





de Villars



CONSTRUCCION

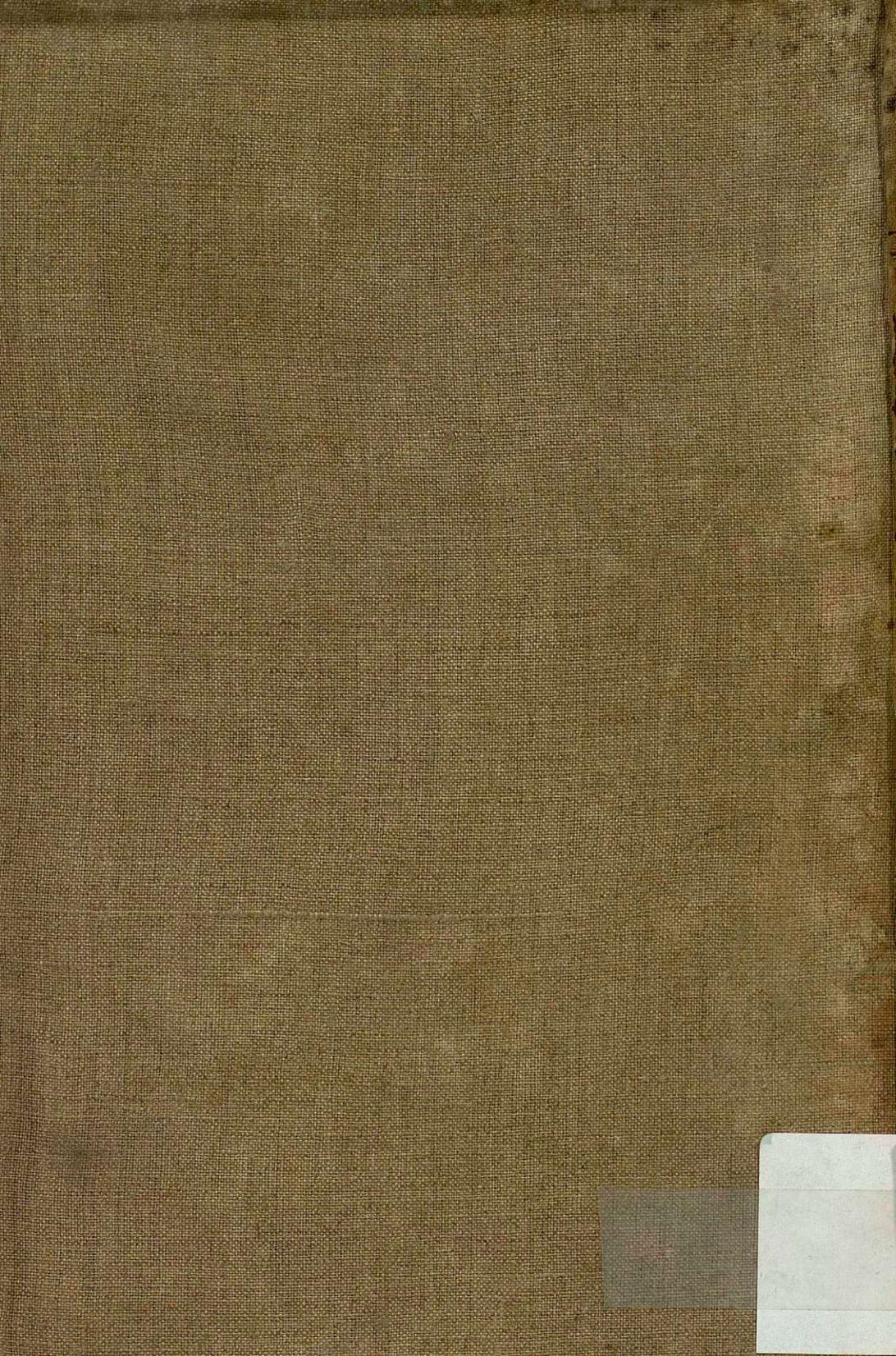
DE

PROYECTOS



T.A.S.

254



**CONSTRUCCIÓN DE PROYECTILES
PARA LA ARTILLERÍA.**

CONSTRUCCIÓN DE PROYECTILES

PARA LA

ARTILLERÍA,

Don Rafael de la Revilla y Gifre,

CAPITÁN DE ARTILLERÍA Y PROFESOR EN LA ACADEMIA DEL ARMA.

Obra declarada de texto para la Academia de Artillería por R. O. de 28 de Agosto de 1895

J. L. V.
◁ BIBLIOTECA ▷
N-77

VALLADOLID:

Establecimiento Tipográfico de H. de J. Pastor,

IMPRESORES DEL ILTRE. COLEGIO DE ABOGADOS,

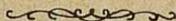
LIBERTAD, 13 Y 18.

1895

Es propiedad.

Ejemplar núm. 221

OBJETO DE LA OBRA.



Al escribir mi obra FABRICACIÓN DE ARTILLERÍA guiábame el deseo de poder facilitar á los alumnos de la Academia del Cuerpo el estudio de parte tan importante de la industria militar, salvando así las deficiencias de las lecciones orales sin texto de referencia. Y como si interesante es aquella parte industrial no lo es menos la que tiene por objeto construir los proyectiles en uso en la artillería, apenas terminado aquel trabajo, y alentado por el favorable concepto que logró merecer á la Superioridad y al Cuerpo aquella producción mía, comencé éste, con idéntica aspiración. No es otro, pues, el objetivo de esta nueva obra.

Rafael de la Revilla.

Construcción de proyectiles para la Artillería.

SUMARIO.

Páginas.

INTRODUCCIÓN.	III
-----------------------	-----

PRIMERA PARTE.

CAPÍTULO I.

Proyectiles de hierro colado.—~~Moldeo.~~

Proyectiles de hierro colado.	9
Moldeo de proyectiles.	10
Moldeo de las almas	13
Moldeo mecánico de los proyectiles.	15

CAPÍTULO II.

Fusión del hierro y colada.—Preparación de los moldes y colada de los proyectiles de fundición.

Fórmulas de fusión.	19
Fusión.	25
Desmoldeo, escarpa y limpia.	28
Moldeo de granadas ordinarias de tetones.	29
» » » de envuelta.	30
» » » de segmentos.	33
» » » de doble pared.	34
» » proyectiles endurecidos.	34

CAPÍTULO III.

Proyectiles de acero.—Su obtención.

Proyectiles perforantes	36
» » de acero nikel.	42
» » de acero, de trozos soldados eléctricamente.	43
Granadas de acero, de gran capacidad.	45
» de metralla, para piezas de campaña.	47

CAPÍTULO IV.

Temple de los proyectiles perforantes de acero.	49
Temple al plomo.	54

SEGUNDA PARTE.

CAPÍTULO I.

Diversas operaciones mecánicas á que se someten los proyectiles para su terminación.

Proyectiles de tetones.	59
Granadas de envuelta.	60
» con aros ó bandas.	62
Centrado, corte de la mazarota y torneó del cuerpo.	63
Fresado del culote.	66
Colocación de las bandas de cobre.	68
Torneo de las ojivas.	70
Emboquiliado.	73
Construcción de tapones de culote.	74
Proyectiles perforantes de acero.	76
Granadas de metralla.	77
Barnizado.	77
Pavonado.	79
Pintura.	80

CAPÍTULO II.

Reconocimientos.	81
Determinación del centro de gravedad y excentricidad.	92

APÉNDICE.

Construcción de botes de metralla.	97
Botes de metralla de zinc.	98
» » » con envuelta de hierro.	99
» » » de chapa de latón.	101



CONSTRUCCIÓN DE PROYECTILES
PARA LA ARTILLERÍA.

CONSTRUCCIÓN DE PROYECTILES

PARA LA ARTILLERÍA.



INTRODUCCIÓN,

Una de las varias é importantes fabricaciones de la industria militar, es la de los proyectiles que arrojan las diversas piezas de artillería y las armas portátiles de fuego. Prescindiendo de la construcción de los destinados á éstas, vamos á hacer el estudio de la de aquéllos, que por tener que reunir cualidades tan especiales, dados los diferentes objetos á que han de satisfacer, merecen tratar su fabricación con cierta detención.

Los proyectiles no son otra cosa que cuerpos ó masas que conducen la fuerza destructora originada en las piezas de artillería, merced á los gases de la pólvora, dando lugar á efectos diferentes, dependientes de su constitución y la de las bocas de fuego que los disparen, que se traducen en hombres fuera de combate, ó inutilización de los

medios de defensa; y de ahí que unos deban constituirse de tal manera que explotando se rompan en un crecido número de cascos ó permitan la proyección de una gran cantidad de balines sobre un blanco, y que otros sean capaces de perforar los blindajes ó demoler las mamposterías.

Si los proyectiles han de producir á distancias grandes, generalmente, los efectos que quedan enumerados, es claro que para que conserven á esas distancias la mayor velocidad posible, dada la inicial con que fueran disparados, y supuestos calculados convenientemente su peso, sección transversal y demás elementos, la materia que los constituya ha de ser de cierta densidad, y deberá reunir dureza y tenacidad suficientes para que no se rompan prematuramente ni se deformen.

Tales condiciones hacen dar la preferencia para tal fabricación á los metales que, como el hierro y el acero, son de cierta densidad y una dureza apropiada.

Bajo el punto de vista económico, los hierros colados resultan materiales muy apropiados para tal construcción, pues puede producirse un crecido número de proyectiles, por fusión, en moldes preparados al efecto, y sin gran dificultad, á la vez que con un coste muy reducido.

Pero así como para la constitución de proyectiles que no han de producir efectos de choque ni perforantes, tales como las granadas ordinarias, es su empleo casi único, no es ya suficiente la fundición cuando se trata de conseguir los perforantes destinados á batir las corazas de los barcos de guerra ó las placas de blindaje de las obras fortificadas, ni aun empleando el procedimiento de colar las ojivas en moldes metálicos ó conchas; y hay que recurrir al uso del acero como primera materia para tales proyectiles, que se hacen de aceros duros, generalmente cromados, forjados y templados.

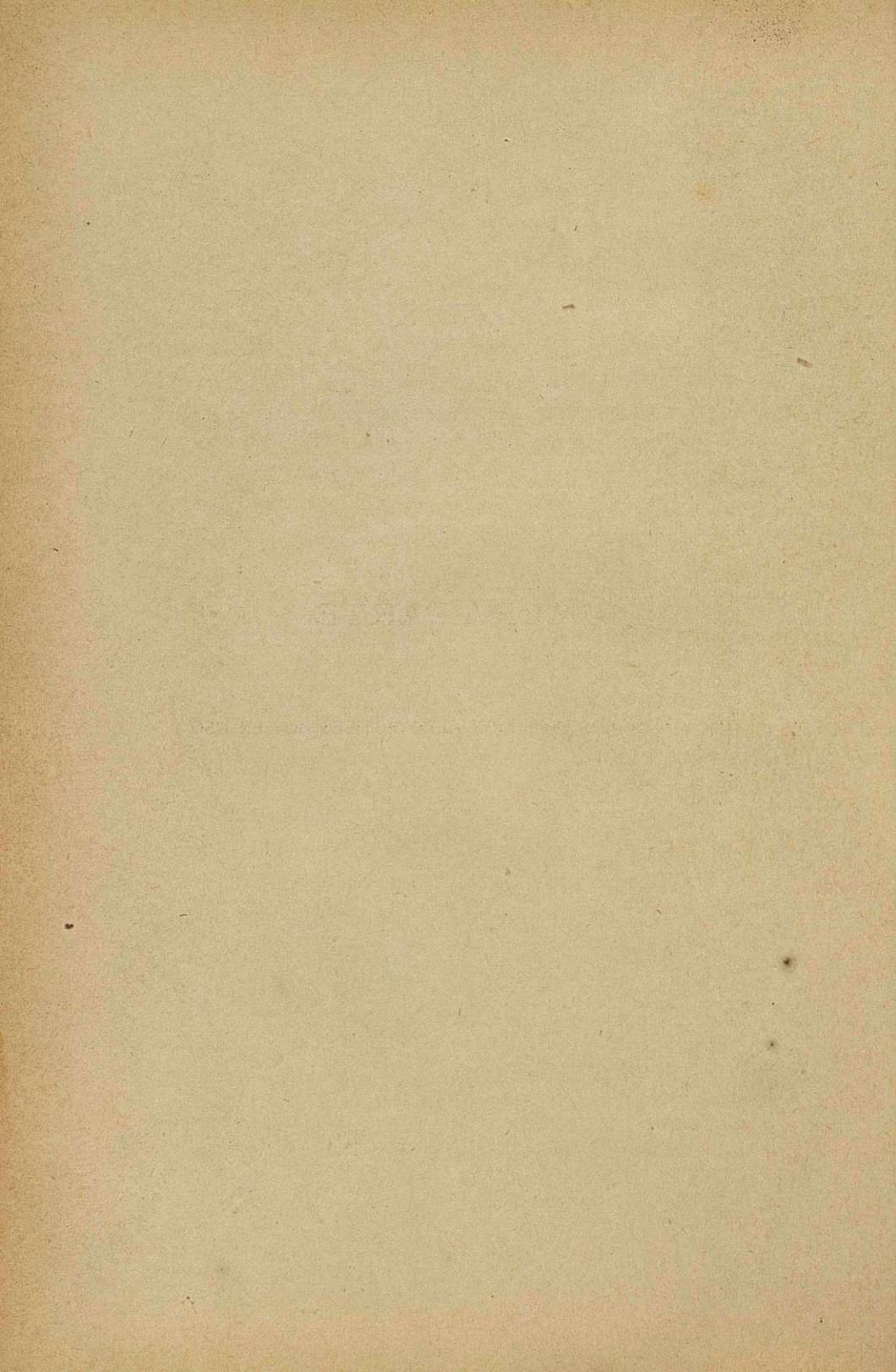
Cabe, pues, teniendo en cuenta la naturaleza de la materia de que se hagan los proyectiles, clasificarlos en dos grupos: proyectiles de hierro colado y proyectiles de acero.

Y si se atiende á la manera de estar unos y otros constituídos se pueden dividir en granadas ordinarias, sean éstas de una sola pared, la tengan doble, ó estén formadas de segmentos, granadas de metralla ó shrapnells, proyectiles de gran capacidad y perforantes.

En nuestro estudio abarcaremos, por consiguiente, la construcción de todos estos tipos, prescindiendo, por supuesto, de la fabricación de los proyectiles esféricos ya tan anticuados.

Dos partes, por tanto, comprenderá esta obra, ocupándose la primera de la obtención de los diferentes tipos de proyectiles hoy en uso, y la segunda del trabajo mecánico y manual necesario para concluirlos, así como de los diversos reconocimientos á que se someten.





PRIMERA PARTE.



OBTENCIÓN DE LOS DIFERENTES PROYECTILES HOY EN USO

CAPÍTULO I.

Proyectiles de hierro colado.

MOLDEO.

Todos los proyectiles que no han de efectuar trabajos de penetración, son generalmente de fundición, excepción hecha de los shrapnells ó granadas de metralla de las piezas de campaña, que, á fin de obtener la mayor capacidad interior para aumentar lo más posible el número de balines, se hacen hoy de acero suave, puesto que de este modo cabe disminuir el espesor de paredes en beneficio del hueco interior.

De antiguo, y partiendo ya de la adopción de la artillería rayada como uno de los medios, el más eficaz, de engendrar en los proyectiles una rotación sobre su eje mayor, tan ventajosa para evitar los desvíos irregulares que el tiro con los cañones lisos ofrecía, se han venido haciendo multitud de ensayos y experiencias encaminadas á determinar tanto la forma ó figura del proyectil como el mecanismo más conveniente para conseguir, en las mejores condiciones, dicha rotación, dando lugar al nacimiento de diversos tipos de proyectiles, habiéndolos habido simplemente expansivos y

compresivos expansivos; y por fin hizo su aparición el proyectil de tetones ó aletas, y filetes, generalizándose bien pronto, para las piezas á cargar por la boca, el sistema *La Hitte*, proyectil cilindro-ovejunal dotado de dos órdenes de tetones de zinc, compuesto cada uno de seis, correspondiendo cada dos de ellos, el uno anterior y el otro posterior, á cada una de las seis rayas que tenía el cañón.

Mas aunque mucho se ganara con tal proyectil, en cuanto á su conducción, hasta que se construyeron los cañones de retrocarga y con ellos se dieron á conocer los proyectiles de envuelta, no se consiguió su marcha regular, merced á la que la trayectoria deja de ser irregular, aumentando, por tanto, la precisión y eficacia de la artillería.

Como acabamos de indicar, los proyectiles primeramente usados en las piezas de retrocarga estaban dotados de una envuelta de plomo encastrada en el núcleo ó cuerpo del proyectil, para que las rayas del cañón, imprimiéndose en ella, les diera el movimiento de rotación apetecido; y posteriormente se substituyó tal envuelta por dos aros ó bandas de cobre, uno próximo al culote y otro en la unión de la ojiva y el cuerpo cilíndrico, teniendo por objeto este impedir que el hierro del proyectil pudiera tocar en el ánima de la pieza, y estando destinado el posterior á imprimirle la debida rotación sobre su eje mayor. Y por último, en vista de no ser precisa la banda anterior, supuesta una buena disposición del proyectil, para mantenerlo con su eje confundido con el del ánima, durante el recorrido de ésta, hoy, la inmensa mayoría de ellos, sólo poseen una banda de cobre próxima al culote.

La fabricación de los proyectiles de fundición, comprende, sea cualquiera de los tipos en uso, dos partes: una es la construcción de los moldes, ó moldeo de los proyectiles, y la otra la fundición, ó sea la fusión del hierro y colada en los moldes.

Moldeo de proyectiles.—Los proyectiles se moldean, en todos los establecimientos productores, en arena; pudiéndose practicar por el método ordinario ó manualmente, ó haciendo uso del moldeo mecánico. Este último

procedimiento solo difiere del anterior, en la manera de efectuarse la materialidad del moldeo; pero uno y otro exigen igualmente cajas de moldeo semejantes y modelos iguales.

Tanto las cajas de moldeo como los modelos se hacen de hierro, estos como menos expuestos á los deterioros inevitables en los de madera, que por las influencias atmosféricas pueden cambiar de dimensiones, además de que se inutilizan bien pronto.

Como el proyectil de fundición es hueco, su moldeo tiene que hacerse con alma, llenando en la colada el metal la parte vacía comprendida entre la arena del alma y la de la caja de moldeo.

Es necesario, por consiguiente, para esta clase de moldeo, contar con el debido número y clase precisa de cajas de moldear, arenas adecuadas y modelos.

Sin detenernos á exponer qué condiciones ha de reunir una buena arena de moldeo, ni el modo de prepararla, que hoy se hace mecánicamente, pues ya nos ocupamos de ello, en general, con alguna detención en nuestra obra *Fabricación de Artillería*, solo si haremos constar que la arena preparada para las paredes del molde no sirve para la confección de las almas, pues la de éstas no debe contener arena vieja ó usada y el grano ha de ser más grueso, á fin de que se desprenda mejor la humedad y tengan después más fácil salida los gases que se originan al colar. Además varía la proporción de carbón que contienen, siendo en éstas, generalmente, de 0,15 á 0,36 del volumen total, según el calibre, para que haciendo aun más porosas las almas, se favorezca la salida de los gases.

Las arenas que han servido á este objeto, efecto de la calcinación tan enérgica que han sufrido en la colada, no tienen ya aplicación alguna.

Las cajas de moldeo afectan diferente forma según la clase de proyectiles para que han de servir; y son las más usuales, tronco-cónicas como las representadas en la figura 1.^a de la lámina 1.^a teniendo sus bases circulares con una parte saliente destinada á la canal del bebedero. Están agujereadas en su

superficie, para permitir facil salida á los gases durante la colada, y se hallan provistas de asas *a* para su manejo.

La unión de unas cajas con otras se verifica por encastres á ángulo recto y los pasadores *b* con sus respectivas chavetas, ó bien hacen el oficio de éstas unas cuñas que se introducen en las ranuras de los pitones de que están dotadas las orejetas de una de las cajas, los que encajan en unos taladros abiertos en las orejetas de la otra.

La caja inferior, en el caso de moldearse proyectiles ordinarios, ó la superior, en el de ser, los que se fundan, de ojiva endurecida, tienen, en el sentido del diámetro, *la barreta*, en cuyo centro hay un refuerzo *o* cilíndrico, taladrado en dirección de su eje formado generalmente de dos cuerpos, el de menor diámetro para servir de paso al árbol del alma ó espiga del modelo, y el otro, que es de mayor diámetro, para asiento de las virolas de aquéllos.

También hay cajas tronco-piramidales, como las de la figura 2, de la lámina 1; y en éstas la canal del bebedero ocupa el ángulo agudo. Existen además otras formadas de dos mitades, ó medias cajas, como la *A* de la figura 3 de la lámina 1, cuyas dos partes se unen entre sí por los pitones *b* y sus chavetas.

Para el moldeo de granadas de pequeños calibres, sobre todo si se hace á mano, se usan cajas de hierro fundido, de base rectangular, y de paredes ligeramente inclinadas, que son capaces de contener de seis á diez en una fila, para lo que, de fundición, tienen unos tabiques transversales que dividen la caja en ese número de compartimientos; llevando la caja inferior sus correspondientes barretas para la sujeción de los árboles de las almas.

Para practicar el moldeo de los proyectiles, se hace uso del modelo, que tiene la figura exterior del proyectil con un aumento en sus diámetros para prevenir la contracción que experimenta la fundición al enfriarse, de no ser torneado después, y en caso de tornearse, para el desbaste, y de mayor longitud en la parte cilíndrica, para que quede un sobrante ó mazarota que recoja las impurezas del metal fluido, dé más densidad al producto y provea de metal á los espacios vacíos.

Este modelo se coloca perfectamente centrado en la caja inferior ó en la que lleve la barreta pasando la espiga por el agujero de aquéllos y ajustando su virola en el cuerpo de mayor diámetro destinado á ese fin, y se fija su posición con una tuerca que se atornilla á la espiga del modelo por la parte exterior del refuerzo de la barreta, ó con una chaveta.

Supuesto se moldeen granadas ordinarias, encima de la caja que lleva la barreta se coloca la segunda caja, de llevar más de una como acontece generalmente, y se comienza á verter arena de moldeo entre el modelo y las cajas, que se vá apisonando hasta llegar á la parte superior de la primera caja ó inferior y en seguida se moldea el talón del bebedero, y por último la caña del mismo, en la siguiente, de no tener mazarota el proyectil; pues si se hubiera de moldear ésta se efectúa á la vez que el del cuerpo del proyectil. El bebedero se moldea también, cuando se cuela á sifón, á la vez, y entonces es de la longitud que el proyectil.

Moldeado el proyectil se separan las cajas, se extraen los modelos de bebedero y proyectil, se da el baño negro y se llevan á desecar á la estufa.

El bebedero, canal por que se vierte la fundición en los moldes, se compone de la caña *G* (fig. 2, lám. 1) vertical y paralela al eje del molde, de forma tronco-cónica, abocinada en su parte superior, y del talón *d* horizontal, y en la generalidad de los casos prismático-triangular.

Moldeo de las almas.—El alma, precisa para producir el hueco interior del proyectil, se moldea en arena y afecta exteriormente la figura del contorno de la cámara de carga, y á veces el de la boquilla para la espoleta.

