cuerpos de reserva, estan comprendidos en la exencion del descuento del 10 por 100. . . . .	814
»	19.	<b>Reserva.</b> — <i>Cuerpos disciplinarios.</i> —Interpretacion que debe darse á la regla 4. <sup>a</sup> de la real orden de 30 de setiembre último sobre pase á la reserva de los sentenciados á servir en cuerpos de disciplina. . . . .	815
»	21.	<b>Suministros.</b> — <i>Ganado.</i> —Que sólo en último extremo se suministre heno en lugar de paja al ganado del ejército. . . .	822
»	22.	<b>Utensilios.</b> —Dejando sin efecto la real orden de 28 de agosto último, sobre el plazo en que han de mudarse las ropas de cama de los cuarteles. . . . .	823
»	23.	<b>Armas.</b> — <i>Responsabilidad.</i> —Que no procede modificar el artículo 5. <sup>o</sup> del reglamento de resarcimientos y responsabilidad por pérdida ó deterioro de armas, de 6 de setiembre de 1882. . . . .	823
»	24.	<b>Ultramar.</b> — <i>Regreso.</i> —Que los jefes y oficiales que deseen volver á ultramar en su empleo, sin haber cumplido en ellos el tiempo reglamentario, soliciten su ingreso en la escala de aspirantes. . . . .	825
»	25.	<b>Ingenieros.</b> — <i>Remonta.</i> —Que los jefes y oficiales de las secciones montadas de ingenieros tienen derecho á la propiedad del caballo que monten, después de ocho años de tenerlo asignado. . . . .	826
»	26.	<b>Clases de tropa.</b> — <i>Sentenciados.</i> —Que los individuos de las clases de tropa sentenciados á recargo en el servicio, sean al propio tiempo depuestos de sus empleos. . . . .	827
»	27.	<b>Indemnizaciones.</b> —Modificando el art. 5. <sup>o</sup> del reglamento de indemnizaciones de 1. <sup>o</sup> de diciembre de 1884. . . . .	827
»	27.	<b>Bajas.</b> —Que los jefes y oficiales del ejército que hayan sido dados de baja por ausentarse de su destino sin autorizacion, y al terminarse el procedimiento que se les siga sean sentenciados á pena que no implique la separacion del servicio, puedan ser rehabilitados en virtud de real orden, . .	828
»	28.	<b>Organizacion.</b> — <i>Escribientes.</i> —Aprobando el reglamento provisional para el cuerpo de escribientes militares. . . .	830
		Reglamento citado. . . . .	831

**1885**

Páginas  
de la C. L.  
del ejército.

Oct. 31.	<b>Justicia.</b> — <i>Procesados.</i> — <i>Retiros.</i> —Que no se conceda retiro á los individuos sujetos á procedimiento. . . . .	835
» 31.	<b>Academias.</b> — <i>Alumnos.</i> —Autorizando al director general de instruccion militar para conceder la separacion de las academias militares á los oficiales alumnos que lo soliciten. .	836

---

Terminamos aquí este indice, con el primer tomo de la *Coleccion Legislativa*, para continuar el del tomo II en el año siguiente, con objeto de hacer más fáciles las referencias.

---