La sirve de núcleo *el árbol* que es un tubo de hierro forjado *d'* (figs. 1, 2, 3, 8 y 9, lám. 1) cuyas paredes están agujereadas para dar paso á los gases en la colada, y al que hay soldada una virola ó resalte cilíndrico *e*, que sirve para fijar su posición en la barreta de las cajas de moldeo, bien vertical, con cuyo objeto se tornean previamente los asientos de una y otra. La parte de árbol que queda por debajo de la virola está roscada para recibir una tuerca que fija la posición de aquélla en las cajas, ó lleva una ranura por que se introduce

una chaveta. Un ojal rectangular en el extremo permite la extracción del árbol después de la colada, valiéndose de un gancho que por el mismo se introduce.

Descrito el *árbol*, y antes de pasar al moldeo de las almas, vamos á ocuparnos de la matriz, caja de almas ó de machos, que todos estos nombres recibe. Se compone de dos semimatrizes metálicas, *A* (fig. 4, lám. 1), susceptibles de girar al rededor del eje *B*, que presentan, al unirse, un hueco de igual forma que el del ánima del proyectil, una vez ajustada en su parte superior la pequeña matriz *C*. Su fondo *D* está taladrado en su centro *a* para dar paso al árbol del alma, descansando en el asiento correspondiente la virola. Todo ello vá fijo á una mesa *P*, y otras veces unido á un soporte vertical, á lo largo del que se la puede hacer correr, tomando así distintas alturas según convenga.

La caja de almas acabada de describir se usa para el moldeo de las de los proyectiles perforantes principalmente, variando algún tanto su disposición en aquellas en que se han de moldear las de las granadas ordinarias, ya sean de una sola pared, de segmentos, etc.

En tal caso está formada la caja de almas, por dos semimatrizes, un fondo taladrado en su centro y en el que hay hecho el asiento para la virola, y una tapa; y se diferencia de la anterior en que la tapa está rebajada en su interior de modo que afecte la forma interior del culote y la figura de las semi-matrizes es el resto de la de la cámara de carga con la ojiva en la parte inferior.

Algunas veces está taladrada dicha tapa en su centro para dejar paso al otro extremo del árbol que se recubre también de barro y da después lugar á la formación del agujero del culote, que tienen hoy todos los proyectiles, que después se cierra con un tapón roscado de hierro ó de acero.

Para llevar á cabo el moldeo de las almas se prepara primero el árbol, arrollándole estopa sobre la que se va poniendo barro hecho con arcilla humedecida, á la que se mezcla estiércol de caballo, dándole figura de pera, é imprimiéndole con los dedos unos rebajos en sentido del largo

para favorecer la ligazón con él de las sucesivas capas de arena. Seguidamente se secan sobre unos hornillos de cok.

Dispuesto el árbol, preparado como queda consignado, se le coloca en la caja de almas pasándole por el centro del fondo *D*, y se fija su posición con una tuerca ó chaveta por la parte inferior; se unen después las dos medias matrices *A*, cerrándolas fuertemente, valiéndose de unas grapas que se ajustan á las asas *H*, se espolvorean con carbón las paredes y fondo y se empieza á verter arena, que se va apisonando, hasta llegar á la parte superior, que se limpia el reborde en que ha de encastrar la tapa *C*, y se coloca ésta, echando de nuevo arena para moldear la extremidad de la ojiva golpeando sobre el mandril *C'* hasta que ocupe su sitio, con lo que quedará terminado el moldeo.

De verificarse el moldeo del alma de una granada ordinaria, haciendo uso de la otra caja de almas explicada para tal fin, todo se hace de igual modo, á excepción de que una vez llegado á la parte superior de la matriz no se prosigue como antes, sino que se echa la suficiente arena para que puesta seguidamente la tapa quede moldeado el culote, dando algunos golpes sobre ella hasta que apoye en su asiento.

Transcurrido un poco de tiempo se procede á desmoldear separando la tapa, y abriendo luego las matrices, después de haber golpeado suavemente al rededor de ellas, para vencer la adherencia que pudiera haber entre la arena y las paredes de la caja de almas, y se extrae el alma, para lo cual se quita la tuerca ó chaveta que fijaba el árbol al fondo.

Como la unión de las semimatrices y de la tapa siempre quedan marcadas, se retoca con la espátula ó paleta, y en seguida se dá el baño negro con una brocha, y se deseca en una estufa.

Las matrices para el moldeo de almas de las granadas de segmentos y otros se describirán más adelante.

Moldeo mecánico de los proyectiles.—El uso de las máquinas para moldear, se ha extendido en la industria, aplicándolas, sobre todo, cuando se trata de obtener

muchos objetos iguales; y por consiguiente han tenido su aplicación en la fabricación de proyectiles, naciendo el moldeo mecánico de éstos ó moldeo con máquinas adecuadas.

La máquina más generalmente empleada con ese objeto es la que aparece representada en la figura 5, lámina 1; y está compuesta de una mesa cuyos piés *B* se atornillan al piso del taller para darla más estabilidad. El tablero tiene un hueco en su parte central para dejar pasar á la parte superior de la placa *C* sobre que se fija el modelo *D* del proyectil que se desea construir; yendo dicha placa íntimamente ligada á la pieza vertical *E* en que hay vaciada una cremallera con que engrana la rueda dentada *H*, que se mueve á mano con el volante. Un freno, provisto de su manigueta, permite, que al llegar la mesilla á su posición más alta, pueda permanecer fija.

El moldeo con esta máquina, se hace con suma facilidad; y se verifica, una vez puesto el modelo, como se ve en la figura, del modo siguiente: se coloca la caja inferior, supondremos se necesitan dos para constituir el molde, sobre la mesa, centrada por los resaltes *a* y el pitón *b*, y en seguida se comienza á verter la arena, apisonándola por capas sucesivas, hasta llegar al borde de la barreta.

Terminado el moldeo se hace girar el volante para bajar la mesilla *C* y de este modo retirar el modelo, y seguidamente se quita la caja de moldeo, se da el baño de negro al molde y se lleva á desecar á la estufa.

Limpia de arena la mesa, pues siempre se desprende alguna al separar las cajas, se moldea otro proyectil del modo que se acaba de decir, repitiéndose la operación cuantas veces sea preciso hasta concluir de moldear la tarea diaria.

Cuando el modelo es de alguna longitud, para que el tablero quede á una altura adecuada para hacer con facilidad todas las operaciones inherentes á esta clase de trabajo, y especialmente la colocación de cajas y el apisonado de la arena, la máquina se dispone enterrada, es decir, á un nivel inferior al del piso del taller.

Aunque bastante empleado el moldeo mecánico de los proyectiles en algunas fábricas, no se ha generalizado mucho pues son pocas las ventajas que proporciona la adopción de tal método; y en cambio es casi el único sistema en vigor para moldear los segmentos de las granadas de esta clase.

Para tal trabajo puede decirse que la máquina universal es la que representa la figura 6 de la lám.^a 1.^a Se compone de la mesa *A* cuyos piés se fijan al suelo con tornillos, y que sustenta cuatro soportes *B* que sostienen otra mesa *C*, en la que hay hechos tantos taladros como modelos de segmentos contenga la placa *D* y de igual contorno que éstos; si bien, generalmente, tales taladros son circulares y de bastante más diámetro que los segmentos, y están destinados y dispuestos convenientemente para dar cabida en ellos á unos suplementos exteriormente de la forma de tales taladros é interiormente de la figura exterior de los segmentos correspondientes, con objeto de utilizar la máquina, cambiando dichos suplementos y la placa de moldeo, para la obtención de segmentos para dos calibres diferentes.

La placa de moldeo *D* es guiada en su movimiento vertical por unos pilarillos *I* fijos á la parte inferior de la misma que atraviesan por unas vainas tubulares que tiene la mesa *A*. El movimiento de la placa se obtiene por las escéntricas *E* montadas en el eje *H* que se hace girar con la palanca *P*.

Verificase el moldeo, poniendo sobre la mesa una caja de moldear de pequeña altura y haciendo subir la placa *D* hasta que toque su cara superior en la inferior de la mesa *C* penetrando entonces los diferentes modelos *a* por los huecos de los suplementos de aquella á que quedan ajustados en su contorno. Tal disposición obedece á la idea de conseguir un moldeo perfecto de los segmentos, pues sólo así puede evitarse que al hacer descender la placa de moldeo y con ella los modelos arrastren éstos alguna arena quedando defectuosos los salientes y entrantes de los moldes que se hicieren.

Dispuestos los modelos y caja como queda expresado, se echa arena, que se apisona con igualdad hasta que adquiera el nivel del borde superior, é inmediatamente, girando la palanca *P* en sentido contrario que antes, se hace descender la placa de moldeo.

En otra caja se moldean de igual manera los bebederos y canales que han de conducir el hierro á los moldes de los segmentos. Después se unen ambas cajas, dado que sea el baño negro; y secos los moldes se hallan en disposición de recibir la fundición.

Hay otros modelos diferentes de máquinas para moldear, difiriendo tan solo en la disposición de sus órganos, por lo que no las describimos y sólo vamos á dar una idea de una muy sencilla. En ésta, la placa de moldeo, que contiene los modelos múltiples que se hayan de reproducir, puede correr con gran facilidad á lo largo de dos columnas verticales fijas á la base ó zócalo de la máquina, merced á unos contrapesos de que están dotados los soportes de los muñones que la sostienen. Para moldear se coloca la placa á la altura más conveniente, según la de las cajas de moldeo, fijándose en esta posición con unas chavetas que la imposibilitan de girar en sus soportes; se pone encima la caja de moldeo, sujetándola con unas grapas que se atornillan á la placa, y se vierte la arena, que se apisona hasta el borde superior de aquélla; acto continuo se procede al desmoldeo, que se hace, una vez quitadas las chavetas que impedían el movimiento de los muñones en sus soportes-muñoneras, imprimiendo rotación á la placa de moldeo girando ésta por sus muñones dentro de los soportes, hasta que la caja de moldeo quede por debajo, que se hace descender para que asiente dicha caja sobre el zócalo de la máquina, que se sueltan las grapas, elevando nuevamente la placa, y dejando ya la caja de moldeo, hechos los moldes, libre en el zócalo.

A fin de evitar hacer á mano el trabajo de echar y apisonar la arena, así como para dar más regularidad á la compresión de las diferentes capas, se ha tratado de efectuar tales operaciones sirviéndose de una tolva y prensa, dando lugar á la construcción de algunas prensas de moldear sin que las hasta hoy conocidas, tanto hidráulicas como mecánicas, satisfagan cumplidamente á tales objetos, pues unas resultan sumamente complicadas, y otras además de un trabajo muy lento. Por estas razones, que hacen no se usen, no describimos ningún tipo.

CAPÍTULO II.

Fusión del hierro y colada.

Preparación de los moldes y colada de los principales tipos de proyectiles de fundición.

Fórmulas de fusión.—La elección de los hierros propios para la fabricación de proyectiles, se hace en todas las fábricas, mediante algunos ensayos de los que se deducen, ya construyendo una partida de proyectiles, para someterlos á pruebas, ya del resultado que arrojen barretas que se ensayan á la tracción y choque, ó del análisis químico, ú otros reconocimientos, las fórmulas de fusión, más adecuadas en cada localidad, para la obtención de las diversas clases de proyectiles; procurándose siempre que los hierros colados sean de buena calidad y entren en la debida proporción á conseguir una fundición truchada clara.

El hierro colado, producto resultante de la reducción y fusión de los minerales de hierro por el calor, el carbón y el aire, en los hornos altos, da lugar á diferentes tipos de fundiciones, según que se emplee una ú otra clase de combustible y que el aire que se inyecte en la cámara destinada á la fusión sea frío ó caliente; clasificándose, en su virtud, las fundiciones en hierros al carbón vegetal ó al cok, al aire frío ó caliente.

También se dividen las fundiciones en blancas, grises y mezcladas ó truchadas, según la dosis y manera de estar contenido el carbono. Este entra bajo dos aspectos distintos en toda fundición, habiendo parte de él combinado y otra parte mezclada mecánicamente con el hierro, formando carburo de hierro y carbono libre ó grafito, respectivamente.

Admisible como principio general, suficientemente comprobado, que el hierro es tanto más duro cuanto menos carbono libre contiene, cuanto más clara sea la fundición tanto mayor dureza poseerá. Así es, que la fundición blanca, en la que es menor la proporción del carbono libre, es la más dura de todas, y las grises son tanto más blandas cuanto más se acercan á la gris oscura.

Si analizamos las diferentes propiedades de unas y otras, se deduce en consecuencia que las blancas son muy elásticas, pero quebradizas y difíciles de trabajar, y las fundiciones grises de menor elasticidad pero más tenaces y de mayor resistencia. Todo esto, debido á la influencia del carbono, ó mejor aún, á la proporción ó relación que entre el combinado y el libre existe.

Veamos ahora la influencia que en sus propiedades ejercen los demás cuerpos. El silicio se halla generalmente unido al hierro en toda fundición, parte combinado formando siliciuro de hierro, y parte libre; siendo las grises obtenidas al aire caliente y con cok y minerales siliciosos las en que el silicio entra en más grande proporción, que á veces llega hasta el cuatro por ciento. Tales fundiciones tienen el grano muy fino, y los objetos fundidos con ellas son poco consistentes.

El fósforo, que solo le deben contener en muy pequeñas dosis, ejerce influencia grande en sus propiedades; si entra en una proporción demasiado alta produce objetos poco resistentes, si bien, por hacer más fluida la fundición, permite una gran perfección en la reproducción de objetos de adorno, de poco espesor y labores delicadas. Asimismo se presta el hierro fosforoso, por dicha fluidez y porque tarda bastante tiempo en solidificarse, á la fundición de piezas que requieran mucha homogeneidad, siempre que la cantidad

que de él contengan dichas fundiciones, no sea excesiva, que perjudicaría su resistencia.

El azufre es nocivo siempre, pues aunque dé á los hierros más fluidez, éstos pierden sensiblemente en tenacidad; y además tienden á blanquear produciéndose cavidades en la masa del objeto fundido.

El manganeso, metal que puede decirse se encuentra en todas las fundiciones, hace más íntima la combinación del hierro y del carbono, dá mayor dureza al producto, que también es más resistente, y favorece el temple.

Los demás cuerpos no suelen formar parte de los que aparecen en las fundiciones, y por tanto no nos ocuparemos de examinar su manera de obrar, consignando, sin embargo, que todos aminoran su resistencia.

También el calor ejerce su acción en las fundiciones. Como todos los metales experimenta la fundición al calentarse una dilatación, y al pasar del estado fluido al sólido un crecimiento de volumen, contrayéndose después al pasar de la temperatura del blanco á la ordinaria.

Las fundiciones blancas se funden á menor temperatura que las grises, pero éstas, en cambio, se conservan líquidas durante más tiempo, siendo por consiguiente más apropiadas para la construcción de objetos moldeados.

Hemos dicho que al solidificarse una fundición se dilata y después se contrae: así es en efecto; mas si se suman las contracciones que experimenta en el primer momento ó periodo de la colada, al pasar de la temperatura más alta que poseía á la cercana á su punto de solidificación, y la del tercer periodo al descender su temperatura hasta la ordinaria es siempre más grande la contracción total que la dilatación; y así se observa en los objetos fundidos una disminución de volumen que debe tenerse muy en cuenta para dar á los moldes las debidas creces, á espensas de un aumento de dimensiones en los modelos, á fin de conseguir resulten aquéllos con las correspondientes medidas; no olvidándose de que tanto mayor es la contracción cuanto más clara es la fundición, y que las sulfurosas son las que menos se contraen.

Si se hace enfriar bruscamente á la fundición, después de haber adquirido una alta temperatura superior al rojo sombrío, temple, haciéndose muy quebradizas las fundiciones blancas y volviendo blancas á las grises, que adquieren mayor dureza.

Expuesta la clasificación de las fundiciones y sus propiedades é influencia que los demás cuerpos y el calor ejercen sobre ellas, réstanos indicar cuáles son las más indicadas, por tanto, para la construcción de proyectiles.

No llenando bien los moldes y contrayéndose además mucho al solidificarse la fundición blanca, que también es muy dura y quebradiza, debe excluirse de las destinadas á tal fabricación. Por otra parte, siendo las fundiciones grises oscuras ó del número 1 demasiado grafitosas, que después producirían, por la separación del grafito al enfriarse, proyectiles de superficie áspera y llena de picaduras, arrugas, etc. y que á la vez, por su gran fluidez darían lugar á piezas de excesivos diámetros, tampoco deben figurar entre las más convenientes para tal industria. En su consecuencia deben fundirse los proyectiles con hierros colados grises número 2 ó con la fundición mezclada ó truchada clara, de buena calidad.

Como esta fabricación, y más actualmente que todos los proyectiles se funden con mazarota ó de una más grande longitud, produce muchos residuos en mazarotas y bebederos, con el fin de aprovecharlos se hacen entrar en las fórmulas de fusión, que se eligen de modo que el resultado final sea el apetecido.

Aunque al parecer podrían emplearse, para la fundición de los proyectiles ordinarios, hierros colados más inferiores y fosforosos, pues el enfriamiento se hace con rapidez, la falta de resistencia de los mismos es causa de que se prefieran buenos hierros para tal producción.

Teniendo en cuenta todo cuanto queda expuesto se fijan las fórmulas de fusión para cada clase de proyectiles y calibre debiendo construirse, antes de adoptarlas como definitivas, algunos para pruebas, determinación de densidades, y conocimiento de su resistencia con barretas ensayadas á la

tracción y choque. Igualmente se debe proceder en todas las modificaciones de las fórmulas de fusión, siendo además conveniente practicar análisis de la fundición.

Para llevar á cabo las pruebas de choque se funden barretas de sección cuadrada, de cuatro centímetros de lado y de veinte de longitud, con una mazarota de la misma sección y diez centímetros de altura, las que después de escarpadas y cortadas las mazarotas se examinan, desechando cuantas presenten algún defecto en su superficie ó en el corte, para elegir cuatro que sufren la siguiente prueba sucesivamente: colocadas las barretas descansando en las aristas de dos prismas triangulares que disten entre sí diez y seis centímetros, se deja caer sobre su parte media un peso de 11,500 kilogramos desde una altura de 60 centímetros cuyo choque deberán resistirlo sin romperse.

Aceptada la fórmula de fusión, todos los días de fundición se funden al principio, medio y fin de la marcha del cubilote dos barretas de ensayo que se someten á dicha prueba, y se continúa hasta romperlas, que se examina la fractura; determinándose además su densidad, que no debe ser inferior á 7 ni superior á 7,50.

Siendo más puros los hierros al carbón vegetal que los al cok; pues siempre este combustible introduce en el horno cierta cantidad de azufre, son preferibles aquéllos para esta fabricación; pero como por otra parte la densidad de la fundición obtenida al carbón vegetal es más alta que la de igual matiz producida al cok, y como para cada tipo de proyectiles se asigna una tolerancia en pesos á que hay que subordinar la densidad del producto, es de necesidad mezclar fundiciones al cok y al carbón vegetal; y así mismo, por economía, se añaden también mazarotas.

Para la obtención de los proyectiles endurecidos hay que tener presente, además de todo lo dicho, que debiendo sufrir las ojivas un verdadero temple, en el momento de la colada, es menester emplear una mayor cantidad de hierro al carbón vegetal, que dá más pureza al producto y que por contener el manganeso en cierta proporción hace ser más permanente la combinación del hierro con el carbono, favoreciendo el

temple y dando más resistencia al proyectil. Y es claro que las fundiciones más adecuadas para esta clase de proyectiles son las grises del número 3 y superiores porque contienen en mayor proporción el carbono combinado que las número 2 y 1.

Con todos estos antecedentes y según las localidades y los tipos de los hierros en lingote del país, y la marcha de los cubilotes en que se refunda el hierro para proyectiles, se fijan las diferentes fórmulas de fusión para cada caso.

En la fábrica de Trubia las fórmulas de fusión que están en la actualidad en uso son las siguientes:

Para proyectiles ordinarios de 21 cm. en adelante.

Hierro al carbón vegetal, núm. 2.....	0,69
» al cok, núm. 2.....	0,15
» en mazarotas de proyectiles.....	0,16

Para proyectiles ordinarios de 15 cm. é inferiores.

Hierro al carbón vegetal, núm. 2.....	0,60
» al cok, núm. 2.....	0,24
» en mazarotas de proyectiles.....	0,16

Para proyectiles endurecidos, de 21 cm. en adelante.

Hierro al carbón vegetal, núm. 3.....	0,72
» al cok, núm. 3.....	0,12
» en mazarotas de proyectiles.....	0,16

Para proyectiles endurecidos de 15 cm. é inferiores.

Hierro al carbón vegetal, núm. 3.....	0,66
» al cok, núm. 3.....	0,18
» en mazarotas de proyectiles.....	0,16

Para granadas ordinarias de 8 cm.

Hierro al carbón vegetal, núm. 2.....	0,52
» al cok, núm. 2.....	0,32
» en mazarotas de proyectiles.....	0,16

Unos y otros hierros se someten antes de ser recibidos por útiles á varias pruebas; y deberán tener, para su admisión, los al carbón vegetal, la siguiente dosificación deducida del correspondiente análisis químico que con ellos se efectúa:

Fe.....	93,48
Mn.....	0,70
Si.....	0,87
Grafito.....	0,67
C.....	4,03
Ph.....	0,08
Pérdidas.....	0,17

De igual manera los hierros al cok, sufren el consiguiente análisis, debiendo tener la siguiente composición :

Fe.....	93,40 á 94,00
Si.....	2,25 á 1,90
Grafito.....	3,25 á 2,55
C.....	0,90 á 1,30
S.....	0,04
Ph.....	0,05

Además del análisis mencionado, los hierros al cok sufren una prueba de choque, para lo cual se funden en el cubilote algunas cargas de 150 kg. y de la última se cuelean seis barretas de sección cuadrada y de las dimensiones prefijadas ya cuando reseñamos esta prueba y se las somete á aquel ensayo mecánico.

Las densidades con que resultan los proyectiles, de acuerdo con las señaladas en el vigente *Reglamento de reconocimiento y conservación de los proyectiles*, son de 7,05 á 7,15 para los ordinarios y de 7,10 á 7,25 para los endurecidos.

Fusión.—Conocidas las fórmulas de fusión más apropiadas para la fabricación de proyectiles ocupémonos del modo de verificarse la fusión. Aunque son varios los métodos de que para tal objeto dispone la industria siderúrgica, el más adecuado, económico y de mayor producción, y, por

tanto más generalmente usado, es el de refusión, en cubilotes, de las distintas fundiciones que constituyen, en cada caso, las fórmulas de fusión.

Tienen los cubilotes sobre los altos hornos y los de reverbero ventajas considerables para preferirlos en esta clase de trabajos, pues son susceptibles de fundir bien toda clase de hierros colados, cosa que no sucede en los de reverbero que precisan fundiciones muy grises por descarburarse fácilmente por lo expuesto que está el baño al aire, oxidándose el metal fluido; y sobre todo, con el cubilote se puede producir una cantidad considerable de hierro que se cuela sucesivamente y no de una vez como acontece con los reverberos que tiene el inconveniente de necesitarse un crecido número de moldes preparados.

Los cubilotes se detallan suficientemente en todas las obras de siderurgia y se encuentran bastante generalizados para dispensarnos de hacer de los mismos una descripción.

Como las fórmulas de fusión difieren tanto según que se hayan de obtener proyectiles ordinarios ó endurecidos, es conveniente no fundir en un mismo día más que una clase de proyectiles en un mismo cubilote; porque aunque podría hacerse una carga falsa después de fundir un cierto número de proyectiles ordinarios, por ejemplo, para proseguir con la fórmula de fusión de los endurecidos, generalmente, y aun á pesar de tal medida, salen los hierros mezclados perdiéndose varios proyectiles, además de la falsa carga. De modo que, por razones económicas y de bondad del producto, deben fundirse separadamente y en diferente cubilote, ó en el mismo en otro día, unos y otros proyectiles.

Puesto en marcha el cubilote, es decir, dado fuego, se disponen los moldes que han de recibir el metal y asimismo el caldero ó calderos en que se ha de verter el hierro al salir de los hornos, cuyos agujeros de colada se tienen cerrados con un tapón de barro, hasta haber fundida suficiente cantidad de hierro para hacer la primera sangría, que se abre el agujero de colada para dar salida al metal líquido que se lleva á verter desde el caldero á los diferentes moldes.

Antes de empezar á fundir los proyectiles se deja enfriar

lo suficiente el baño, espumándole y berlingándole hasta que su temperatura sea la debida, que la indica el color rojo tan característico que presenta, en cuyo momento se eleva el caldero y se vá vaciando su contenido molde por molde, despacio y cuidando de separar con una pala las escorias á fin de que no pasen al interior de los moldes. Llenos que sean se les echa un poco de carbonilla ó de arena, y á veces se introduce por el bebedero una varilla de hierro, que se agita verticalmente hasta que el metal empieza á solidificarse, para impedir queden burbujas de aire ó gaseosas, presas entre la masa metálica al verificarse el enfriamiento.

Cuando hayan de fundirse proyectiles endurecidos hay que extremar las precauciones y tener presente que influyendo mucho la temperatura del metal al colarle para que las ojivas templen bien y no se produzcan cavidades en las paredes y culote, una vez verificada la sangría del horno se examinará la temperatura del metal, no colándose cuando ésta sea muy alta porque rápidamente se calentarían demasiado las conchas, y no difiriendo mucho su temperatura de la ojiva, el temple resultaría deficiente; y asimismo se huirá de caer en el extremo opuesto, pues con hierros fríos los proyectiles tendrían cavidades.

Tampoco deja de tener importancia, al fundir esta clase de proyectiles, la manera de hacer la colada en los moldes; conviniendo verter el metal rápidamente hasta que ocupe todo el hueco de la concha, acabando de llenar el molde despacio y siguiendo en un todo las reglas explicadas.

En Trubia se ha ensayado fundir dichos proyectiles de dos veces; con hierro más frío se llenaba la concha, y el resto del molde con hierro más caliente que se tiene en otro caldero. Los resultados obtenidos han sido buenos, y el método obedece á la idea de conseguir un gran temple en la ojiva, pues siendo relativamente baja la temperatura de ésta la concha la roba con rapidez su calor, descendiendo así con viveza su temperatura, á cuya merced el carbono en estado de grafito, pasa á carbono combinado, obteniéndose un buen temple para aquella parte; y á la vez el cuerpo del proyectil, por haber colado hierro caliente, no presentará cavidades.

Antes de fundir se calientan las conchas, operación que se practica generalmente con una ojiva al rojo, con lo cual adquieren una temperatura próxima á los 60°.

Hecha la colada se dejan enfriar los proyectiles en sus moldes, permaneciendo en éstos un tiempo prudencial, variable con los calibres.

De ser los proyectiles endurecidos, pasados de 20 á 50 minutos, según el calibre, y que hayan servido las conchas ya para otra fundición ó sea la primera del día, se les quita de las conchas y se introducen las ojivas entre arena hasta su completo enfriamiento. Al salir de las conchas aun conservan el color rojo oscuro.

Durante la colada se practican ensayos para conocer si el metal reúne las condiciones deseadas. Sobre todo, antes de colar proyectiles endurecidos se toman, si son de calibres medios tres pruebas, al principio, medio y fin de la colada, y de ser de calibres grandes una antes de colar cada proyectil, que consisten en verter hierro, del que contiene el caldero que ha de llenar los moldes correspondientes, en unas matrices metálicas, de sección triangular, obteniéndose unas barretas prismático-triangulares, que se enfrían en agua y rompen después, con un martillo, demostrando el número de golpes precisos para romperlas y su fractura, el grado de temple adquirido.

Desmoldeo, escarpa y limpia. — Fríos los proyectiles se procede á su desmoldeo, que se efectúa separando las cajas, dejando los proyectiles entre arenas hasta que sean escarpados, que se hace á mano, picando con un martillo en toda su superficie y cortando con cinceles los bebederos y asperezas que pudieran tener, procediéndose seguidamente á limpiarlos empezando por extraer el arbol del alma, tirando de él con un gancho que se introduce por el ojal que tiene á ese fin en su extremidad, y después rascando toda la cavidad interior con hierros aguzados que se hacen entrar por el culote ó por la boquilla.

La limpia ó sea despojarle de la arena que calcinada tienen siempre adherida á sus paredes, se hace también mecánicamente, valiéndose de un chorro de vapor ó de aire

á una alta tensión, que arrastra consigo los granos de arena, aun los más agarrados, existiendo máquinas construídas á ese fin.

Descritas quedan, en general, las operaciones de moldeo y fundición de los proyectiles; pero difiriendo en algunos detalles de importancia el modo de operar para cada tipo de proyectil, vamos á indicar seguidamente la construcción de los moldes en cada caso.

Moldeo de granadas ordinarias, de tetones.—El proyectil se moldea en dos cajas enteras distintas, una para el culote y otra para el resto. El modelo es hueco y abierto por el culote; en el plano anterior de la ojiva y en dirección del eje tiene un taladro compuesto de dos cuerpos cilíndricos de diferente diámetro correspondiendo el mayor al de la virola del vástago de hierro ó árbol que después sirve para su colocación en la barreta de la caja de moldeo cuando se proceda á moldear, y el menor del diámetro de dicho árbol, el cual está roscado por sus dos extremidades.

Como el proyectil ha de sacar vaciados los alojamientos para los tetones y los agujeros para el saca-balas, deberá tener el molde del cuerpo los correspondientes huecos cilíndricos, que después produzcan, merced á unos cilindros de barro que se ajustan en los mismos, sobresaliendo de la superficie del molde igual magnitud que la de la profundidad que han de tener aquéllos, los citados alojamientos. E igualmente en la ojiva deberán producirse tres salientes de las dimensiones de los agujeros para el saca-balas, por semejante procedimiento.

En su consecuencia, para moldear el proyectil se prepara el modelo del siguiente modo: por el taladro del plano de la ojiva se hace pasar el árbol ajustando la virola en su asiento y por el interior del modelo se introduce una arandela de hierro del diámetro exterior que el interior de la ojiva en la sección de los agujeros para el saca-balas, y provista de tres chaffanes correspondiendo con dichos taladros, la cual sirve de tope á otros tantos cilindros que, terminados por una parte cónica ensanchada, se colocan antes por el interior del modelo, para que no se muevan; y se fija la posición de dicha

arandela con una tuerca que se atornilla al extremo roscado del árbol, que la atraviesa, imposibilitándola de descender hacia el chaffán ó plano de la ojiva la diferencia de diámetro de esta parte.

Otras dos rodajas torneadas al diámetro interior del modelo en su parte cilíndrica ó cuerpo con seis chaffanes cada una que se hacen coincidir con los correspondientes taladros que lleva para hacer los alojamientos de las portadas para los tetones, sirven de tope á otras tantas piezas llamadas portadas, de forma de un tronco de cono unido por su base menor á una parte cilíndrica, que se introducen con anterioridad en los agujeros dichos, fijándose después ambas rodajas al modelo.

Preparado así el modelo y cerrado el culote, se verifica el moldeo del proyectil del modo general ya indicado, y después se sacan las dos rodajas y arandelas y se extraen las portadas para tetones y agujeros para el saca-balas, retirándose por último el modelo del proyectil.

El alma se moldea como de ordinario, y seca ésta y el molde del proyectil así como del culote, que se habrá moldeado aparte en otra caja, ó á continuación del moldeo de la ojiva y parte cilíndrica colocando una segunda caja sobre la inferior, se unen las dos cajas después de centrada y colocada convenientemente el alma en la inferior, y previo haber puesto en los agujeros para los alojamientos de los tetones y los tres de la ojiva otros tantos cilindros de barro de iguales dimensiones exteriores, después de colocados, que las de los citados alojamientos. Dichos cilindros se moldean aparte en matrices y con modelos adecuados.

Moldeo de granadas de envuelta.— De este tipo de proyectiles, destinados á los cañones de retrocarga antes de hacer su aparición los de aros y bandas, había dos clases, llamándose los unos de envuelta ligera y los otros de envuelta encastrada ó pesada.

El modelo para los primeros es de una sola pieza que afecta exteriormente la figura exterior del núcleo, con dos orejetas en la ojiva para la sujeción del proyectil en el torno. En el culote tiene un taladro que se cierra con un

tapón ó pezón, sirviendo dicho taladro para la extracción del modelo después de haber moldeado el núcleo.

Para el moldeo son necesarias dos cajas *A* y *B* (fig. 2, lám. 1) que se unen entre sí mediante las espigas y chavetas que llevan.

El moldeo de las almas se lleva á cabo como ya queda dicho, sacando á terraja la parte de la boquilla.

El del proyectil se hace situando el modelo, con la ojiva para abajo, en la caja inferior, pasando la espiga por la barreta en cuyo refuerzo se asienta la virola, fijando su posición con una tuerca por la parte inferior; y en seguida se vierte la arena que se apisona hasta llegar al talón del bebedero, que se pasa á moldear éste; y terminado se pone encima la otra caja en que se moldea la caña del bebedero.

Secos el molde y alma se preparan para recibir la fundición como se vé en la citada figura 2, en que *A* y *B* son las cajas, *m n* el alma, cuyo árbol *d'* está fijo á la barreta *o* con su tuerca de orejas y *a b h p s g* el hueco comprendido entre las paredes del molde y el alma, *G* la caña del bebedero y *d* el talón.

La colada se conduce, en esta clase de proyectiles, como en otro cualquiera, y ya desmoldeados, escarpados, y limpios, sufren las operaciones de colocarles la envuelta y las demás mecánicas que describiremos en el lugar correspondiente.

En las granadas de envuelta encastrada tiene lugar el moldeo del alma de análogo modo que para los de envuelta ligera, no sucediendo lo mismo con la construcción del molde del proyectil, ó, más propiamente dicho, del núcleo; pues por la figura que le dan los encastrés para la envuelta y el rebajo á cola del culote no es posible emplear un solo modelo, y hay que valerse de uno (fig. 3 bis, lám. 1) compuesto de cuatro partes, es decir, de dos medios modelos iguales al *A* y otros dos iguales al *B*. Por igual razón la caja inferior es partida ó compuesta de dos medias cajas.

El moldeo de estos proyectiles, que ya hace algún tiempo han dejado de fabricarse, se hace colocando horizontalmente el primer semimodelo formado por el medio modelo *B* y el medio modelo *A* correspondiente, que se unen entre sí con

el tornillo *p* roscado á la pieza *h* del semimodelo *B* y al semimodelo *A*, apoyado el medio culote sobre un plano vertical. La arena se introduce por las aberturas que longitudinalmente tiene la media caja de moldeo, hasta que quede completamente llena, apisonándola. Después se invierte la posición de la misma y se pone encima del primer medio modelo el otro medio constituido de igual manera que aquél, uniéndose unas y otras partes por medio de unos pitones que posee uno de los semimodelos *B* y otro del medio modelo *A* que entran en los taladros *a* y *b* respectivamente, y se une la segunda media caja á la primera, continuando el moldeo de la otra mitad del núcleo, del mismo modo que se moldeó la primera.

Para que al separar las cajas no se desprendan los modelos, que degradarían el molde, cada medio modelo correspondiente contiene, en sitio conveniente, un taladro por el que se introduce un alambre, de suficiente longitud para que sobresalga por las aberturas longitudinales de las cajas.

Terminado el moldeo se separan las dos medias cajas, y se extraen los dos medios modelos del culote por la parte libre que en cada caja ha quedado en el plano vertical del mismo, siendo necesario para poder sacar el primeramente moldeado aflojar el tornillo *p* para que queden libres, los semimodelos *A* y *B*, dándose á continuación el baño negro á ambas partes del molde que se desecan en la estufa.

Para colar se prepara el molde, empezando por fijar la posición del alma y después se unen las dos medias cajas, encima de las que se pone la en que se haya moldeado el bebedero.

La figura 3 de la lámina 1 representa el molde de un proyectil de esta naturaleza preparado para colar; siendo *A* y *B* las cajas de las que la inferior está formada de dos mitades unidas por los pitones *b* que entran en los taladros de las orejetas de la otra media caja, y que fijan una chaveta, *o* es la barreta, *d'* el árbol del alma, *e'* esta, y *m n p m' n' p'* el hueco dejado por las paredes del molde y el alma en que ha de verterse el hierro.

La fórmula de fusión empleada para fundir esta clase de

proyectiles en Sevilla y Trubia era la siguiente: 50 % de hierro de Sargadelos al carbón vegetal, 40 % de hierro inglés al cok y 40 de mazarotas y bebederos de otras fundiciones.

Granadas de segmentos. Tienen por objeto estos proyectiles producir al explotar un crecido número de cascos; y están formadas por un núcleo central, compuesto de varios órdenes de segmentos, de hierro, de figura de estrella con las puntas redondeadas, que generalmente se extienden desde poco más arriba del lugar correspondiente á la banda de forzamiento hasta la mitad de la ojiva, sobre los que se funde una envuelta, también de hierro, que completa el proyectil, y por tanto es exteriormente de la figura de éste con las creces precisas para el torneo y demás operaciones mecánicas.

La construcción de esta granada difiere, por tanto, de la de los proyectiles de fundición que llevamos estudiado. Primeramente hay que moldear los segmentos, que se hace á máquina, empleándose la de la figura 6 ya descrita, ú otra análoga, y de la manera que entonces expusimos, pasándose seguidamente á formar el alma ó núcleo.

En una caja de almas, semejante á la de la figura 4 de la lámina 1, pero sin la parte CC' , y que representa la figura 7, se introduce el árbol d' , preparado convenientemente, con sus respectivas capas de barro, después de haber centrado bien los segmentos x en la caja, valiéndose de un mandril, y de comprimir los unos contra los otros por sus planos á fin de que queden perfectamente unidos, que se consigue obligando á descender á la pieza tubular b apretando cuanto se pueda las tuercas c' , de los tornillos c , que van unidos á las medias matrices A , que por ir por encima de la cubierta m , por que pasan dichos tornillos, ejercerá presión al atornillar las tuercas, bajando poco á poco y haciendo entrar más y más á la pieza tubular b , que de ese modo fijará la posición de los segmentos. Después de esto se va vertiendo arena, que se apisona, hasta llegar á la parte z si la granada ha de resultar con el culote cerrado, y en seguida se quitan las tuercas c' , la cubierta m y tubo compresor b ; y ya se puede extraer el alma, previo separar las dos medias matrices.

A veces, como acontece en los proyectiles de esta clase para C. Ac. 8 cm. Sotomayor, se cuelan con mazarota, y entonces el alma y por tanto el arbol es de más longitud; y por consiguiente se prosigue echando arena y apisonándola en la caja de almas, después de haber rebasado los segmentos, hasta obtener la debida altura de mazarota.

Moldeada el alma y hecho el molde del proyectil, de la manera ya consignada, dado el negro de humo y seco, se prepara el molde como se ve en la figura 8, centrando el alma en la caja inferior y colocando después sobre la caja *B* la *A* en que se habrá moldeado el bebedero.

Granadas de doble pared.—Precedieron estos proyectiles, en su empleo, á los de segmentos, siendo el objeto de su constitución el mismo que el de aquéllos. Están formadas tales granadas, por un núcleo central, de fundición, y de una sola pieza, cuyo exterior se halla erizado de pequeños salientes tronco-piramidales, redondeados por sus puntas, y de otra segunda pared que se funde sobre dicho núcleo, que exteriormente afecta la figura que ha de tener el proyectil, con las creces para las operaciones mecánicas ulteriores, y antes de recibir la envuelta de plomo.

El moldeo del núcleo se hace con dos medios modelos y dos medias cajas sobre un tablero horizontal ó mecánicamente; y fundido que sea, se constituye el alma de semejante manera que para las granadas de segmentos. El moldeo del proyectil se hace como ya se ha explicado.

Proyectiles endurecidos.—Destinados á perforar los blindajes tienen su ojiva endurecida, lo que se consigue fundiendo dicha parte del proyectil en un molde metálico ó *concha*, que, á causa de la rapidez con que se enfría la fundición en contacto de las paredes de aquélla en el momento de la colada, el hierro cambia de textura, blanqueando y adquiriendo una gran dureza, templando en fin.

La concha *A* (fig. 9, lám. 1) es de fundición, con un hueco perfectamente torneado, así como el plano de unión con las cajas de moldeo, que afecta la figura exterior de la ojiva del proyectil.

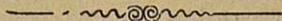
La construcción de esta clase de granadas, solo exige el

moldeo del alma y de la parte cilíndrica del proyectil con mazarota, no ofreciendo nada de particular el moldeo de dichas partes, que ya se ha dicho; y quedando el molde preparado para recibir la fundición como manifiesta la figura 9.

No hay que dejar de tener presente que, como ya queda consignado, deben observarse cuantas importantes circunstancias han de concurrir para obtener un buen proyectil endurecido, y que en resumen son una acertada elección de fundiciones, no fundir en una misma sesión esta clase de proyectiles después de los ordinarios, una temperatura conveniente del metal al colar, llenar con rapidez la ojiva y despacio el resto del molde, y cerciorarse durante la operación y antes, tomando barretas que se ensayan al choque y cuya fractura pone de manifiesto las condiciones del metal, si éste temple.

Como también influyen las dimensiones de la concha, es decir su espesor y figura así como la de la ojiva del proyectil en el temple, diremos que aquéllas afectan la del exterior de la ojiva y es su espesor de un medio ó un tercio del calibre, y éstas es conveniente sean sólidas ó cuando menos que no empiece la cámara de carga hasta los dos tercios de la punta de la ojiva.

Con lo expuesto queda á nuestro juicio, indicado suficientemente el modo de conducirse en el moldeo de toda clase de proyectiles de fundición.



CAPÍTULO III.

Projectiles de acero.—Su obtención.

Los proyectiles perforantes por el trabajo tan enérgico que han de ejecutar para atravesar los blindajes; y las granadas de gran capacidad así como las de metralla de las piezas de campaña, á fin de tener un mayor espacio interior para dar cabida á una carga grande de poderoso explosivo ó á un crecido número de balines respectivamente, se hacen de acero, siendo el de éstas suave, y necesitándose para aquéllos uno duro.

Projectiles perforantes.—Debiendo poseer el material de tales proyectiles gran tenacidad y dureza, ó resistencia bastante á deformarse, se comprende que no hay metal tan adecuado para esta fabricación como el acero que es capaz de reunir ambas cualidades en alto grado; y si desde el primer momento no se hicieron de este metal tales proyectiles no es porque se consideraran reemplazables por otros, pues bien á las claras demostró el tiro contra corazas de la batería Trusty, casi en los primeros albores de la artillería rayada, su bondad; mas por un lado el ser aun entonces bastante imperfectos los procedimientos metalúrgicos para su obtención y por otra parte el excesivo precio á que salía el

producto, hicieron acoger con cierta benevolencia, mejor aún, con entusiasmo, los proyectiles de fundición, que, coladas sus ojivas en conchas metálicas, adquirirían en dicha parte un gran temple, resultando con gran dureza, y haciéndoles capaces de perforar los blindajes, consiguiendo, hasta cierto punto, efectos satisfactorios. Sin embargo, si tal sucedía experimentados en placas, cuya resistencia, aunque al parecer grande, por sus espesores y material podían ser perforadas, no acontecía lo mismo á medida que las corazas eran más resistentes, rompiéndose antes de lograr penetrar, sobre todo al herirlas bajo cierto ángulo, caso el más frecuente en la guerra donde lo excepcional será el tiro normal.

Las experiencias de Gavre decidieron la desaparición de tales proyectiles en Francia, y á poco, lo mismo Inglaterra que Austria, Italia y las demás naciones, proclamaron al proyectil de acero como el único capaz de perforar las modernas corazas.

Como estos proyectiles tienen que sufrir el choque contra tan resistentes medios, debe ser su fabricación muy esmerada y, por tanto, el metal de que se construyan muy homogéneo, de gran pureza, dúctil y duro. De ahí el haber preferido, desde luego, el acero forjado al simplemente colado ó moldeado, y más desde que las experiencias de 1886 con proyectiles colados, sin burbujas, de la fábrica de Terre-Noire, y posteriormente las de Muggiano y las de Spezia, patentizaron la inferioridad de dichos proyectiles, á pesar de estar muy bien hechos, y la superioridad, muy notable, de los forjados; además de demostrarse entonces la bondad de las placas Schneider en competencia con las mixtas.

Al disparar sobre una placa el proyectil produce un efecto que es hijo, no sólo del poder balístico de la pieza, sí que también del trazado del proyectil y de la calidad del material de éste y de la placa. Si suponemos sea ésta muy resistente, claro es que aquél deberá serlo también para que no se rompa al comenzar el trabajo de perforación; pues aunque, según expresa Noble, depende de la fuerza viva á quien es directamente proporcional, hay que tener asimismo, en cuenta, la dureza del acero del proyectil, puesto que por

el hecho de deformarse en el choque pierde ya tan gran cantidad de fuerza viva que asciende á más del 0,2 en los de acero suave y cuando menos 0,1 en los duros. Debemos fijarnos también en que no debe extremarse la dureza del metal; pues teniendo que ser á expensas de su elasticidad, los proyectiles se romperían muy fácilmente al chocar contra las placas, por dicha causa.

Los aceros, pues, que generalmente se usan para tal fabricación, son consiguientemente duros; variando su dosis de carbono entre 0,70 á 1,20 por ciento; y se funden en crisoles, en hornos de gas, ó en solera por el procedimiento Siemens; empleándose con preferencia los aceros cromados, que tan excelentes resultados han dado en las distintas experiencias comparativas llevadas á cabo con proyectiles de diversas procedencias, sobresaliendo los Holtzer y Verdié de Firminy, cromados, así en Gavre como en Spezia, Ocha y Shaeburness, experiencias, éstas últimas, realizadas en 1888.

Bajo la base de que el acero para estos proyectiles ha de ser duro y forjado, veamos los medios de obtenerle.

Ya hemos dicho que puede ser fundido en crisoles en hornos de gas, ó en solera en hornos Siemens. La descripción de unos y otros hornos y modo de efectuarse la fusión puede verse en los diferentes tratados de siderurgia y en especial en aquellos que se ocupan principalmente de la metalurgia del acero, y asimismo nosotros hemos tratado dicho asunto con alguna extensión en nuestra obra *Fabricación de artillería*, por lo que ahora no insistimos sobre el particular; limitándonos á recordar que en el caso de verificarse la fusión en crisoles, se cargan éstos, todos de igual manera, con pletina de hierro en pequeños trozos, carbón en polvo y ferro-manganeso, en las debidas proporciones que la experiencia fija, y de ser cromados se añade ferrocromo en la conveniente relación según el tipo de acero que se quiera conseguir, sacándose los crisoles del horno, fundido que sea el acero, para verter su contenido en un caldero, previamente calentado, de donde se cuela á las diferentes lingoteras. Y si el procedimiento que se sigue para obtener el acero es el de

fusión en solera por el sistema Siemens, la operación tiene lugar como se practica de ordinario en tales hornos, sin más diferencia que echar en el baño metálico, un cuarto de hora antes de colar, la cantidad de ferro-silicio y ferro-cromo calculada de antemano, al hacerlo de la total carga del horno, para que el acero resulte con la conveniente dosificación; añadiendo el ferro-manganeso en polvo, generalmente al colar, vertiéndole en el canal de colada despacio y con regularidad mientras dura ésta.

Cada lingotera es capaz de un lingote que puede dar dos proyectiles de grueso calibre, de forjarles en sólido, y cuando sean de calibres menores dá cada lingote metal para varios.

La primera operación á que se han de someter los lingotes de que han de hacerse los proyectiles es la forja, á fin de darles una figura aproximada á la final, á la vez que se modifica la textura del metal.

La forja se efectúa haciendo uso de prensas hidráulicas ó de martillos de vapor, tanto más potentes cuanto mayor sea el calibre de los proyectiles y según que hayan de forjarse en sólido ó adquieran la forma definitiva por medio de estampaciones sucesivas.

Es, sin embargo, el medio más generalizado para construir dichos proyectiles, forjarles en sólido; en este caso, el lingote se introduce en un horno de recalentar, y caldeado convenientemente se extrae y conduce al martillo ó prensa en que se le estira á la vez que se le da la sección circular, martillando sobre sus aristas diferentes. Después que afectan la forma cilíndrica, se cortan los lingotes para obtener de cada uno dos proyectiles y el trozo resultante se caldea nuevamente para estampar las ojivas en el mismo martillo ó prensa, cambiando antes la cabeza y yunque ó ambas bocas, por otras apropiadas que tienen rebajada una parte de la misma figura que la mitad de dos ojivas unidas por sus vértices, y en caso de forjar separadamente cada proyectil dichas matrices tienen la figura de la mitad de la ojiva cada una. La parte media del lingote, supuesto dé dos proyectiles, queda después de dicha estampación como se ve en la figura

12, de la lámina 2; y con una tajadera se separan seguidamente los dos proyectiles, en la misma prensa ó martillo, y se cortan las puntas en caliente con una sierra de disco.

Terminada esta operación se dejan enfriar entre cenizas ó carbonilla, ó se recuecen en un horno, quedando después aptos para empezar las operaciones mecánicas, de torneó en desbaste y barrenado ó apertura del ánima ó cámara de carga, á que se les somete; y algunos además pasan después á prepararles para cerrarles el culote, operación ésta que por no simplificar la fabricación, ni dar más resistencia á esa parte del proyectil es poco frecuente, pareciendo preferible que se cierre con un tapón roscado de acero que se atornilla á las paredes del ánima, y que en su centro recibe otro tapón más pequeño que sirve para cerrar el agujero roscado por que se efectúa la carga interior.

Esto no obstante, como los proyectiles Krupp y algunos otros están así construídos, de tener que plegarse el culote, y supuesta hecha ya la cámara de carga, por uno ú otro de los procedimientos que después explicaremos, se deja al proyectil un sobrante en su longitud con ese fin, torneando esa parte interiormente dándola forma cónica, fijando la práctica de la operación cuál es la inclinación más conveniente de las generatrices. Seguidamente se caldea en un horno la parte que ha de plegarse y ya que ha adquirido el grado de calor conveniente se le introduce en la matriz inferior de una prensa del modo que denota la figura 13 de la lámina 2, bien ajustado á su interior quedando fuera de ella solamente la parte del proyectil que ha de sufrir dicha operación, que se lleva á cabo por tres ó cuatro estampaciones seguidas, haciéndose uso de otras tantas matrices, que se colocan sucesivamente en la cabeza de la prensa, de las que la primera es tronco-cónica, como la *a b c d*, de generatrices muy inclinadas, siendo en las otras, éstas cada vez más cerradas, y las dos últimas ligeramente redondeada la una y la otra plana, indicándose de puntos en la figura las distintas formas dichas.

Se pliega también el culote, resultando además hecho el taladro central para el tapón, calentando la parte que del

proyectil se dejó sobrante con ese objeto el que se introduce con la ojiva para abajo en una matriz (fig. 14, lám. 2); en aa' se pone la pieza A de acero, sobre la que verifica la compresión la prensa mediante una matriz hueca, puesta en la cabeza, actuando en la faja $aa' bb'$ hasta que el proyectil queda como muestra la fig. 15 de la lám. 2.

Cerrado el culote por uno ú otro procedimiento, ó en caso de no plegarse, después de barrenado el proyectil se le termina completamente por el exterior, para templarle, operación, tan importante como delicada, de que nos ocuparemos en capítulo aparte.

Los proyectiles de medianos calibres, principalmente, y aún los mayores, se hacen también por medio de sucesivas estampaciones en prensas hidráulicas. En Inglaterra, la sociedad «*The projectile Company limited*», que no sólo se dedica á la construcción de proyectiles perforantes, si que también á la de granadas ordinarias, de acero, de gran capacidad y á las de metralla, sigue dicho sistema. Para tales trabajos posee varias prensas hidráulicas de diferentes potencias, distintos hornos de recalentar y el consiguiente utillaje, gruas, etc.

Los proyectiles de cabeza sólida se someten, por tal procedimiento, á las operaciones siguientes: obtenidos los diferentes trozos de acero, de que han de sacarse los proyectiles, se introducen en un horno de recalentar dándoles una calda al rojo claro, sacándolos sucesivamente para estampar las ojivas de los dos proyectiles que produce cada blok, quedando de la forma de la figura 11, adquiriendo después por otra estampación la de la figura 12, separándose seguidamente, á tajadera, en la prensa misma, los dos proyectiles. Preparados así, y después de una nueva calda, se llevan á otra prensa, horizontal, introduciendo en una matriz la parte A ó A' de cada ojiva; y haciendo avanzar el mandril correspondiente B , éste penetra por el plano ab ó $a'b'$ haciendo un hueco cde de su misma figura, iniciando así el ánima ó cámara de carga, que se termina después de otras caldas, seguidas de los correspondientes mandrilados, que van alargando el proyectil al tiempo que le concluyen

interiormente, dejándole por fin como se ve en la figura 17, de la lámina 2, formándose el culote como se dijo ya anteriormente.

Por tal procedimiento de fabricación, el proyectil queda después del último mandrilado terminado interiormente, y para concluirle por el exterior sólo falta tornearle el alojamiento de la banda de forzamiento y repasar la ojiva; pues tanto las paredes del ánima como el cuerpo del proyectil han resultado á dimensiones porque las matrices y mandriles de acero muy duro, están perfectamente torneadas.

Un chorro de aire á gran presión dirigido al interior de las matrices después de cada estampación con cada uno de los proyectiles, las limpia completamente de la cascarilla de óxido de hierro que siempre se produce y que durante la estampación se desprende de aquéllos.

Proyectiles perforantes de acero-nikel.—Las experiencias de Annapolis, en el año 1890, con planchas de acero-nikel del Creussot en competencia con las mixtas Cammel, evidenciaron que los proyectiles de acero aun á base cromo, no eran ya suficientes á perforar aquellas placas, motivando esto el estudio de proyectiles de acero-nikel.

Aún no conocemos tales proyectiles, pero habiendo dado tan buenos resultados las experiencias practicadas con ese tipo de aceros en el Creussot, así como en Inglaterra, según hemos podido apreciar por la relación que de tal asunto aparece en «*Le Genie Civil*» refiriéndose á la «*Steel Co of Scotland*», se prevee como fabricación corriente en plazo breve, la construcción de tales proyectiles, una vez que el acero-nikel se obtiene en solera en hornos Siemens, operando como si fuera otro acero cualquiera, sin más diferencia que la adición proporcionada de nikel ó ferro-nikel al baño metálico; habiéndose observado que el nikel es completamente incorporado al baño no perdiéndose nada en la escoria sea cualquiera la proporción en que se emplee, la que es limitada por la dificultad que, de ser grande la dosis, ofrece el trabajo del lingote en frío. En caliente se trabajan bien estos aceros aun cuando sean de altas dosis, y del modo que los demás.

Tienen un límite de rotura muy alto, sin que por eso deje de ser también crecido el de elasticidad, son además bastante homogéneos y presentan gran resistencia á la corrosión.

Proyectiles perforantes de acero, de trozos soldados eléctricamente.—La construcción de los proyectiles perforantes, de acero, sobre todo los de grueso calibre, ofrece, si se forjan sólidos, por el barrenado del ánima, y si se obtienen por sucesivas estampaciones, á causa de lo complicado de ejecutarse y lo costoso de la instalación, grandes dificultades. Esto ha sugerido la idea de formar dichos proyectiles de diferentes trozos soldados entre sí; y á juzgar por las noticias que se tienen, en los talleres de Lyme de la sociedad «*American projectile Company, Massachussets*» se sigue dicho procedimiento para la construcción de proyectiles perforantes.

El proyectil (fig. 25 lám. 2) está formado por la reunión de tres trozos *A B* y *C* forjados separadamente, y con las debidas creces en los extremos que se han de soldar; estando barrenado el trozo *B*, estampado en el *A* el hueco de la ojiva y hecho en el *C* el fondo del culote y el taladro para el tapón que le cierra. Dichas tres partes se sueldan entre sí, aun cuando sean de acero de gran dureza, por medio de la electricidad.

Dicha soldadura que constituye una operación interesantísima, se practica por el procedimiento Thomson, que se reduce á hacer pasar por las partes que hayan de soldarse, una corriente de pequeña tensión pero de gran intensidad, que eleva la temperatura á tan alto grado, que permite, martillando á la vez sobre los trozos que desean unirse, soldarlos perfectamente.

El aparato principal necesario á ese fin, es una máquina eléctrica de corrientes alternativas y para transformar la corriente producida por esta máquina en otra de mucha mayor intensidad, se hace uso de un transformador que conduce la corriente eléctrica transformada á las piezas que se hayan de soldar, las que están en contacto muy íntimo todo el tiempo, muy breve, que dura la operación.

Dicho transformador puede ser de circuito cerrado ó abierto. Los de este último tipo consisten en una bobina de inducción constituida por un núcleo de hierro dulce sobre que se arrolla un hilo de cobre, formando el circuito primario ó inductor ligado á la máquina de corrientes alternativas. Forman el circuito inducido ó secundario un crecido número de hilos montados en derivación que se arrollan en espirales al rededor de la bobina primaria: estando los extremos de estos hilos unidos al aparato ó potro que soporta los trozos que han de soldarse, que seguidamente vamos á describir.

Está formado dicho potro por un zócalo *A* (fig. 26, lámina 2) que sirve de base á un banco *B* en cuyos brancales hay dos coginetes ó soportes *D* y *D'*, fijo el uno y movable el otro *D* susceptible de aproximarse al fijo mediante la rotación de un tornillo ó husillo que pasa por una tuerca atornillada á la base de dicho soporte, y cuyo movimiento le es impreso por el volante *V*. Los soportes *D* y *D'* sostienen los manguitos *C* y *C'* por cuyo interior se hacen pasar los trozos *H* que vayan á soldarse, teniendo dichos manguitos las prensas que sujetan los conductores que transportan la energía eléctrica, que viene del transformador, donde ha adquirido gran intensidad. Son dichos conductores *E* huecos, de cobre, y de una gran sección transversal, circulando por su interior una corriente de agua fría para impedir se calienten los citados manguitos.

Para operar se procede del modo siguiente: Los trozos que van á soldarse se introducen en los manguitos *C* y *C'* y se aproximan hasta quedar en contacto, valiéndose del volante *V* que al hacerle girar comunicará el movimiento de rotación al husillo de su eje, trasladándose consiguientemente el soporte *D* á lo largo de las colas de los brancales del banco *B*, deteniendo el movimiento y fijando la posición del soporte el desembrague del volante y husillo, valiéndose de la palanca *T*. Puede ya establecerse el circuito, y como es preciso que durante el tiempo que se tarda en efectuar la soldadura no cesen de estar en contacto los dos trozos, un operario actúa sobre las palancas *P* en cuyo eje llevan unos

piñones que, por engranar con una cremallera que tienen los manguitos *C* y *C'* en su parte inferior, obligan á avanzar á éstos y por tanto hacen que el contacto de los trozos sea constante.

A veces, cuando los proyectiles son grandes, y consiguiéntenente los trozos que los han de formar, durante la soldadura se ejerce presión en la proximidad de la unión de los trozos, haciéndose uso hasta de prensas hidráulicas.

Al cabo de pocos minutos de establecido el circuito, quedan soldados los dos trozos puestos en el potro; y para concluir de formar el proyectil, se repite la operación con la parte ya obtenida y el tercer trozo.

Se comprende que cuanto de mayor calibre sean los proyectiles, se necesitan máquinas mayores y una corriente eléctrica más intensa.

Granadas de acero de gran capacidad.— Llevar en su interior fuertes cargas de un poderoso explosivo, como el algodón pólvora, la melinita y otros, capaz de un efecto destructor considerable, es el objeto de estos proyectiles, que tienen más longitud que los de fundición de igual calibre, pues aunque la densidad del acero es mayor que la del hierro colado, el espesor de paredes es más reducido.

Su construcción es una sucesión de estampaciones, en prensas hidráulicas, ó en matrices con martillos de vapor; variando su fabricación en el procedimiento unas veces y otras en detalles dignos de tomarse en cuenta.

La compañía «*Hauts fourneaux, forges et aciéries de la Marine et des Chemins de fer,*» de S.^t Chamond, Loire, las construye de tres tipos distintos: con culote abierto, de culote cerrado y con la ojiva y culote plegados; siendo de todos los tres tipos éste el más interesante.

Para su fabricación se toman trozos *A* de acero redondo, (fig. 18, lám. 2) que antes se han forjado y cortado luego todos ellos á iguales dimensiones en una sierra en caliente, á los que se dá una calda en un horno de recalentar del que se van extrayendo sucesivamente y conduciendo á un martillo de vapor próximo en que se verifican las distintas estampaciones, valiéndose de matrices adecuadas. La primera estampación

les dá la forma que indica la figura 19 de la lámina 2, y caldeados nuevamente los trozos, que ya habrán sufrido todos esa primera estampación, y hecho el cambio de matrices se estampan nuevamente para dejarles según indica la figura 20; pasando después de otras dos estampaciones más en que reciben formas semejantes á las de las figuras 21 y 22, á plegarles las ojivas, que se efectúa metiendo el proyectil con el culote hacia abajo en una matriz de la que sólo queda fuera la parte de que se ha de formar la ojiva, después de haberla caldeado bien, y colocando en la cabeza del martillo otras matrices de las que las primeras son tronco-cónicas interiormente que van cerrándose sucesivamente y la última con la figura de la ojiva, quedando el proyectil después de las últimas estampaciones como indica la figura 23.

Las granadas de gran capacidad, de culote abierto, se construyen más fácilmente, pues se reduce á hacer por estampación, con matrices y mandriles adecuados, la forma exterior é interior de la ojiva é ir á la vez estirando por sucesivos mandrilados el cuerpo cilíndrico del proyectil al tiempo que se termina el ánima. A éstas hay que atornillarlas después un tapón de acero que forma el culote.

Las de culote cerrado, que llevan atornillada la ojiva, se hacen de un modo semejante á las de ojiva plegada; así es, que del redondo A, por las sucesivas estampaciones entonces indicadas, se obtienen las formas que indican las figuras 19, 20, 21 y 22, quedando después de ésta en disposición de sufrir el torneado exterior, y demás operaciones mecánicas; y teniendo por último que atornillarlas las ojivas.

La «*The projectile Company limited*» construye tales proyectiles del siguiente modo. Caldea, al rojo, pequeños trozos forjados, de acero, y de figura tronco-cónica (fig. 24) que se llevan á una prensa hidráulica horizontal destinada á efectuar la estampación, en sus matrices convenientes, que las dá la forma de la figura 21, estirándose después, con los consiguientes mandrilados, hasta afectar el aspecto de la figura 22; y por último, se cierra la ojiva plegándola como ya se dijo al hablar de las construidas en S.^t Chamond, quedando por fin como aparece en la figura 23.

Granadas de metralla para piezas de campaña.

—Las envueltas exteriores de estos proyectiles, por las razones que al principio del capítulo dejamos expuestas, se construyen de acero, siendo varios los procedimientos de fabricación que se siguen para su obtención.

Es uno, quizás el más antiguo, y hoy aún en uso, el sacar dichas envueltas ó cuerpos de las granadas, de redondos de acero fundido y forjado, que se laminan á la dimensión correspondiente y cortan todos á igual longitud en caliente, con una sierra de disco próxima á los laminadores, para que pueda hacerse tal operación conforme van saliendo de ellos. Dichos trozos se taladran después con barrenas tubulares, al diámetro de la cámara de carga, que supondremos sea posterior, como hoy la tienen todos, aumentando después el calibre en la parte destinada á recibir los balines.

En S.^t Chamond se obtienen, en forma de tubos, en los correspondientes laminadores, cortándolos á la salida de éstos, al largo, y en caliente con una sierra de disco; recibiendo después la forma interior por estampación en un martillo de vapor, al mismo tiempo que se consigue que exteriormente queden al mismo calibre en toda su longitud. También se igualan los espesores, para que al hacer la estampación resulte bien, metiéndoles, después de cortados al largo y fríos ya, en unos mandriles horizontales de que están dotadas diferentes máquinas de alisar, operación que practican ruedas de esmeril montadas en ejes paralelos á los mandriles, mediante la debida rotación de unos y otras.

A las envueltas ó cuerpos de los proyectiles que nos ocupan, hay que roscar las ojivas y culotes, quedando así constituidas definitivamente las granadas, que después sufren diferentes operaciones y hay por último que cargar.

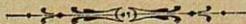
La sociedad fabril inglesa á que nos hemos referido varias veces en el curso de este capítulo sigue otro sistema de construcción. El acero lo usa en tubos que tienen interior y exteriormente diámetros muy aproximados á los internos y externos con que ha de resultar el proyectil, que cortan en trozos á torno, redondeando después en piedras de esmeril el contorno exterior de la parte que al plegarse ha de dar la

ojiva. Seguidamente, en un horno cuyo frente está cerrado con una placa provista de diferentes agujeros destinados á recibir los cuerpos de granadas que hayan de ser caldeados, se introducen todos los que quepan, quedando fuera de la placa, y del horno por tanto, unas dos terceras partes de su longitud á partir del extremo en que luego se roscan los culotes; y una vez bien calientes se conducen á una prensa vertical metiéndolos en una matriz provista de un mandril central en que se ajusta el tubo y cuya parte caldeada sobresale de dicha matriz, plegándose dicha parte que se cierra afectando la figura exterior é interior de la ojiva, haciendo descender la matriz superior de la prensa que es una estampa de la figura de la ojiva exteriormente, así como el mandril afecta la del interior. El culote se pone después, y es un disco de acero con un reborde que se ajusta á las paredes del ánima, á las que se rosca, y fija con tornillos de latón de cabeza partida.

Los balines para las granadas de metralla se hacen de una aleación de plomo y antimonio, generalmente, á fin de que unan la dureza á una gran densidad. Se funden en turquesas, rebarbándolos y alisándolos, después, en tambores de palastro en que se introducen y hacen girar ó rodar con bastante velocidad.

Las ojivas se construyen, generalmente, de fundición; y también de madera, que se recubre de chapa. En el primer caso se atornillan al cuerpo de la granada y en el segundo se sujetan á él por medio de cuatro pasadores de hierro ó de latón.

La disposición interior de tales proyectiles varía según los modelos; pero puede decirse que hoy todos son de carga posterior, y sólo difieren en la distribución de los balines. Para comunicar el fuego á la carga explosiva, que como decimos vá en el culote, llevan todos un tubo central, al rededor del que se colocan los balines, unas veces en capas horizontales separadas entre sí por arandelas de chapa, de acero ó de hierro, ó van dispuestos en dos series á todo lo largo de la cámara de carga, llenando los espacios anulares cilíndricos que entre el tubo de carga y otro central hay, así como entre éste y las paredes del ánima; yendo también sueltos á granel, ligándolos entre sí por medio de escayola, azufre, colofonia, etc.



CAPÍTULO IV.

Temple de los proyectiles perforantes de acero.

Siendo el ideal que se persigue con los proyectiles perforantes que atraviesen completamente las planchas de blindaje sobre que se disparen, á fin de poder, después, explotando al otro lado de ellas, continuar su obra destructora, es claro que para conseguir tal resultado se hace preciso que la ojiva sea lo más dura posible, puesto que es la que primero ha de sufrir los efectos de la penetración, y que el cuerpo cilíndrico lo sea menos, teniendo en cambio más elasticidad, para soportar esfuerzos de tanta importancia como los de torsión, á que está sometido el proyectil, pues hiere al blanco dotado de movimiento de rotación, bien acentuado, al que se oponen las moléculas de la placa, y el de flexión, que es tanto más grande cuanto bajo mayor ángulo sea la incidencia, y en fin á las vibraciones tan fuertes que se producen en el momento del choque. Y si además de todo esto tomamos en cuenta que el proyectil tiene que sufrir varias operaciones mecánicas para ultimar su construcción, es natural que aún siendo duro el metal de nacimiento, no ha de serlo en tal grado que su trabajo ofrezca serias dificultades, precisándose, en su consecuencia, que el endurecimiento de la ojiva se haga posteriormente, por medio del temple.

Tal es el objeto de esta operación, delicada siempre, y más en este caso particular, por practicarse con aceros duros y piezas de espesores desiguales en las diferentes secciones rectas.

Diversas son las causas que influyen en el resultado del temple; pues no sólo hay que tener en cuenta la composición del acero que se haya de someter á tal operación, sí que también su temperatura y la del líquido en que se enfríe, y la mayor ó menor conductibilidad de éste; pudiendo, asimismo, ser causa de fracasos en este periodo de la fabricación de los proyectiles de acero, un trazado defectuoso de la ojiva y aún de las superficies que la unen á la parte cilíndrica, y de la cámara destinada á contener la carga explosiva.

Se comprende, por tanto, la dificultad de la operación, y el temor de que no siempre la corone el éxito, no por la operación misma sinó por las causas y circunstancias que en ella concurren, y aún llevándose á cabo en proyectiles de un acero sumamente homogéneo, sin defectos interiores de ninguna clase, y con adecuadas características de resistencia; razón de que los constructores tengan empeño en guardar secreto el sistema que cada uno sigue; sin embargo de que hoy puede decirse que se conocen todos ó la mayor parte de los procedimientos que se emplean.

El temple en aceite, tan generalizado para el de los elementos constitutivos de los cañones de acero, no es apropiado para el de los proyectiles, que necesitan sobre todo en la ojiva, uno más enérgico, eligiéndose como medio refrigerante un líquido, el agua, mejor conductor del calor, que robando más rápidamente el que posee aquella parte del proyectil, se consigue resulte de una gran dureza y que el grano quede muy fino y apretado.

Uno de los sistemas seguidos para el temple de los proyectiles, es el de calentarlos con la ojiva hacia abajo, en un horno hasta que adquieran el color rojo cereza, que se extraen é introducen rápidamente en el baño refrigerante de modo que la ojiva quede dentro del agua y el resto del proyectil en aceite, recociendo á veces los culotes. Dicho baño se dispone en un gran depósito cilíndrico de chapa, reforzado

convenientemente con angulares de hierro; y provisto de un tubo indicador de cristal, con sus correspondientes llaves, para saber la altura que uno y otro líquido tienen en el recipiente; llevando además otra llave en el fondo que sirve para desalojar el agua después del temple de cada proyectil á fin de que siempre se conserve fresca. La capa de agua no es conveniente que descienda muy por debajo del arranque de la ojiva.

En las acererías de S.^t Etienne, se ejecuta tan importante operación con mucho esmero; y teniendo en cuenta las tensiones que se originan en el metal como consecuencia del rápido enfriamiento á que dá lugar el temple y la conveniencia de producirlas de modo que aumenten la resistencia del proyectil en vez de serla perjudicial, templan con corriente interior de agua.

En el sistema generalmente seguido de inmersión del cuerpo que se va á temprar en el medio refrigerante, sucede que el enfriamiento se produce más fuerte en las capas exteriores, las cuales se contraen; pero como el interior está aún caliente y por tanto dilatado, ejerce sobre él una considerable tensión, dando lugar á que el límite de elasticidad sea vencido, los alargamientos elásticos lleguen á ser permanentes, produciéndose, á veces, la rotura desde luego. Cuando las capas centrales llegan á enfriarse, se contraen, tratando de volver á tomar su primitiva posición, y como ya entonces están muy frías las capas exteriores se originan grandes tensiones en sentido contrario que las anteriores, causa de grietas ó desgarres internos, que pueden producir la rotura de la pieza, durante el temple, ó después en almacenes, por cualquier variación en la temperatura ambiente.

Si por el contrario el enfriamiento se produce con una corriente interior, la capa interna en contacto con el medio refrigerante enfriará bruscamente y tratará de recobrar la posición que tenía antes de haberse calentado, pero como las intermedias y exteriores, todas las que la siguen, en fin, están aun calientes, dilatadas, no dejan que aquélla tome su primitiva posición, y sí otra intermedia, es decir, que se habrá alargado, quizás pasando su límite elástico; á la capa

inmediata la sucede lo mismo, pero ya en menor escala, y así á las demás progresivamente, puesto que á medida que se aproximen á las externas además de ser menor el espesor el calor va disminuyendo. La superficie exterior no está comprimida por ninguna otra capa de metal cuando se enfría, así es que conforme pierda temperatura se contraerá, comprimiendo á las más próximas, y esta compresión es transmitida de una á otra hasta obtenerse el equilibrio entre la suma de tensiones de las exteriores y la de compresiones de las internas; hallándose por tanto en las condiciones más parecidas á las del tubo teórico; y no originándose, en su consecuencia, las tensiones tan perjudiciales producidas en el caso anterior, ni el metal se agrietea ni se rompe.

A tales ideas obedece el sistema de temple seguido en St. Etienne, que se practica como sigue: El proyectil *A*, que se vá á templar, (fig. 27, lám. 2) se coloca sobre unos resaltes *B*, que en número de cuatro posee la plataforma *C* que es de fundición, dotada en su parte inferior de una cremallera circular *a* para que por su engrane con el piñón *b*, pueda adquirir movimiento de rotación al girar el eje del piñón, á consecuencia del giro del engranaje cónico *O* que se hace mover á mano. Dicha plataforma, apoya sobre un soporte *D* fijo al suelo del taller, dentro de una pequeña fosa, y por él y la citada plataforma, en su parte central, atraviesa un tubo *m* que lo provee de agua una tubería á que vá unida, lanzándola con gran presión, mediante el debido juego de llaves y una bomba de compresión.

Dispuesto del modo dicho el proyectil se le calienta en un horno portátil *H*, de chapa por el exterior y revestido interiormente de ladrillos refractarios, el cual está abierto completamente por la parte inferior y provisto de un agujero central *E* en la superior, que se cierra con una tapa, para que no salgan las llamas al exterior. El horno tiene practicadas en su superficie y á conveniente altura unas aberturas *s* por las que se observa la marcha de la operación y vé el color del proyectil, que indica su temperatura. Para mayor facilidad en el manejo del horno posee unas argollas por que se puede suspender de tres ganchos fijos

á los extremos de otras tantas cadenas que tiene una grúa.

El citado horno está alimentado con gas, y á este fin lleva una corona F sostenida por varias escuadras d fijas á la armadura exterior, constituyendo en realidad una cámara circular dividida en dos por un tabique horizontal gg' del que nacen, á los extremos de dos diámetros perpendiculares, cuatro toberas T' que son interiores á otras cuatro T que las rodean exteriormente, conduciendo las unas el gas y las otras el aire necesario para su combustión, para lo cual comunican ambos compartimientos respectivamente con cajas á las que se hacen llegar uno y otro fluido, en cantidades convenientes y con la correspondiente presión, que se regulan con las llaves y válvulas necesarias.

Antes de dar fuego al horno se cubre la ojiva con un sombrerete cónico de chapa, para impedir la oxidación de aquella parte, y en seguida, abiertas las llaves que dan paso al aire y al gas, se hacen entrar ambos fluidos en el horno y se inflama el gas, originándose el calor suficiente para caldear el proyectil, que para que su temperatura sea igual en toda su superficie, se le hace girar dando movimiento de rotación á la plataforma, valiéndose de un manubrio puesto en el eje del engranaje cónico O .

En cuanto el proyectil ha alcanzado la temperatura conveniente, que la indica el color que ha tomado, que se puede ver por las aberturas s , y determinar valiéndose de un pirómetro ó haciendo uso del anteojo pirométrico de Mesuré y Nouel, se retira el horno con ayuda de la grúa. Seguidamente se ajusta á la parte cilíndrica del proyectil en su unión con la ojiva un recipiente de chapa abierto por su parte superior, sujeto fuertemente con aros y pernos, con objeto de que el agua con que se enfría la ojiva no toque en las paredes de aquél; y entonces se la dirige un chorro de agua fría que sale con gran presión, al mismo tiempo que, abriendo la llave del conducto m se lanza al interior otra poderosa corriente de agua, que entra la granada interiormente. Como es de necesidad que el agua que enfría la ojiva como el proyectil por su interior se renueve constante-

mente, tanto el recipiente colocado en el proyectil como la plataforma, están provistos de agujeros en el fondo y conductos que la llevan al exterior.

Frío el proyectil, se le quita de la plataforma para poner otro y repetir con él esta operación, prosiguiendo así con todos los demás.

Este procedimiento es de fácil ejecución, dá muy buenos resultados, y aun es económico, una vez hecha la instalación, que es poco costosa; y por otra parte, obedeciendo ~~de~~ no crear tensiones perjudiciales en el proyectil, parece, á un tiempo que es el más científico, preferible á los demás.

También se templen los proyectiles, particularmente los de pequeños y medianos calibres, calentándolos, con la ojiva hacia abajo, en un horno portátil de gas, hasta adquirir la temperatura del rojo cereza, que se extraen y se ponen en un soporte de hierro *A B C* (fig. 28, lám. 2,) formado por las coronas *A* y *B* y las piernas *C*, de modo que apoye la ojiva en los picos de la corona *B*, que es de chapa gruesa cortada por su interior en forma de estrella. Todo ello está dentro de una artesa cilíndrica de chapa *D* por la que penetra el tubo acodado *O*, cuya extremidad, terminada en punta queda debajo de la ojiva, y que está provisto de su llave correspondiente, que al abrirla permite la salida de un chorro de agua á gran presión, que es lanzado sobre la ojiva, produciendo el enfriamiento de esta parte. Y como el agua al tocar en la ojiva del proyectil, al principio de la operación y aun algún tiempo después se evapora, envuelve al cuerpo del proyectil en una capa de vapor, que permite que el agua que pase por entre la corona *B* y el citado cuerpo enfríe muy suavemente esta parte, como es conveniente.

Temple al plomo.—Aunque es de verdadera influencia en el resultado de los temples, el modo de conducirse esta operación, como han comprobado los ensayos practicados templando por el interior, el exterior, ó por ambas partes simultáneamente, y por cuya razón se ha dado la preferencia al primero de estos sistemas, no deja de ser rigurosamente exacto que la mayor ó menor bondad del temple se debe también al grado de conductibilidad del medio refrigerante;

y por tanto que si en vez de ser el agua, fuera el baño de otro cuerpo mejor conductor del calor, como los baños metálicos, el enfriamiento se transmitiría con mayor rapidez á toda la masa de la pieza que se templara, y se evitarían las grietas, desgarres y roturas.

Bajo esta base *Mr. Lisbonne* en la «*Société de Chatillon et Commentry*», ha hecho diversas experiencias de temple, habiendo elegido un baño de plomo líquido como medio refrigerante, con muy buenos resultados.

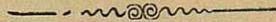
Empleándose el agua como medio refrigerante, sucede que si bien el enfriamiento es muy rápido y el cambio de temperatura muy brusco en los primeros momentos, pues la temperatura de aquélla no excede de 22° y la del proyectil ó cuerpo que se vá á templar posee la de 750° á 800° , cuando menos, después ya no pasa lo mismo; porque el mismo vapor de agua, que se forma al contacto del líquido con las paredes, constituye una envuelta muy mala conductora del calor, que interpuesta entre el líquido refrigerante y la masa caliente dificulta el enfriamiento, que se efectúa ya de un modo irregular.

Por el contrario, en un baño de plomo fundido, no se enfría al principio con tanta rapidez el cuerpo en él sumergido, pues la diferencia de temperaturas es menor, una vez que la del plomo es de 320° : pero como es mucho mejor conductor del calor y además en el curso de la operación no se interpone entre él y la pieza capa alguna de vapor ni gases, porque se volatiliza este metal al rojo claro, temperatura superior á la que se temple, la roba más pronto el calor y con mucha regularidad en todo su espesor, enfriándose pronto; concurriendo además la circunstancia de que la temperatura inicial del baño se conserva constante en todo el tiempo que se invierte en la operación, sin más que tener un exceso de plomo sólido; cosa que no es factible cuando es de agua el baño, que á medida que el cuerpo se enfría vá acreciendo la temperatura del agua, de no seguir el procedimiento de *S.^t Ettienne* ú otros semejantes.

Por el sistema de temple al plomo, acabado de explicar, aun siendo los aceros muy duros, no se producen las grietas

que son frecuentes en el temple al agua, cuando el enfriamiento se hace por inmersión del proyectil en el baño refrigerante.

Para verificar la operación se calienta el proyectil en un horno hasta que adquiera temperatura de 700° á 800° , y se sumerge rápidamente en el baño de plomo, que previamente se habrá fundido, dejándole enfriar en él. Por este procedimiento se consigue un verdadero aumento de resistencia á la rotura; habiéndose obtenido con un proyectil de 34 cm., resultados superiores á los dados por otros empleados con agua.



SEGUNDA PARTE

OPERACIONES MECÁNICAS NECESARIAS PARA CONCLUIR
LOS PROYECTILES. — RECONOCIMIENTOS.

CAPÍTULO I

Diversas operaciones mecánicas á que se someten los proyectiles para su terminación.

En la primera parte de esta obra hemos visto el modo de obtener las diferentes clases de proyectiles, así de fundición como de acero, que usa la artillería; mas nada expusimos acerca de su conclusión, siguiendo el plan á que nos hemos ceñido en este estudio; siendo, por tanto, el objeto de esta segunda parte de nuestro trabajo el analizar las diferentes operaciones precisas para terminar toda clase de proyectiles, de las que la mayor parte se ejecutan á máquina, verificándose también algunas á mano.

Proyectiles de tetones.—Esta clase de proyectiles se obtienen de fundición y con las dimensiones definitivas, por lo que no hay necesidad de torneear su cuerpo ni ojiva, reduciéndose su conclusión á la operación de hacerles los tetones, que comprende las de fusión y ajuste, y á la de emboquillar.

Los tetones son, generalmente, de zinc, que se funde en un recipiente en un hornillo de cok, del que se extrae con una cuchara para verterlo en las matrices de entetonar.

Para llevar á cabo esta operación, el proyectil se pone descansando sobre el resalte cilíndrico *A'* (fig. 10, lám. 1) de

la placa de fundición *A*, bien centrado en ella, y se le adosan las seis matrices de hierro colado *B* que se fijan al rededor del cuerpo cilíndrico, sujetándolas en su posición con los aros *C* de los que el inferior descansa en los salientes *a* de dichas matrices. Estas, compuestas en toda su longitud por cuatro caras, las dos laterales planas y las otras dos curvas concéntricas y de igual diámetro que el proyectil la interior y que la parte interna de los aros *C* la exterior, tienen unos resaltes inclinados que ajustan en unos entrantes de igual forma que hay en los aros; hallándose en la cara interna vaciado el molde de los dos tetones, inferior y superior, que corresponden á cada raya, reunidos por una canal y con el bebedero, en el extremo superior, todo como aparece de puntos en la figura, en que *I* son los bebederos.

Como hemos dicho el zinc se vierte, con una cuchara, por los bebederos de dichas matrices, llenando los alveolos para los tetones, del cuerpo del proyectil, y los moldes de las matrices; y una vez frío se sacan los aros *C*, retirándose éstas.

Inmediatamente se cortan los bebederos y canales, que después se refunden, se recalca bien el metal de los tetones, martillando sobre ellos, y por último se les ajusta á cineel y á lima hasta dejarles conforme á plantilla.

El emboquillado de estos proyectiles se practica colocando en la boquilla una matriz de hierro, que es un tapón de cabeza cuadrada cuyo plano inferior asienta en el chafán de la ojiva, penetrando en la boquilla la espiga de dicho tapón, que es un cilindro que exteriormente afecta la misma forma que interiormente ha de tener la falsa boquilla, y que en su extremidad es del diámetro de la boquilla para evitar caiga el zinc ó la aleación del zinc y estaño, según de que sea la falsa boquilla, al verterlo por un bebedero que hay en la cabeza del tapón ó matriz. Dicha falsa boquilla se concluye repasando la rosca con un macho.

Granadas de envuelta.—Sabido el modo de moldear los núcleos de esta clase de proyectiles, sean para las enveltas ligeras ó pesadas, réstanos explicar la manera de llevar á cabo las operaciones que con ellos se efectúan sucesivamente hasta terminar la granada.

Tanto unos como otros núcleos se emboquillan, desde luego, en máquinas de revólver especiales ó á torno, dejando de una ú otra manera completamente concluidas las boquillas y en aptitud de poderlas adaptar la espoleta; se prosigue el trabajo con la apertura del taladro para el fiador hecho en una máquina de taladrar; y si la granada ha de llevar envuelta ligera se pasa á torneear el núcleo.

Para colocar la envuelta se procede del modo siguiente. Se limpian perfectamente los núcleos á fin de que pierdan por completo la grasa que á consecuencia de las diferentes operaciones sufridas siempre cojen, lavándolos con una disolución amoniaca; y después de bien limpios se les conduce á una estufa donde adquieren una temperatura tal que extraídos de ella y dándoles con una brocha en toda su superficie una ligera capa de dicha disolución amoniaca, aparezca ésta blanca y uniforme, cosa que no sucedería de haber calentado demasiado los núcleos por impedir la evaporación rápida del agua de la disolución que se fijara la sal, y que si la temperatura fuese baja tampoco pasaría, pues no blanquearía entonces la superficie.

Seguidamente, valiéndose de un maneral, atornillado á la parte roscada de la boquilla, se sumergen los núcleos verticalmente en una caldera que contiene fundido el baño de zinc, dejando fuera la parte que no ha de recibir la envuelta, y en él se tienen durante unos cinco minutos; dichos núcleos quedan suspendidos de una ó varias barras horizontales, colocadas á conveniente altura y en dirección del eje mayor de la caldera; y es muy conveniente espolvorear alguna vez la superficie de los mismos con la sal amoniaco pura.

La temperatura del baño ha de ser bastante elevada, é indica el grado más conveniente el que al sacar los núcleos sólo tengan adherida una capa muy fina é igual de zinc; si fuere gruesa, como sobre ella ha de ir la de plomo, que es delgada, al torneear las granadas podrían descubrir manchas de zinc en los anillos, que son muy perjudiciales á las piezas.

Extraídos del baño de zinc se les dá la capa de plomo, empleándose con ese objeto matrices apropiadas.

Son, tales matrices, de fundición, compuestas de dos

mitades que giran á charnela al rededor de un eje paralelo al del proyectil y situado en un plano horizontal, y tienen vaciada en su parte interna la figura ó contorno exterior de la envuelta. La media matriz inferior se fija con unas grapas sobre una mesa y en tal disposición se coloca en ella el núcleo apoyando por el culote y ojiva en unos asientos de iguales diámetros que los de ambas partes, con lo que queda centrado el núcleo.

Conviene, antes de colocar el núcleo, cubrir las paredes de las matrices con una ligera capa de minio y calentarlas moderadamente, mientras se disponen los baños para fundir la envuelta.

Puesto el núcleo, como se ha dicho, en la media matriz inferior, se hace girar la superior al rededor de la charnela, hasta que ajuste su plano con el de la inferior, uniendo ambas perfectamente; y con un cazo se vierte el plomo, que habrá fundido en un caldero próximo, por un bebedero abierto en el plano superior de la matriz, hasta llenarla, que lo indicará la salida del mismo por un taladro hecho en dicho plano. A los pocos momentos se abren las matrices y se extrae el núcleo con la envuelta.

Seguidamente se cortan bebederos y rebabas y se quita el plomo que pudiera haberse adherido al culote, y se tornea la envuelta, para dejarla á las dimensiones debidas, en un torno, cogido el proyectil por las orejetas de la ojiva y el pezón del culote, haciendo uso de cuchillas del perfil de la envuelta.

Para concluir dichos proyectiles falta cortarles las orejetas y pezón, barnizarles interiormente, y dar á las envueltas con un betún formado de grafito y vinagre, frotándolas con un cepillo hasta sacar brillo, pintando, después, de negro el resto de la granada.

Para el trabajo de las granadas de envuelta pesada ó encastrada, se sigue análogo procedimiento, que el acabado de describir para las que la tienen ligera, y sólo difiere en que los núcleos no se tornean.

Granadas con aros ó bandas.—Como quiera que la totalidad de los proyectiles actuales son de este tipo, es

decir, con una banda de forzamiento, próxima al culote, y otra de conducción, inmediata á la ojiva, ambas de cobre, y más generalmente con una sola banda, la de forzamiento, vamos á estudiar con detención todas las operaciones por que pasan esta clase de proyectiles, ya que son los verdaderamente usuales hoy, y puesto que quedan descritas las que son inherentes á la conclusión de las granadas de tetones y de envuelta, ya anticuadas, pero aún en uso por existir, sobre todo en nuestro país, un crecido número de piezas de antecarga para que son reglamentarias las primeras, y consumiéndose las segundas en las de retro-carga hasta extinguir la existencia.

Las diferentes operaciones que concluyen los proyectiles con bandas son muy varias é interesantes, y consiguientemente las iremos presentando sucesivamente.

Centrado, corte de la mazarota y torneado del cuerpo.—Es general, lo mismo en los proyectiles de hierro colado que en los de acero, dejarles un exceso en diámetros y longitudes, preciso para corregir los defectos que pudieran tener provenientes del moldeo los unos, y para indagar en los otros la existencia de poros, registrar el metal, etc.; y por consiguiente, la primera operación por que pasan, aun antes de centrarles es marcar el sobrante ó mazarota para cortarla después.

Se efectúa en los de fundición, sean ordinarios ó endurecidos, introduciendo por el agujero del culote en la mazarota el brazo mayor de una doble escuadra de la que el otro, más corto, que queda por la parte exterior del proyectil y paralelo al eje del mismo, está cortado á una longitud tal que su extremidad dista del puente ó regla que une ambos brazos la diferencia de longitudes que entre la del brazo mayor y el ánima hay; de manera que en el momento que la parte anterior del brazo mayor, que está redondeada con un radio menor que el del vértice interior de la ojiva, toque en ésta, el extremo del brazo menor señala en el proyectil el punto en que debe terminar el culote. De marcar este punto valiéndose sólo de una regla cuyo cero se hiciera coincidir con el vértice ó chaffán de la ojiva, según que el proyectil

fuese endurecido ú ordinario, y en el que se tomara la distancia señalada en los planos como longitud del proyectil, se puede correr el riesgo, especialmente en los ordinarios, de dejar el culote con más ó menos espesor del debido de haber sido defectuosa la colocación del alma quedando más alta ó más baja.

De todos modos, después de determinado con la doble escuadra el punto que indica el plano exterior del culote, hay que ver si la distancia que de él hay á la ojiva es la longitud que al proyectil asignan los planos de construcción para desechar todos los que resulten menores que la tolerancia mínima.

En los proyectiles de acero forjado en sólido no es necesario para señalar el sobrante ó mazarota, más que fijarlo con una regla dividida con la que, y á partir del vértice de la ojiva, se toma tal distancia.

Marcado ya el punto por que debe verificarse el corte de la mazarota, y antes de poner el proyectil en el torno, se centra, determinando en el culote el centro de la circunferencia que limita á aquél exteriormente, valiéndose de un compás curvo; y si la granada es de fundición y tiene tala-drado el culote y por tanto la mazarota, se introduce á mazo en el agujero de ésta un tapón cónico de hierro hasta que quede fuertemente adherido al proyectil, y en él se señala el centro después de determinarlo como antes se dijo. Determinado, pues, el centro en uno y otro caso, con un buril se profundiza en dirección del eje, quedando hecho en dicho centro y vaciado un pequeño cono en el que después apoya el punto del torno.

Terminada esta operación se pone el proyectil en un torno en el que se le corta la mazarota, estando cogido en el plato por la ojiva. Dicho plato ó plataforma sustenta entre sus mordazas un suplemento cilíndrico sobre una base cuadrada, ésta para apoyo en las mordazas, y que su interior afecta igual figura que la ojiva, con un corte en sentido de las generatrices en que encaja la nariz que de fundición sacan todos los proyectiles para que al rodar la plataforma y el soporte dicho, también participen ellos de igual movi-

miento. Así es que centrado el soporte en la plataforma, ya queda el proyectil bien colocado en el torno, pues ajustada la ojiva en el hueco del suplemento ó soporte y dada salida suficiente al punto hasta que su punta penetre en el centro hecho en la mazarota, el eje del torno y el del proyectil se confunden. Tal disposición facilita el corte de mazarotas pues colocado el soporte bien centrado en la plataforma para el primer proyectil, los demás no necesitan centrarlos economizando mucho tiempo.

De todos modos, antes de iniciar el corte, se hace rodar el torno y se rectifica el centrado del proyectil; después se dá de aceite el extremo de la punta del punto del torno y se aprieta cuanto sea posible contra el proyectil, y entonces trasladando el carrillo hasta que el buril se presente frente al punto que se señaló como límite de la longitud del proyectil, se empieza el corte, profundizándolo poco á poco hasta que se desprenda la mazarota, debiendo cuidar el operario de que nunca deje de estar en contacto el punto con el centro de la mazarota, sobre todo en los proyectiles de fundición, pues siendo esta materia relativamente blanda podrían quedar flojos los tapones, introducidos en la mazarota, de ir abierto el culote, ó desgastarse el centro, agrandándose, de no tener tapón, pudiendo causar en uno y otro caso la inutilidad del proyectil.

Desprendida la mazarota se procede á colocar otro tapón en el agujero del culote de ser de fundición la granada, y se coloca en el torno de igual modo que antes para proceder al torneado del cuerpo. Si el proyectil no tenía taladrado el culote, fuese de fundición ó de acero, se determina de nuevo y se hace el centro como queda explicado, y se dispone luego en el torno como acabamos de decir.

Torneado el cuerpo y refrentado el culote, se redondea la arista con el radio que determinan los planos y se pasa á hacer la canal para la banda de forzamiento y para la de conducción cuando la lleven, señalando antes con una plantilla, á partir del culote, el nacimiento de una y otra, concluyéndolas con un buril cuyo corte tiene igual figura que la de las colas de las canales, y después se espolean, sustituyendo

consiguientemente dicho buril por una espuela que deja impresa en la canal una picadura cuyo objeto es aumentar la adherencia, con el proyectil, de las bandas de cobre.

De carecer de banda en la parte anterior, caso el más general, se tornea la superficie de conducción ó corona aisladora, que de ambos modos se llama, al tornear el cuerpo del proyectil.

Si en vez de banda de forzamiento hubiera de llevar aros, se hacen de modo semejante las canales para los mismos.

Como la ojiva, si los proyectiles son de fundición, no se suelen tornear, y si son de acero, sufren dicha operación después, en tornos preparados como copiadores, describiremos aparte dicha operación.

Fresado del culote.—La operación de fresar el culote, de necesidad en todos los proyectiles, que, como hoy sucede, le tienen abierto, se practica en máquinas especiales, del tipo de los tornos-rewólver, semejantes á la de la figura 29 de la lámina 2. Se compone de un banco de fundición *A* y un cabezal *B* constituyendo ambas partes una sola pieza que se fija con tornillos al piso del taller.

A lo largo del banco puede correr el carrillo *C* movido por el volante *V* cuyo eje lo es de dos piñones montados en él que engranan con una doble cremallera, que lleva el torno entre brancales en toda su longitud; estando formado dicho carrillo de dos partes la *C* y la *C'*, ésta, á cola enlazada con aquélla, y que sustenta al porta-herramientas rewólver *E* en el que se fijan las cuchillas y demás herramientas precisas á esta operación, en sus correspondientes estuches *a*, provistos de los tornillos de presión *b* que van en la parte superior.

El volante *D* de brazos, sirve para el movimiento de la parte *C'* independientemente de la *C*, cuyo curso puede limitarse por el tornillo *O* según se le dé más ó menos salida.

El cabezal *B* soporta al manguito *M* que en su parte anterior tiene una plataforma *P*, taladrada en su centro para coger el proyectil y centrarle á cuyo fin está provista de sus correspondientes tornillos. Una rueda *R*, montada en el manguito, imprime movimiento de rotación al proyectil,

mediante su engrane con otra más pequeña fija en un eje, paralelo al del manguito, en el que vá también el cono de poleas por que se transmite el movimiento á la máquina.

El porta-herramientas gira una cantidad constante, el arco que media de centro á centro de dos estuches contiguos, cada vèz que se echa atrás la parte *C'* del carrillo al terminar su curso, pues para eso tiene un mecanismo análogo en un todo al de los cilindros de los rewólvers de donde toman el nombre estas máquinas; no pudiéndose hacer girar al porta-herramientas *E* si se aprieta la pieza *H* que es tuerca del tornillo eje, que entonces hace solidaria de la parte *C'* la giratoria del carrillo.

La figura que en general afecta el alojamiento del tapón en el culote, que no otra cosa se hace con el fresado de que nos estamos ocupando, es una parte cilíndrica roscada, de igual sección y longitud que la espiga roscada del tapón, unida á otra lisa, cilíndrica también, de mayor diámetro que corresponde á la cabeza del tornillo, teniendo alguna más altura que ésta, pues entre el tornillo y su alojamiento se interpone una arandela de cobre, que comprimida fuertemente por el plano posterior de la citada cabeza, obtura ó impide la entrada de gases por el agujero del culote. A veces el alojamiento de la cabeza es tronco-cónica por tener esa figura la cabeza del tapón.

Por consiguiente, y supuesta cilíndrica la cabeza del tapón, para abrir el citado alojamiento se necesitan las siguientes herramientas: dos cuchillas, una para desbastarlo y la otra para concluirle, cuyo corte es de igual figura que el contorno anterior del tapón, disminuídas, en la de desbaste, las dimensiones transversales en dos ó tres milímetros, un macho para roscar la parte de menos diámetro del alojamiento, otro para repasar la rosca y por último una fresa que iguale el fondo del asiento del tapón dejándole á la debida altura.

En su consecuencia, para operar con dicha máquina se empieza por colocar, en los estuches del porta-cuchillas dichas herramientas de derecha á izquierda, por el orden que las hemos enumerado, y seguidamente se introduce el

proyectil en el manguito, centrándole, no sobresaliendo del plano de la plataforma más que el culote, valiéndose para ello de los tornillos que tiene á ese objeto, y, como referencia, de un pequeño mandril que se coloca en un estuche del porta-herramientas.

Centrado ya el proyectil y arreglada la salida del tornillo *O* lo suficiente según el curso que se haya de dar al porta-herramientas en dirección del eje del proyectil, se pone en marcha la máquina: y dando movimiento de rotación al volante *V* se aproxima el carrillo al culote presentando la primera cuchilla á su frente, la que se introduce en él haciendo avanzar la parte *C'* del carrillo, moviendo los brazos *D*, y como á la vez que penetra la herramienta rueda el proyectil se desbasta el alojamiento; llegado al final la cuchilla se echa hacia atrás la parte *C'* saliendo de ese modo la herramienta, y al terminar su curso gira el porta-herramientas, presentándose la siguiente cuchilla, que se hace avanzar y penetrar en el culote del modo que la primera dejando á dimensiones el citado alojamiento. Luego se prosigue con el roscado y repasado de la rosca, fresando, por último, el asiento del plano posterior de la cabeza del tapón, con que termina esta operación.

Colocación de las bandas de cobre.—Aunque tal trabajo podría realizarse á mano con un mazo, ó valiéndose de una prensa cualquiera, se hace uso, generalmente, de una máquina especial de prensar, que luego describiremos.

Las bandas se obtienen de cobre rojo, que se funde en crisoles para afinarlo, y que después se lamina á las dimensiones convenientes, estirándole en barras cuya sección transversal está limitada lateralmente por dos rectas paralelas verticales, siendo curvas concéntricas y salientes los contornos superior é inferior, para que, al prensarse la banda y planificarse dichas partes curvas, el metal de las caras laterales llene las colas de la canal.

La máquina más generalizada es la que se representa en la figura 30 de la lámina 3. Consta de un basamento *AB* de fundición que se fija sólidamente al piso del taller, siendo la parte *A* el verdadero banco, por cuyos branceales se mueve

un carrillo C mediante el giro del volante V en cuyo eje está fijo el piñón R' que engrana con la rueda R , que por tener en su eje otro piñón que engrana con una cremallera que en la parte inferior lleva el carrillo, adquiere éste aquel movimiento, fijándole en la posición que se desee fuertemente, con una cuña que unida al eje O y susceptible de girar con el manubrio M , se introduce en una canal que aquél tiene cuando se ha llegado al punto debido.

El carrillo C , cuya parte central es curva, tiene dos ranuras laterales en que se atornilla el punto D , cuando se haga uso de él. Otro carrillo suplementario ó media matriz C' , diferente para cada calibre, se sujeta con tornillos á la parte curva del carrillo y está destinada á sostener el proyectil que ha de recibir la banda descansando en ella por su cuerpo cilíndrico; teniendo dicha media matriz vaciada en sentido normal al eje de la misma una canal ó dos, según que solo haya de llevar la granada una banda de forzamiento ó ésta y otra de conducción en la proximidad de la ojiva, siendo dichas canales de mayor profundidad que la altura con que han de quedar las bandas y más anchas que éstas, para permitir que con facilidad pasen dichas bandas á medida que se van colocando.

La parte B del basamento soporta al eje E en que van las poleas P y P' , loca una de ellas, el piñón H y volante V . Con el piñón H engrana la rueda H' fija en el eje E' , que termina por un extremo en una excéntrica que imprime movimiento vertical de vaivén al mandril S en cuyo estuche se introduce el punzón T que efectúa el prensado.

Otro soporte G que se prolonga al otro lado de la parte B , dá paso á un árbol F al que está unida la plataforma X con sus correspondientes mordazas para coger el proyectil por el culote; este árbol sostiene la rueda J , susceptible de girar si se hace engranar con ella el diente de la palanca I , que es movida por la biela articulada Q , que se une con tornillos á la excéntrica E'' hecha en el plano posterior del eje E' .

Para embutir las bandas de cobre en su canal, se coloca el proyectil Y descansando sobre la superficie curva del

carrillo *C'* y cogido por el culote en la plataforma *X*; y después de bien centrado y fija, si es necesario, la ojiva por el punto *D*, se pone en marcha la máquina, presentándose la banda de cobre, cortada previamente al largo debido, frente á la canal, y debajo del punzón *T*, que la vá embutiendo, haciéndose automático el giro del proyectil echando el diente *I*. Como consecuencia del movimiento dado por la polea *P* al eje *E*, éste gira, comunicando su movimiento por el piñón *H* á la rueda *H'* y haciendo que la excéntrica, por que termina el citado eje y á la que está ligado el mandril en cuyo estuche vá el punzón participe de dicho movimiento, y el punzón suba y baje, al mismo tiempo que la otra excéntrica *E''* cada vez que descende el punzón, al terminar su curso, obliga á girar á la rueda *J* un diente ó más según se haya dispuesto el fiador *I*, girando el proyectil, al hacerlo, por tal motivo, la plataforma *X*, una cierta cantidad presentándose sucesivamente á la acción del punzón todos los puntos de la banda; la que, para que no sea arrastrada en el giro del proyectil, se sostiene con la mano por su extremidad libre, ó bien es la máquina la encargada de llenar tal cometido, por medio de una escuadra atornillada en su asiento *a* por debajo de la que precisamente tiene que pasar la banda.

Colocadas las bandas de cobre se las tornea, para dejarlas con la figura y dimensiones de los planos, en un torno y cogidos los proyectiles por la ojiva en la plataforma de modo semejante al que se pusieron para tornear el cuerpo, y el culote se introduce en un platillo al cual se ajusta, que tiene en la parte posterior marcado y hecho el centro, al que se aplica el extremo del punto móvil del torno, obedeciendo tal disposición á tener centrados en seguida los proyectiles una vez puesto el primero bien. Primero se desbastan con un buril ordinario, y con otro de figura se hacen las canales de la banda.

Torneo de las ojivas.—Aunque varias clases de proyectiles no sufren tal operación, ya porque sea imposible de practicar como sucede con los de fundición endurecida, en cuya parte por demás blanca, no puede entrar ningún buril,

ó bien porque como acontece con los ordinarios de hierro colado, si la ojiva se moldea bien sale fundida dentro de tolerancias, hay otras veces, sin embargo, que proceder á su torneó, y por tanto vamos á exponer la manera de llevarlo á cabo, debiendo consignar que en tal caso se verifica antes de poner los cobres.

Para ello se hace uso de un torno que se convierte en copiador siguiendo uno de los procedimientos que á continuación se explican.

Representa uno de ellos la figura 31 de la lámina 3. El carrillo del torno está compuesto de la parte *A* que puede correr á lo largo del banco *B*, de la *C* que entra á cola de milano en la anterior, y es susceptible de mayor ó menor curso según lo que se haga girar al husillo del eje del manubrio *D*, con cuyo objeto aquél pasa por una tuerca sujeta en la parte inferior de dicha pieza, y de la meseta *E* que entra á cola en la *C* resbalando á lo largo de ella por igual sistema que la *C* por la *A*, y es la que soporta el buril ó cuchilla con que se ha de efectuar el trabajo.

Consta la meseta *C* de una parte fija, que sólo tiene movimiento en dirección normal al banco, dado por el manubrio *D* y husillo labrado en su eje, y de otra móvil *H*, que puede girar al rededor de un eje vertical que pasa por el centro *a*, la cual es cilíndrica de pequeña altura y dentada en su contorno exterior, por el que engrana con el pequeño sinfin *S* del eje *O* sustentado por la misma meseta *C* á cuyo través pasa. Además lleva este eje el cono de poleas *P*, que merced á un embrague que es movido por la palanca *T*, se hace ó no solidario de dicho eje. Sobre la parte superior rectangular de la pieza dicha, cuya base *H* es circular, corre la meseta *E* con su porta-herramientas al hacer girar el husillo del eje en que vá el manubrio *D*.

El cono de poleas *P* recibe movimiento, por la correa *I*, de otro montado en otro eje *O'* que se prolonga hasta la otra extremidad del banco del torno, donde lleva una polea, que con correa, lo recibe de otra fija en el eje de una rueda que, puesta en la guitarra del cabezal, engrana con un piñón metido en el eje de la plataforma.

Preparado así el torno, para operar con él se sujeta el proyectil, por el culote en la plataforma y por la ojiva en el punto, de tener sobrante en dicha parte, que es muy general, y en caso de no ser esto posible se apoyará por la proximidad de la ojiva en una luneta. Después se le centra y hecho esto se lleva el carrillo á su frente poniendo el buril en contacto con él en la parte ya torneada á partir de la que nace la ojiva. Con anterioridad se corre la parte *C*, dando vueltas al manubrio *D*, hasta que el centro *a* de la pieza cuya base *H* es circular, diste del vértice de una plomada, puesto su hilo tangente al nacimiento de la ojiva, una cantidad igual al radio de ésta, que se mide y fija con una regla. Entonces ya no hay que hacer otra cosa que fijar el carrillo en el banco para que no se mueva, y poner en marcha la máquina, embragando el cono de poleas *P* al eje *O*; y á medida que el proyectil gire lo hará el eje *O'*, cono de poleas *P* y sinfín *S*, que obligará á la meseta *E* á describir un arco de círculo del mismo radio que la ojiva, quedando, por consiguiente, torneada esta parte, después del número suficiente de pasadas, exactamente á dimensiones y con el radio deseado.

Otro de los procedimientos en uso, quizás el más empleado, es el de la fig. 32 de la lám. 3. Sobre el banco *A* de un torno cualquiera con husillo, se mueve su carrillo al que se quita el husillo que hace resbalar por la corredera de la meseta inferior la siguiente con lo que ésta queda libre, y se la une con tornillos la biela *S* que se liga en *I* á la pieza *D*, fija á una mesa *T* que sostienen dos soportes en escuadra atornillados al banco. El punto de unión y giro *I* de la biela *S*, se determina de modo que sea el centro de la circunferencia con cuyo radio se describiría, en el plano horizontal que pasa por el eje del proyectil, la ojiva; así es, que puesto éste en el torno, cogido por el culote en la plataforma, si se baja, como antes, una plomada tangente su hilo al arranque de la ojiva, hasta tocar en la mesa del carrillo y se toma, á partir del punto en que el vértice de dicha plomada incide con la mesa del carrillo, en dirección normal al eje del proyectil una distancia igual al radio de la ojiva se habrá determinado la posición del punto *I*.

Se comprende, en vista de lo dicho, que, una vez puesta en marcha la máquina, habiendo colocado antes el buril en contacto con el nacimiento de la ojiva, en cuyo momento la biela *S* ocupará la posición de puntos *S'*, la rotación del husillo del torno hará trasladar al carrillo de izquierda á derecha, á lo largo del banco y la mesa y con ella el buril *a* solicitados por el giro de la biela se irán aproximando al eje del proyectil desbastando la ojiva y concluyéndola después del número de pasadas precisas, dejándola á dimensiones y de igual radio que el fijado en los planos de construcción.

Por último, puede también tornearse la ojiva como indica la fig. 33 de la lám. 3; valiéndose de un copiador *a b*, de la misma figura que ella, puesto en la mesa *A* adosada al torno; y en este caso, el movimiento de la parte del carrillo que lleva la herramienta se consigue con la biela *B* unida á ella, que obliga al buril á trazar la ojiva con el debido radio porque es solicitada la mesilla por la biela, que al recorrer los rolletes *s*, entre que está comprendida la curva del copiador, ésta tira de dicha mesilla haciéndola aproximarse al eje del proyectil más y más á medida que el carrillo se mueve á lo largo del banco.

Emboquillado.—Para la colocación de la espoleta en los proyectiles ordinarios, llevan éstos, en su ojiva, el correspondiente alojamiento ó boquilla en la cual, en los que hoy se construyen, se atornilla una falsa boquilla de latón, que es por fin la parte destinada á recibir aquel artificio. Proyectiles más antiguos la usaban de una aleación de zinc y estaño y aun sólo de zinc, habiendo descrito nosotros al hablar de las granadas con tetones, la construcción de tales boquillas; y asimismo otros se preparaban para roscar directamente al proyectil la espoleta. Hoy todos usan falsa boquilla excepto los de campaña, que la espoleta se atornilla á la boquilla hecha desde luego en la ojiva.

La operación de hacer la boquilla se llama emboquillado, y se verifica á máquina en tornos rewólvers análogos al descrito para el fresado del culote, cogiéndose el proyectil por el culote en la plataforma, y sosteniéndole además una luneta próxima á la ojiva.

En el porta-herramientas se ponen una cuchilla para refrentar el chaflán de la ojiva con objeto de que quede á la distancia del culote que determinan los planos, y que comprueba la correspondiente plantilla, otras dos cuchillas, la una de desbaste y la otra de conclusión, para hacer el alojamiento de la falsa boquilla, un macho para roscar la parte que ha de atornillarse y otro para repasar la rosca. Terminado el alojamiento de la boquilla se introduce la falsa boquilla, que se coje en las manos, con unas mordazas apropiadas, atornillándose á medida que gira el proyectil, concluyendo la operación por retundir el metal en el chaflán, que se repasa seguidamente con una cuchilla á fin de que quede rasante con dicho plano.

Las falsas boquillas se hacen, á torno, de cilindros de latón, que se barrenan en toda su longitud, cortándose después al largo y torneándolos y roscando interior y exteriormente.

Construcción de tapones de culote.—El culote se cierra, en todos los proyectiles de construcción moderna, con un tapón de acero ó hierro, interponiendo además entre él y su asiento una arandela de cobre para mayor obturación é impedir mejor que puedan penetrar los gases en el interior del proyectil.

Dichos tapones se construyen á torno, ó haciendo uso de máquinas especiales destinadas á ese objeto que dan una gran producción y muy perfecta; siendo los de pequeños y medianos calibres siempre contruídos de tal manera.

La máquina que representa la figura 34 de la lámina 3, es uno de los tipos más usuales. Está formada por un banco de fundición *A*, que sostiene otro superior *B* por el que puede correr en toda su longitud un carrillo rewólver semejante á los de las máquinas de emboquillar y las de fresar el culote, que está provisto de un depósito *D* de aceite, necesario para lubricar la herramienta, recojiéndose el sobrante en una artesa *H* que tiene el banco inferior á su alrededor.

El cabezal, dotado de sus soportes y coginetes, sostiene un árbol hueco, de acero, *OO'*, que lleva en su parte *O'* los

correspondientes tornillos para centrar las barras *M*, de hierro ó acero, que pasan por su interior, de las que se van  hacer los tapones; y en el otro extremo se sujeta, con llave, una pieza de acero *R* en que se halla labrada exteriormente una rosca del mismo tipo y paso que la del tapón que se quiera construir.

Por detrás de dicho eje, sostiene el cabezal otro *P* al que van fijos la pieza *K* y el porta-herramientas *T*, teniendo la primera, puesta  cola, una matriz que es tuerca de la rosca *R*, por lo que, si al girar el eje *O*, se hace apoyar el suplemento de la pieza *K* en la parte roscada *R* y en *T* se coloca el buril para roscar, una vez puesta en marcha la máquina se irá desplazando y copiando la misma rosca de *R* y *K*. Un contrapeso *V* unido al eje del porta-herramienta *T* permite que en cuanto se eleve un poco la palanca *E* se separe completamente la pieza *K* de la parte roscada *R*, cesando, el buril, de roscar.

Lleva además el banco *B* otro pequeño carrillo doble *F* donde se ponen dos cuchillas que mediante el husillo *a* tienen movimiento en dirección normal al eje del banco.

Para operar con esta máquina, se introduce la barra *M* de acero, por el interior del árbol hueco *OO'*, centrándola en él después que haya salido por el extremo *O'* la longitud precisa para sacar un tapón que la limita un tope puesto en el carrillo-rewólver, y ya puede ponerse en marcha la máquina.

Dicho trozo de la barra es entonces seguidamente desbastado, torneado exteriormente, cortado al largo que ha de tener el tapón, y hecho el desahogo de la rosca, valiéndose de las diferentes cuchillas puestas en el rewólver, que se van presentando sucesivamente, excepto las con que se llevan á cabo las dos últimas operaciones dichas que se fijan en el doble carrillo *F*, pasándose después  roscar el tapón, oprimiendo con la palanca *E* la pieza *K* sobre la *R*, con lo que el buril del porta-herramientas *T* hará una rosca igual en el tapón, que se termina del número de pasadas precisas, dando sucesivas y crecientes salidas al buril  ese fin. Por último se repasa la rosca con una terraja colocada en el

carrillo-rewólver y se refrenta y corta á longitud profundizando dicho corte hasta desprender de la barra el tapón completamente terminado.

El movimiento lo recibe la máquina por el cono de poleas *Q*.

Las arandelas de cobre, que se interponen entre el tapón y su asiento del proyectil, se obtienen, por estampación, de planchuela adecuada, ó se hacen en una máquina de taladrar.

Proyectiles perforantes de acero.—Los proyectiles perforantes de acero pasan por un trabajo semejante en un todo al de los de fundición, de aros y bandas, acabado de explicar, difiriendo en que si no fueron obtenidos por sucesivas estampaciones, hay que producir el hueco interior ó ánima, antes de efectuar con ellos las diversas operaciones mecánicas, para después centrarlos por dicho hueco para que al tornearse el proyectil las paredes resulten del mismo espesor.

El barrenado de dicha parte se hace, ó como Armstrómg, en poderosos taladros verticales, ó empleando bancos de barrenar, ó tornos; en este caso, como dicho hueco afecta la forma cilíndrica ó tronco-cónica seguida de otra parte cuyas generatrices son curvas determinando la figura interior de la ojiva, hay que hacer dicho barrenado por partes, pasándose primero una barrena al diámetro menor de dicha cavidad que llegue hasta el fondo de la ojiva cuya parte curva concluye, y luego se va agrandando sucesivamente el calibre por secciones dando á cada parte su diámetro distinto con diferentes barrenas; y por último, se concluye la parte cilíndrica, en los que la tienen, necesitándose después y sirviendo de guía este cuerpo, terminar la parte curva con cuchillas que tienen el mismo perfil que el comprendido entre cada dos secciones rectas consecutivas de las en que se dividió esa parte del barrenado, para reemplazar, los diferentes troncos de cono, hechos, por trozos de la curva.

Acabado el hueco interior, de plegarse los culotes, hay que preparar el sobrante, que se había dejado á ese fin, como ya en otra parte queda dicho, y ya plegados se tornea el cuerpo y refrenta el culote, se redondea la arista exterior

del mismo y con cuchillas adecuadas se hacen las curvas de unión del cuerpo con el culote y la ojiva, y con otras cuchillas que se introducen por el agujero del culote se iguala la unión de las paredes de la cámara de carga con dicho agujero.

Si no se plegaron los culotes y éstos fueron sustituidos por un gran tapón de acero roscado á las paredes de la cámara de carga, se hace el alojamiento para él roscándolo seguidamente.

Además de estas operaciones se hace la canal para la banda de forzamiento y tornea la superficie de conducción pasando después á torneales las ojivas, colocándoles la banda después de templados los proyectiles.

Granadas de metralla.—Las granadas de metralla varían algo en su fabricación. Obtenidas que sean las envueltas exteriores, por cualquiera de los procedimientos ya explicados, y fundidas las ojivas, pues es lo general que todas las lleven de fundición, no hay más que tornear y roscar éstas, así interior como exteriormente, sirviendo la rosca exterior para unir las á la envuelta, y la interior para atornillar la espoleta; roscar también las envueltas por sus dos extremos; y ya atornilladas las ojivas concluir el torneado exterior de la granada y hacer el alojamiento para la banda de forzamiento. Después se ponen los tapones del culote y refrentan éstos, y se procede por último á la carga para lo que se quitan las ojivas que luego se vuelven á poner.

Barnizado.—Esta operación, cuyo objeto es dar una capa de barniz á las paredes interiores de los proyectiles para que presente la cámara de carga una superficie lisa en vez de la rugosa y áspera que siempre tienen los de fundición, así como para precaver las explosiones prematuras que pudieran originarse del rozamiento de la pólvora que constituye la carga interior, con el metal del ánima, se practica hoy con todos los proyectiles, aun cuando se encierre la carga en saquitos de lanilla.

El barniz que mejores resultados ha dado y por tanto el de más uso es el que tiene la siguiente composición;

Ocre rojo.....	1000	gramos.
Resina.....	2000	»
Cera virgen.....	100	»
Sebo.....	250	»
Trementina.....	250	»

Para usarlo se prepara en un caldero donde primeramente se funde la resina á un calor moderado añadiendo después el ocre, cera y demás componentes, removiéndose el baño con frecuencia hasta que adquiere un color igual y su consistencia sea la suficiente, que se prueba experimentalmente en un pedazo de hojadelata previamente calentado.

Para dar el barniz á los proyectiles se les somete primeramente á la acción de un chorro de vapor á cinco atmósferas, por su interior, para de ese modo limpiar completamente de arena la cámara de carga, á la vez que se calienta á fin de que quede aquél más adherido. Esto se hace colocándoles sobre un basamento que posee varios platillos, en que se ponen los proyectiles descansando por el culote, agujereados en el centro por donde tienen salida las extremidades de otros tantos tubos de vapor provistos de sus correspondientes llaves, por los que se dá paso á dicho fluido, dentro de los proyectiles; y una vez calientes se retiran éstos y puesto un embudo que se atornilla al agujero del culote se vierte el barniz con un cazo, é imprimiéndoles movimiento de oscilación, para lo cual se les suspende de un aro que pasa por su centro de gravedad, el barniz baña las paredes interiores extendiéndose en todos sentidos formando una capa de pequeño espesor é igual; vertiéndose el sobrante, poniéndoles con el culote hacia abajo sobre los brancales de otro banco provisto de tantos taladros como proyectiles quepan por los que pasa el barniz á unos recipientes colocados debajo con tal objeto. Si los proyectiles son ordinarios se cierra la boquilla con un tarugo de madera antes de comenzar á barnizar. Pasado un rato que ya no escurre más barniz se vuelve el proyectil, se destornilla el embudo que se puso en el culote, se limpia la rosca del alojamiento del tapón con un trapo ligeramente impregnado de aceite y se deja enfriar, pasando después á ajustarlo en conclusión.

El ajuste se reduce á quitar á cincel la nariz que en la ojiva tienen las granadas de fundición y á ajustar las ojivas á plantilla, de no haberlas torneado, atornillando seguidamente los tapones en su alojamiento é igualando el plano de su cabeza con el del culote.

Pavonado.—Algunos proyectiles, especialmente los de campaña, se pavonan en vez de ser pintados, y tal operación se hace al aire caliente, sistema que ofrece una gran facilidad de ejecución y que dá muy buenos resultados, siendo bastante permanente.

Antes de pavonar hay que tener la precaución de limpiar perfectamente las granadas, en toda su superficie, de la grasa que, como consecuencia de las distintas operaciones mecánicas por que han pasado, siempre tienen, frotándolas con trapos ó estopas llenos de cal viva hasta que salgan limpios. Conviene dulcir en el torno, antes, los proyectiles.

El aparato ú horno destinado á pavonar se compone de la cámara ó lugar donde se introducen los proyectiles para sufrir dicha operación, y que es una caldera de chapa, cerrada por su fondo, que descansa horizontalmente sobre la mampostería, y de un horno con sus correspondientes canales de humos que rodeando la caldera desembocan en la chimenea.

En el interior de la caldera que constituye la cámara lleva, adosados lateralmente uno á cada costado, dos rails que se extienden á todo lo largo de ella, y se prolongan exteriormente por delante, por los que corre una mesilla de chapa, con sus correspondientes ruedas, en la que se disponen los proyectiles, cuidando de que no se toquen entre sí. Exteriormente á la caldera y delante de la misma un banco de fundición soporta otros rails en prolongación de los de aquélla para sostener la mesa y guiarla cuando se saca de la cámara ya para llenarla de proyectiles para pavonarlos ó bien para quitar los que han sufrido dicha operación. Una placa circular cierra la abertura ó entrada de la cámara, á la que se fija con tornillos y tuercas ó con unos picoletes.

Para llevar á cabo la operación se colocan en la mesa las granadas que quepan en ella, metidas por las boquillas en

unos hierros que en posición vertical hay remachados á ella, y dado fuego al horno se introducen en él cerrando la entrada de la caldera con su tapa y enlodando las juntas. Un termómetro de cuadrante, que penetra, por la parte superior, en la cámara, acusa la temperatura del aire en la misma, necesitándose elevarla cuando menos á 500°, pues si bien este calor es suficiente para proyectiles de paredes muy delgadas como las granadas de metralla, no lo es para los que las tienen de mayor espesor, pudiendo entonces llegarse hasta los 700°.

Obtenida la temperatura conveniente, y transcurridas unas veinticuatro horas desde que se introdujeron en el horno las granadas, se extraen, y como éste se ha dejado enfriar lentamente después de obtenida la máxima temperatura, ya salen frías.

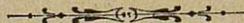
Como siempre se dilatan algo las bandas de cobre en esta operación, después de limpios los proyectiles con aceite, se repasan aquéllas á torno, dulciéndolas.

Pintura — Excepción hecha de los proyectiles de campaña y algunos de sitio, que suelen pavonarse, la generalidad se pintan como medio de preservarles de la acción de la humedad previniendo su oxidación; estableciendo el reglamento vigente de proyectiles qué clase de pintura ha de emplearse y de qué modo se distinguen los diferentes tipos que de éstos se usan.

El cuerpo cilíndrico y culote de los proyectiles, reciben una mano de pintura negra formando una capa muy fina, que se hace con la siguiente receta:

Plombagina en polvo.....	0,45	en peso.
Aceite de linaza cocido...	0,35	»
Barniz Flatting.....	0,20	»

Además para distinguirlos desde luego unos de otros se pinta la ojiva, de negro á las granadas ordinarias, de minio á las de metralla, y de color blanco á los proyectiles perforantes.



CAPÍTULO II.

Reconocimientos.

Los proyectiles se reconocen, con objeto de comprobar la exactitud de sus dimensiones y peso, al finalizar su construcción; y mientras ésta tiene lugar para saber, en cada momento, si llenan las condiciones que les fueren asignadas, y no proseguir la fabricación de los que por cualquier motivo resultaren defectuosos en una ú otra de las múltiples operaciones por que pasan.

Es sabido que para cada clase de proyectil hay aprobada su tabla de tolerancias, hijas de la misma fabricación, con arreglo á las que hay que construir precisamente.

Los reconocimientos son en curso de fabricación y finales; aquéllos de suma importancia, pues son la base de una buena producción, y los últimos para cerciorarse de que cuantos proyectiles se entregan al servicio están completamente útiles.

En la fabricación de los de fundición hay necesidad de medir cuidadosamente los diámetros y longitudes de los modelos, así como examinar si su superficie tiene desconchados, golpes, etc., que los hagan defectuosos é inutilicen, y lo mismo se practica con las cajas de almas; creyendo debemos

insistir aquí en la conveniencia de que todos los modelos y las cajas de almas sean metálicos, único modo de poder conseguir moldes bien hechos é iguales; y como es el moldeo la base de la fabricación de estos proyectiles parece lógico dedicar preferente atención á todo lo que pueda alterar la regularidad, tan precisa en el moldeo. Lo mismo que decimos de las cajas de almas se hace extensivo á las conchas, de las que se comprueban sus dimensiones con plantillas de la figura de la ojiva; y las de aquéllas con otras cuyo perfil es el de las almas.

El conocimiento del material que se emplea en cada colada, se consigue por medio del examen de la tenacidad y fractura de barretas de ensayo, que en cada día de fundición se obtienen al principio, medio y final del trabajo del cubilote, las que se cuelan en moldes de arena, como ya se dijo en su lugar, y que cortadas las mazarotas se colocan sobre dos prismas triangulares de acero, que distan entre sí 16 centímetros, debiendo resistir el choque, en su parte media, de un peso de 11,500 kg. cayendo de sesenta centímetros de altura, teniendo las barretas veinte centímetros de longitud y cuatro de lado; repitiéndose las pruebas con otras si se descubrieran poros ú otros defectos del material.

La calidad de la fundición de los proyectiles endurecidos se conoce colando una barreta de ensayo de sección triangular en un molde metálico, de fundición, que después de fría se rompe á golpes con un mazo, poniendo de manifiesto su fractura el grado de bondad del hierro y si ha templado bien ó nó.

En los proyectiles de acero sirve de guía, en la primera fase de su producción ó sea la obtención del metal, el resultado obtenido con otros ya experimentados en el tiro sobre placas, de cuyo material se conoce la proporción en que entra el carbono, cromo y demás cuerpos, así como las características de resistencia; de modo que el reconocimiento que se practica se reduce al análisis químico del metal, colando á ese fin una pequeña barreta de ensayo que después se forja antes de sacar de ella las virutas precisas á dicho ensayo; además se hacen algunas pruebas de tracción con barretas

cortadas de rodajas de alguno de los proyectiles. Por consiguiente se calcula la carga del horno ó de los crisoles, según que sea el método que se emplee para fundir el acero, de modo que se produzca un acero de igual dosificación que el de los proyectiles experimentados con resultados satisfactorios en las pruebas de penetración con ellos verificadas.

Como para cada clase de proyectil hay asignado un peso máximo y otro mínimo, es menester también conocer la densidad, sobre todo en los de fundición, pues en el acero no es tan variable, ya que de ella depende aquél, una vez que sus dimensiones tanto interiores como exteriores se suponen comprendidas entre tolerancias.

La densidad señalada á la fundición es para las granadas ordinarias de 7,05 á 7,15 y para las endurecidas de 7,10 á 7,20.

Puede determinarse de varios modos, y se comprueba cada día de trabajo en uno ó dos proyectiles cogidos al azar. En experiencias muy delicadas se hace uso del densímetro de mercurio de Bianchi, que dá resultados muy exactos, pero que requiere muchos cuidados, y, por tanto, es lenta la operación; y así es que generalmente se deduce tal dato cortando una rodaja del proyectil, que se tornea perfectamente, encontrando su volumen, medidas las correspondientes dimensiones, haciendo uso de tablas que se tienen calculadas para facilitar el procedimiento, y hallando por fin su peso en una balanza precisa; y también se viene en conocimiento de la densidad del proyectil por medio del agua, sistema el más expedito y de exactitud suficiente, y por consiguiente el más recomendado, á cuyo fin se han de tener vasijas adecuadas en que poder sumergir los proyectiles suspendidos de uno de los brazos de una balanza, si son pequeños, ó un trozo de ellos, de ser grandes.

Escarpados por dentro y fuera los proyectiles de fundición, y limpios de arena, antes de ponerse en trabajo se reconoce su interior con una luz para descubrir cualquier defecto que tuviere la cámara de carga, como poros, cavidades, grumos de hierro pegados á las paredes, etc.; habiendo construído á ese fin Mr. Ducretet un aparato sencillo

capaz de permitir ver con gran claridad el interior de los proyectiles con ayuda de la luz que desprende una pequeña lámpara de incandescencia en comunicación con una dinamo movida á mano; para ello introduce por la boquilla ó culote un tubo que en su parte inferior sostiene la lámpara y que detrás de ella lleva un espejito inclinado 45° consiguiendo así ver por reflexión la cavidad interior del proyectil, puesto que el tubo que se tiene cogido con una mano es susceptible de girar al rededor de su eje y tomar distintas alturas.

Exteriormente se vé, asimismo, si hay poros, apreciándose su magnitud con el compás de la figura 37 de la lámina 4, que está formado por la doble escuadra AA' , de bronce, en cuyo lado mayor hay un cilindro hueco B roscado en su parte interior, con una división exteriormente, en el que entra á rosca un tornillo, cuyo paso es de un milímetro, y está terminado en su extremo inferior por una punta fina de acero, prolongándose por la otra extremidad en una espiga á la que se une la cubierta C que les ajusta al cilindro B que penetra dentro de ella, acusando la coincidencia de una de las divisiones de éste con el canto inferior de aquélla, lo que avanza el tornillo, pudiéndose apreciar salidas de una décima de milímetro. Los brazos menores A' á fin de adaptarse tangentes á las partes curvas del cuerpo del proyectil, tienen una cola para que puedan resbalar á corredera dos de acero graduada aD que se fijan á la altura conveniente con los tornillos T .

Para medir la profundidad de una cavidad ó poro, si es en el cuerpo, se pone el compás de modo que los extremos de las dos correderas asienten en una cuerda de la sección meridiana en el sitio del defecto, y se introduce la punta de C en él hasta donde sea posible, indicando la división con que coincida el canto de la cubierta del cilindro tuerca B la profundidad en milímetros, y la fracción decimal la división de la cubierta que coincida con la línea vertical a .

Este examen se completa al final con la prueba de agua, que ya describiremos, y también golpeando con un martillo de pico de gorrión en los diferentes puntos de la superficie

del proyectil para ver si el sonido acusa alguna falta en el metal que no sea perceptible al exterior; existiendo en la actualidad, con ese objeto, un aparato que lo compone principalmente un micrófono que se pone en comunicación con el proyectil que se quiere examinar, y golpeando con un martillo en diferentes puntos de éste, el micrófono reproduce aun más fuertes y sonoros los golpes dados, descubriéndose fácilmente con alguna práctica, si hay grietas interiores, soluciones de continuidad, cavidades ó cualquier otro defecto.

Torneados los proyectiles se miden sus diámetros con compases Bange ó Troughon, y más generalmente con vitolas como la de la figura 38; necesitándose para el cuerpo, resalte de la ojiva y para las bandas de cobre tres juegos diferentes, compuesto cada uno de dos, de las que la una tiene el diámetro de la máxima tolerancia y la otra el diámetro mínimo, debiendo no entrar ésta y pasar aquélla. Del mismo modo se reconocen la canal ó canales para las bandas antes de poner éstas y cuantos diámetros diferentes tenga el proyectil.

Para cerciorarse de que es cilíndrico en toda la longitud de su cuerpo, ó lo que es lo mismo que sus generatrices son rectas, se hace uso de dos cilindros vitolas, con las tolerancias mínima y máxima por que se hacen pasar los proyectiles antes de colocarles las bandas, no debiendo entrar por el de tolerancia mínima.

Tanto los cilindros como las vitolas, ántes de emplearse, se calibran con sus respectivos calibradores, que son pequeñas reglas de acero con sus extremidades bien hechas á escuadra y redondeadas ligeramente, que tienen la misma longitud que los diámetros correspondientes, ajustadas con mucho esmero y comprobada su longitud con un compás Troughon que aprecie diferencias de una centésima de milímetro.

La figura exterior de la ojiva, así como la separación entre la banda de forzamiento y la superficie de conducción ó resalte de la ojiva, según los casos, la que hay del culote á la de forzamiento, el perfil de ésta y aquélla, y el de las curvas de unión de la parte cilíndrica del cuerpo con la ojiva

y culote de los proyectiles de calibres medios y gruesos, se comprueban con plantillas de acero, previamente confrontadas con sus contra-plantillas.

Son también objeto de una escrupulosa medida tanto la longitud del proyectil como el espesor del culote, pudiéndose determinar aquélla con reglas divididas en milímetros, y el citado espesor con compases adecuados como los de las figuras 39 y 40 de la lámina 4.

El primero, que mide también la altura del proyectil, es un compás de doble escuadra formado de dos brazos a y b perpendiculares al c , de mayor longitud; permitiendo el a , acodado y taladrado, el paso de una sonda d terminada por una parte roscada en que se atornilla una punta de acero; y en su prolongación tiene el brazo b otra O que es el extremo de un tornillo que se rosca á dicho brazo. Una reglilla m , taladrada en sus extremos por los que pasan el brazo c y la sonda, indica, la altura en el brazo, y en la sonda el espesor del culote, así como si están entre tolerancias, pues para ello además de la señal ó incisión correspondiente á las dimensiones justas, hay otras dos líneas una por encima y otra por debajo que corresponden á dichas tolerancias.

De modo que puesto en una mesa el proyectil horizontalmente, se introduce la sonda por la boquilla hasta que su punta toque en el fondo y la otra O en el centro del plano del culote, y corriendo la reglilla hasta que descansa en el chafán de la ojiva, se vé si su canto inferior está comprendido entre los brazos superior é inferior del brazo c , é igual observación se hace con los de la sonda, y si así es el espesor del culote es el debido y la longitud del proyectil está dentro de tolerancias.

El otro compás que se emplea para medir el espesor del culote, consta de dos brazos A y A' de acero, unidos por la curva A'' , terminando el A' por una punta a atornillada en él; pudiendo correr por toda su longitud, fijándose á la altura que se desee, una pieza de bronce cuya figura exterior es la de la boquilla del proyectil. El otro brazo tiene por debajo de la virola C un tope m que limita el giro de la pieza acodada de bronce D que en su extremidad lleva roscado un

tornillo *T* acabado en punta, susceptible de salir más ó menos según se le haga girar en uno ú otro sentido; limitando el curso de la pieza *D*, en dirección del brazo *A*, la doble tuerca *H* que se atornilla á la espiga roscada *O* por que aquél termina.

Las mediciones con este compás exigen prepararle ó calibrarle antes. Para esto se usan dos calibradores, pequeños cilindros de acero cuya longitud es en uno igual al máximo espesor tolerado y en el otro el mínimo; y se empieza por poner el compás á la dimensión menor, lo que se hace teniendo en contacto el borde superior *s* de la pieza *D* con el inferior de la virola *C* apretando la tuerca *H* cuanto sea necesario, y en seguida se hace salir más ó menos la punta del tornillo *T* hasta conseguir que el calibrador mínimo entre en el espacio que separa dicha punta de la *a*: después se toma el otro calibrador y sin tocar para nada al tornillo *T*, se va destornillando poco á poco la doble tuerca *H*, con lo que el borde de la pieza *D* se irá separando de la virola y consiguientemente la punta del tornillo *T* de la otra *a*, prosiguiendo de este modo hasta que el calibrador máximo quepa entre ambas.

Preparado el compás y puesto el proyectil horizontal en una mesa, se introduce en él el brazo *A'* después de haber hecho girar 90 grados á la pieza *D*, que es lo que permite el tope *m* y la ranura de la misma, hasta que su punta *a* toque en el fondo del culote, que se deshace el giro de la pieza *D*, y se vé entonces si la punta del tornillo *T* toca en el plano del culote, y cuando así suceda está el espesor de culote dentro de tolerancias.

En la bocuilla del proyectil se ajusta la pieza *B* por cuyo procedimiento se mantiene centrado el brazo del compás.

La figura 41 representa otra disposición para medir las longitudes del proyectil y su cámara de carga, y por diferencia el espesor del culote. Sobre un zócalo de fundición se levanta una columna *B* dividida en milímetros, y cuyo cero corresponde al plano de la base, por la que se mueve la pieza *C* provista de una corredera *D*, abierta en su frente para poder leer las divisiones, teniendo un nónius que aprecia

décimas de milímetro, y también pasa por la citada pieza una sonda S , igualmente dividida, y cuyo cero corresponde con la punta, pudiéndose apreciar décimas de milímetro con un nónius que lleva aquélla. Así es, que si se pone un proyectil sobre el zócalo A y por su boquilla se introduce la sonda S hasta tocar su punta en el fondo del culote, á la vez que se hace descender la pieza C hasta descansar sobre el plano ó chaffán de la ojiva, uno de los nónius da en la división de la columna B la altura del proyectil y el otro en la sonda la longitud del ánima; conociéndose por diferencia entre ambas medidas el espesor del culote.

No deja de tener gran importancia que el espesor de paredes oscile entre pequeños límites, porque de ello depende que el eje del proyectil pase ó no por su centro de gravedad; y como conviene para la regularidad de la marcha del mismo al recorrer su trayectoria que ambos coincidan, debe atenderse á conseguirlo, y por tanto es de necesidad poder conocer si dicho espesor está comprendido entre tolerancias.

Aunque tal reconocimiento conviene hacerlo antes de empezar el torneó, para desechar los que no resultaran útiles es preferible llevarle á cabo después de dicha operación pues de otro modo, como no es posible que el alma y el modelo estén exactamente centrados, y en los de acero aun serán más grandes las diferencias de diámetros, salvo en los contruidos por distintas embuticiones, que aquellas se amioran, habría imposibilidad de hacer esa medición.

Usase para tal reconocimiento el compás de espesores de la figura 42, formado por dos piernas de acero AA' y BB' , unidas á charnela en O , de las que la primera está taladrada y roscada en su extremo para dar paso al tornillo T que termina en punta, y la otra afecta una forma curva en el trozo B' á fin de que introducida por la boquilla pueda tocar su extremidad en las paredes del ánima. Un arco fijo en A y que penetra por una ranura hecha en la parte B tiene dos trazos correspondientes al espesor mínimo y máximo, que la abertura a , provista además de un índice, permite ver. El muelle C obliga á estar siempre en contacto á á ambas puntas.

Para operar con él se introduce la pierna B' por la boquilla, abierto el compás, á el sitio donde se desee medir el espesor, que se señala exteriormente con un trazo haciendo coincidir con él la punta T , y el índice dará á conocer en el arco, de estar comprendido entre los dos trazos, que está bien el espesor de paredes en ese punto; repitiéndose la operación en cuantos puntos se quiera.

Con el mismo objeto se emplea el compás de la figura 43, compuesto de dos piernas A y A' , aquella que se encorva tomando la figura abc , y la otra que se prolonga en B , uniéndose á la parte c á charnela, pudiendo, por tanto, girar al rededor de O , obligando el muelle D á que siempre estén en contacto las puntas T y T' que entran atornilladas en ambas piernas A y A' . Por la A corre la pieza H que puesta en la boquilla del proyectil sirve para tener centrado y guiado el aparato. Hay tambien en el puente ab un tornillo p , eje de la pieza E' acanalada en su parte inferior para dar cabida cuando se hace descender la parte E' á la parte más alta de dicho puente, y en dicha pieza hay dos patillas d y d' para permitir el paso de unos tornillos s y s' terminados en punta; habiendo un muelle que hace que dicha pieza esté siempre separada del puente.

Para reconocer el espesor de paredes con este compás, primeramente se calibra, lo que se hace introduciendo el calibrador mínimo entre las puntas T y T' , dando más ó menos salida á los tornillos hasta conseguirlo, y bajando entonces la pieza EE' , se hace salir lo necesario la punta s' de la patilla d' , hasta que se establezca el contacto de ella con la prolongación B de la pierna BA' ; en seguida se pone el calibrador máximo entre las puntas T y T' , y como el extremo B de la pierna A' girará á la izquierda, se dá la salida necesaria al tornillo s de la patilla d para conseguir el contacto de esta punta con la parte B de la pierna.

Calibrado el compás se introduce la pierna A del mismo por la boquilla del proyectil, en la que se ajusta la pieza H que se fija con un tornillo de presión á la altura que se desee, según la del punto en que se haya de medir el espesor, y oprimiendo con la mano la pieza E' se vé si la

prolongación de la pierna A' queda entre las dos puntas s y s' cuando la T' esté en contacto con la superficie exterior del proyectil, demostrando en ese caso tener en el punto medido el debido espesor, y haciendo girar la pierna A' al rededor de la A se podrá examinar si el espesor de paredes en la sección paralela á la base á aquella altura se halla comprendida entre tolerancias.

Estos compases, como todos los dedicados á ese objeto, de los que hemos elegido los tipos más aceptables, dan resultados suficientemente exactos en proyectiles pequeños y de medianos calibres, más no sucede así en los mayores, que á causa de su longitud las piernas tienen que ser muy largas y como sus dimensiones transversales no pueden aumentarse, porque ha de entrar una de las piernas por la boquilla, y han de ser manuales, y de poco peso, por tanto, además, si las paredes son de un espesor más grande que el máximo tolerado como ceden bastante las piernas acusarian indicaciones erróneas. Por esta razón es muy conveniente serrar á lo largo algún proyectil por una sección que pase por el eje y ver así mejor si es uniforme el espesor de las paredes y está entre tolerancias.

Antes de ahora hemos manifestado la conveniencia de hacer la prueba de agua después de torneado el proyectil, siendo el momento de practicarla cuando además se conoce que los espesores de las paredes son los prefijados.

Tal prueba necesita de una bomba con la que se inyecta en el interior del proyectil aquel líquido con una determinada presión, variable con los calibres.

Con tal objeto se usa en la mayoría de los establecimientos que se dedican á esta fabricación, la bomba representada en la figura 35 de la lámina 3, que se compone de un cuerpo cilíndrico fijo al zócalo C , al que se une con sus correspondientes pernos, el casquete B . Dicho zócalo, de fundición, es una gran caja prismática cuadrangular llena de agua de donde la extrae la bomba F I inyectándola en el cuerpo A por el tubo D que entra por la parte posterior. La citada bomba es movida por la biela G que se une por un extremo al vástago del émbolo y por el otro á una manivela fija al eje del

volante V montado en el arbol O , que recibe movimiento de rotación de la polea P , pues la P' es loca.

Una válvula de seguridad permite graduar la presión colocando el peso R conveniente en el extremo de su palanca, y un tubo indicador de cristal señala el nivel del agua en el interior del cuerpo AB , acusando la presión un barómetro.

El proyectil se dispone sobre un soporte ó banco de fundición A (fig. 36 lám. 3), atornillándose á su boquilla, ó al culote en caso de ser endurecido ó perforante, otra boquilla obturatriz por que termina cada uno de los tubos T y T' , pues pueden probarse á la vez dos proyectiles en otros tantos soportes, sujetando aquél con una ó dos grapas como la B , las planchuelas C y D que ajustan al culote y ojiva y los tornillos T con sus tuercas respectivas. Si entonces se abre la llave S ó la S' y se pone en movimiento la máquina, el agua llena el proyectil subiendo sucesivamente la presión hasta adquirir la debida, que abrirá la válvula, vertiéndose en seguida el agua en el depósito acabándose de desalojar la que tenga el proyectil por el tubo H ó H' para lo que se abrirán las llaves S ó S' . De empezar á sudar el proyectil por el alojamiento de las bandas, que es donde menor es el espesor, antes de llegar á la presión máxima correspondiente, el metal sería poroso y habría que desechar la granada.

El reconocimiento de las ojivas de las granadas de metralla exige para determinar sus espesores, á causa de ser éstos muy pequeños, un compás especial que se vé dibujado en la figura 44 de la lámina 4.^a, análogo al descrito para medir los espesores de paredes y cuyo funcionamiento es semejante. En las modernas granadas de esta clase, como se construyen por separado para luego atornillarlas al cuerpo, no hace falta verificar mediciones de espesores con tal compás, y sí sólo se hace uso de plantillas con que se comprobaban sus dimensiones interiores y exteriores.

Los cuerpos ó envueltas de acero de esta clase de proyectiles se reconocen interiormente con dos calibradores, máximo y mínimo, y del mismo modo los tubos centrales y los de

carga, cuyos espesores se comprueban con un compás y así mismo su longitud; y los balines se hacen pasar por las respectivas vitolas, además de pesarlos tomando un centenar de ellos para cada pesada.

Todos los reconocimientos que acabamos de reseñar y casi en igual orden, se practican en el curso de la fabricación de los diferentes proyectiles; y al final se repite por completo el reconocimiento exterior, se mide la capacidad, llenando de agua la cámara de carga, se examinan las falsas-boquillas, el espesor de paredes y culote en alguno de ellos, y por último se pesan todos.

Determinación del centro de gravedad y excentricidad.—Lo mismo cuando se construye un proyectil experimental ó un nuevo modelo, que en el curso de fabricación de los tipos aprobados, y cuando hay que efectuar delicadas experiencias balísticas, es de necesidad saber exactamente la situación del centro de gravedad; en unos casos para ver si hay conformidad con lo calculado, en otros para rectificar su posición y á veces para cerciorarse de que se halla bien situado y no puede haber ningún motivo por su buena situación para temer irregularidades en las trayectorias. Y como quiera que también implicaría alteraciones en la marcha regular de los proyectiles la falta de coincidencia del centro de gravedad con el eje de simetría, en tanta mayor proporción cuanto más grande sea la excentricidad, conviene asimismo conocerla exactamente.

La determinación precisa, tanto de uno como otra, se logra con facilidad suma empleando á ese fin la balanza centroscópica de Terssen.

Esta balanza, que la representa la fig. 45 de la lámina 4, se compone de un zócalo de fundición *A* acanalado en su parte media para contener un husillo *H* formado de dos medios cuyos filetes están inversamente inclinados, y que atraviesa dos tuercas, fijas cada una á la parte inferior *B* de las bases de las columnas *C* que pueden moverse á corredera por las colas *a* del zócalo, que cuenta con tres tornillos *T* para nivelarle. Las dos citadas columnas que tienen embutidas en sus planos superiores unas ágatas, sostienen la

balanza, formada por el bastidor DEF y el brazo recto G , apoyando sobre aquéllas por dos cuchillas de acero, templadas. Otra tercera columna J guía al brazo G que pasa por una abertura practicada en su parte más alta, habiendo trazada en ella una línea horizontal que indica cuándo está en equilibrio la balanza; pendiendo de la extremidad del brazo un platillo P en que se colocan los pesos necesarios. Dos soportes S , como el representado á escala doble que el resto de la figura, que se adapta á las correderas del bastidor, sostienen el proyectil horizontal.

Para determinar con esta balanza la situación del centro de gravedad de un proyectil, se empieza por nivelar el zócalo valiéndose de los tres tornillos T y de un nivel de aire, y hecho esto se fijan los dos soportes S en la armadura DE de modo que entre ambos haya la debida separación para que luego asiente el proyectil por su parte cilíndrica, quedando entre ambos el punto donde se supone estará dicho centro, equilibrando la balanza con las pesas precisas, que se ponen en el platillo; seguidamente se coloca el proyectil en sus soportes y se restablece el equilibrio con la adición de nuevos pesos. Si P es el peso del proyectil y P' el que equilibró la balanza después de puesto él en sus soportes, y además representamos por l la distancia que separa al eje de giro de la balanza del punto de suspensión del platillo, que para cada aparato es una cantidad constante, que lleva él mismo grabada, y por l' la que hay entre aquel eje y el centro de gravedad, de la ecuación de momentos con respecto á dicho eje se deduce

$$P' \cdot l = P \cdot l' \text{ y } l' = \frac{P'}{P} l \gg$$

En seguida se mide con dos reglas la distancia del culote del proyectil al eje de giro, y si ésta es L el centro de gravedad dista del culote

$$X = L - l' = L - \frac{P'}{P} \cdot l \gg$$

Si se quisiera conocer la separación entre el centro de

gravidad y el eje de figura se colocan los soportes S en la parte $E F$ del bastidor, prosiguiéndose el resto de la operación como antes, obteniéndose en su consecuencia, la distancia que hay entre el centro de gravedad y el eje de giro; se cambia la posición del proyectil haciéndole girar sobre sí mismo 180 grados y se vé si continúa en equilibrio la balanza, demostrando en tal caso, que coincide el centro de gravedad con el eje del proyectil y no es, por tanto, excéntrico; pero si así no sucediese se ponen nuevos pesos en el platillo ó se quitan, si fuese necesario, algunos, hasta conseguir de nuevo el equilibrio, encontrando, como consecuencia, un nuevo valor para aquella distancia; estando dada la excentricidad por la semi-diferencia entre ambos valores.

El objeto del husillo H es, además de permitir las correcciones precisas para que el brazo G le sea perpendicular, que lo indica el movimiento sin embarazo alguno dentro de la ranura de la columna J por que pasa sin tocar á los lados, hacer posible la sustitución de unas armaduras por otras, cuando, por la diferencia de calibres, no cabe un proyectil entre el bastidor, separando entonces la columna C lo preciso á ese objeto, y vice-versa en caso de tener preparada la balanza para un tipo de proyectiles y necesitar después hacer uso de ella para proyectiles de menor calibre.

Puede pues, servir una balanza para diferentes calibres pero cuando el peso del proyectil excede de 100 kg. no puede utilizarse este aparato, y se emplea una balanza más fuerte suspendida de una pequeña grua, ó se emplean otros aparatos semejantes.

Como tipo de balanza centroscópica, que sirve para toda clase de proyectiles, vamos á describir la representada en la figura 46, proyectada en la Fábrica de Trubia para ese objeto. Sobre un gran zócalo ó banco de fundición A se atornillan dos columnas B que soportan la balanza $C D E F$, provista de sus cuchillas de acero a en el eje de giro de la misma, al que va unida la aguja $b b'$ que indica en el arco graduado de la base de la columna B cuándo está en equilibrio.

Dicha balanza es muy resistente, pues está formada por

los brazos CD y EF , que son tubulares, es decir, de dos chapas de acero remachadas en la parte superior á una T también de acero comprendida entre ambas, y á una planchuela en la parte inferior. Dicha T está cepillada por su cara superior CD en que se fijan dos soportes ó lunetas que pueden correr á lo largo del brazo, destinadas á sostener el proyectil; y están compuestas de una base rectangular n con una caja en su parte inferior para que asienten sobre el plano de la T , y que en sus extremidades está taladrada y roscada para dar paso á los tornillos s . Estos tornillos tienen en sus espigas las ruedas dentadas X que engranan cada una con un pequeño sinfin labrado en el eje c , al que se dá movimiento de rotación con el manubrio d ; la otra extremidad de los tornillos está fija á la luneta J cuyo contorno superior es curvo para que sirva de asiento al proyectil. Otro soporte G en forma de columna se halla atornillado al banco y contiene la pieza I , que se aloja en su interior, terminada en una cabeza redondeada y que en su tercio inferior está roscada, siendo su filete cuadrado, que atraviesa por el centro de una rueda roscada del mismo modo y que por tanto es su tuerca, ^{en que} que ~~la~~ engrana con un pequeño sinfin en cuyo eje vá fijo el manubrio M , que al girar imprime movimiento de rotación á la rueda tuerca, que hace subir ó bajar la pieza I , cuyo objeto es sostener el brazo EF de la balanza cuando no se opera. Con el mismo fin respecto del CD existe la excéntrica H , que gira alrededor del eje h cuando lo hace la manigueta P , dejando libre el brazo CD al rebatirse la parte L sobre el banco.

De la extremidad F del brazo EF pende una varilla Q que en su parte inferior lleva una placa circular T que una tuerca atornillada al extremo de la varilla por debajo de aquella la sostiene, donde se ponen los pesos N , yendo los más pequeños en el platillo superior V .

La determinación del centro de gravedad, haciendo uso de este aparato es en un todo idéntica á la de la balanza de Terssen, por lo que no insistimos más sobre ello.

Como se vé el uso de estos aparatos es muy sencillo, y práctica, por tanto, la determinación del centro de gravedad,

elemento tan indispensable de conocer, sobre todo en la construcción de un proyectil nuevo.

No es de tanta necesidad la determinación de la excentricidad, pues siendo todos los proyectiles simétricos con respecto al eje, y consiguiendo por los procedimientos hoy en uso una fabricación encerrada entre tolerancias muy estrechas, pueden admitirse situados en una línea el centro de gravedad y el eje; y si bien en las granadas de metralla podría caber algún error en ese sentido por la colocación de la carga de balines, esto que tiene alguna razón de ser cuando iban á granel, no sucede hoy con las disposiciones interiores modernas de lechos sucesivos idénticos separados por diafragmas, ó de celdas formadas por un tubo de carga, otro central y la pared interior de la envuelta, en que todas las capas de balines están igualmente dispuestas y los contienen en el mismo número.



APÉNDICE.

Construcción de botes de metralla.

Antes de dar por terminado el estudio de la fabricación de los diferentes tipos de proyectiles que usa la artillería, vamos á dar una idea, siquiera sea breve, de la construcción de otro proyectil, que si bien no es de uso frecuente en la guerra, y, por tanto, no forma parte de todas las dotaciones, es de gran utilidad en la artillería de campaña; nos referimos al *bote de metralla*, que aunque parece podría sustituirse por el shrapnell que se disparara graduada su espoleta en cero, no es así, sin embargo, como se ha comprobado prácticamente; además de que como siempre se hace uso de dicho proyectil en momentos muy críticos, conviene no gastar tiempo en graduar antes las espoletas, operación que aunque sencilla, hecha de prisa quizás ocasionara algún error que se traduciría en que explotase tarde, por ejemplo, en cuyo caso sería de ningún efecto, cosa que no sucede en el bote, que á distancias cortas, siempre inferiores á 500 metros, causa grandes efectos, por lo que su empleo es único en los casos extremos y más particularmente en la defensa de las baterías contra una infantería ó caballería enemiga decidida á dar un golpe de mano.

Este proyectil, tan antiguo, puede decirse, como la artillería, ha variado poco en su estructura; y después de pasar minuciosa revista al que es reglamentario en cada una de las diferentes naciones, hay que convenir en que todos afectan formas muy semejantes, reduciéndose las diferencias que se notan, á que unos tienen el cuerpo de zinc laminado, y la tapa y culote son de zinc fundido, y en otros es el cuerpo de chapa de hierro, y de zinc ó de cobre, sus tapas y culotes. Respecto á la disposición de la carga interior pocas diferencias hay también. Todos, están llenos de balines, de mayor ó menor diámetro, de hierro, zinc ó, más generalmente, de plomo con una cierta dosis de antimonio, para hacerles más duros, llenando los espacios vacíos, que entre ellos y las paredes del bote quedan, con serrín, arena, azufre fundido, ó colofonia. Para la mejor conducción del bote en el ánima del cañón, están dotados de dos fajas de plomo ó bandas de cobre, de las que una hace el oficio de la banda de forzamiento y la otra el de la corona aisladora.

En nuestro país las piezas de campaña y sitio usan un bote de metralla compuesto de un cuerpo, de zinc laminado, con tapa y culote de zinc fundido, y dos fajas de plomo para su mejor conducción en el ánima; siendo también de zinc los balines, que van ligados entre sí con azufre fundido.

Nuestro estudio, por tanto, va á abarcar la construcción de un tipo de cada clase, eligiendo éstos entre los reglamentarios entre nosotros primero, y después entre los proyectos más recientes.

Botes de metralla, de zinc.—Dichos botes (figura 47, lámina 5) constan de un cuerpo de zinc laminado *a*, de una tapa *b* y de un culote *c*, ambos de zinc fundido, llevando además éste, ajustado al fondo, un disco de hierro *d*; y tiene también una faja de plomo *e* para la conducción del proyectil.

Su construcción, pues, se reduce á fundir, en matrices metálicas adecuadas, el culote y la tapa, cortar, valiéndose de una plantilla desarrollo del cuerpo, la chapa de zinc que nos le ha de dar, rebajando á bisel el espesor en los lados que después han de cerrar el bote longitudinalmente, para que

superpuestas las chapas en dicha junta, no difiera el espesor del resto, y además se hacen en la parte superior é inferior unos cortes como indica la figura.

Obtenidos del modo expresado el cuerpo, tapa y culote, se forma el bote empezando por envolver la chapa en un mandril cilíndrico del mismo diámetro exterior que el interior del bote, martillando á la vez todo al rededor, cerrándole después longitudinalmente.

El disco de hierro que vá alojado en el culote se saca, á punzón, de planchuela de las dimensiones convenientes, y se le hacen los taladros para su unión con el asa y culote, se taladran también estas piezas y se unen los tres con remaches.

La tapa se une á la envuelta ó cuerpo del bote haciendo entrar las patillas *a'* hasta que ajusten en los encastrés *b'*, limando luego el contorno en esas uniones para que quede su superficie lisa. Después de esto, se funde sobre el bote la banda ó faja de plomo *e*.

Constituído el bote se procede á su carga. Los balines pueden engrasarse ó nó, algunos así lo hacen tratando de impedir la adherencia de los balines con el azufre ó la colofonia en el momento del disparo. Se introducen á granel, en el número asignado, y se vierte el azufre fundido; pero como al enfriarse se contrae ha de tenerse esto en cuenta para acabar de llenarle adicionando más azufre después de dejar enfriar el vertido primeramente.

Hecha la carga se cierra el bote rebatiendo las patillas *m* sobre el culote hasta que se ajusten en los encastrés, y se liman las uniones del cuerpo con el culote.

Después de un reconocimiento de sus diámetros y longitudes seguido de la comprobación del peso, se pintan.

Botes de metralla, con envuelta de hierro.—

Como tipos para poder seguir la fabricación de esta clase de botes elegimos dos proyectados por el Coronel Sotomayor para su cañón de 7,8 cm.

El primero, representado en la figura 48 de la lámina 5 consta del cuerpo ó envuelta *A* que se forma con una chapa de hierro de grano de un milímetro de espesor, que se corta

á plantilla según aparece en la figura, constituyéndose el tubo, sobre un mandril de hierro, enlazando las colas *a* al otro borde, cerrando el tubo ó cuerpo una cabeza *B* de forma ojival, de madera y un culote de cobre *C*.

Hemos dicho que el cuerpo se forma arrollando la chapa, ya cortada á dimensiones, á un mandril, del diámetro interior del cuerpo, haciendo la junta á lo largo por el enlace de las colas. El culote, que es de cobre, se tornea á las dimensiones definitivas y se hacen los taladros para los remaches *g* que han de unirlo á la planchuela *c* del culote. La cabeza, que es de fresno, se la tornea sacando el rebajo en que asienta el aro de hierro *m'* compuesto de dos mitades.

Obtenidas todas las partes enumeradas, componentes del bote, se forma éste, empezando por unir la planchuela-culote á la envuelta ó cuerpo doblando los cortes *b* de la chapa de éste sobre la planchuela del culote, que se habrá torneado exteriormente y taladrado, remachando ambas partes; y por último se unirá el culote á la planchuela por los remaches *g*.

El bote se carga seguidamente colocando los balines, que son de plomo y antimonió, por lechos superpuestos hasta llegar á la altura *H* que se colocan otros lechos de balines de menor diámetro que ocupan la parte interior de la ojiva; colocándose ésta seguidamente con sus dos medios aros *m'* que hacen ajustar la cabeza fuertemente, por su intermedio con el cuerpo, haciendo aún más íntima la unión abriendo con un punzón los taladros *o* con lo que se consigue que la rebaba que se forma penetre en la madera de la cabeza, imposibilitándola de que se separe del cuerpo fácilmente.

Otro modelo, también de hierro, propuesto asimismo por dicho jefe es el de la figura 49. Está formado el bote, de un cuerpo *A* de chapa de hierro, la cual se corta á plantilla á las dimensiones debidas, abriendo en seguida los taladros *a* y *a'*, procediendo después á envolverla en un mandril de hierro ó acero de igual diámetro que el de aquél cerrando dicha envuelta por medio de remaches que la ligan también con la chapa tapa-juntas *b*, que previamente se habrá cepillado ó fresado por ambas caras, y taladrado.

El culote se compone de dos partes, una de encima *C* que

se tornea y que entra muy ajustada en la parte de hierro *d* con cuyo objeto se dilata ésta calentándola á 300° en cuyo momento, se introduce, á mazo, la madera. La parte de hierro se tornea á dimensiones préviamente y se hace el asiento *m* sobre que descansa un aro de cobre *n* que tiene el mismo diámetro interior que el exterior de la parte correspondiente de hierro disminuído en una décima de milímetro para ser puesto en caliente y que quede con el debido apriete, coincidiendo el diámetro externo con el del ánima en el fondo de la raya.

Forma también parte del bote un suncho de hierro *s* cuyo objeto diremos en seguida, y la tapa *h* que se puede obtener por estampación, torneándola luego al exterior y taladrando su centro para remachar el botón *z*, abriéndola asimismo los taladros *o* en todo su contorno en correspondencia con los *o'* del cuerpo y los *o''* de la chapa refuerzo de la boca del bote *m* que se fresa por sus caras, taladra y envuelve en un mandril para que se convierta en un aro.

Preparadas pues, todas estas partes y formado el tubo ó cuerpo del bote se introduce en él el culote ya dispuesto como queda dicho, por la parte de menor diámetro, hasta que el tubo descansa sobre el aro de cobre *n*, haciendo perfecta la unión el suncho *s* que se pone en caliente para que luego quede con el apriete de una décima de milímetro.

La carga interior, compuesta de balines de plomo al diez por ciento de antimonio, se efectúa colocando aquéllos por lechos superpuestos, y se llena de azufre fundido el espacio que entre los balines y la cámara de carga haya hasta llegar á la boca, cerrando después el bote remachando la tapa, cuerpo y chapa de refuerzo.

Botes de metralla de chapa de latón.—Como modelo de fácil construcción vamos á fijarnos en la fabricación del bote de esta naturaleza que representa la figura 50 para cañón Sotomayor de campaña.

El cuerpo *a* es de latón, cortándose para constituirle una chapa de la forma que indica la figura, la cual se envuelve en un mandril de hierro, y se cierra longitudinalmente soldando las dos extremidades.▪

El culote *b* es de acero templado que se obtiene de forja y se tornea á las dimensiones finales, llenando su hueco interior un tarugo de madera de encina *c*.

La tapa, de madera de encina *e*, se tornea á darla la forma definitiva que indica la figura.

Un suncho de cobre *d* completan las partes que constituyen el bote, y en él va torneada la banda de forzamiento.

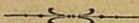
Formado el tubo ó cuerpo, se une al culote, ajustando la envuelta á las gargantas ó rebajos *m*, sirviéndose de una prensa ú otro medio análogo, dando aún más solidez al conjunto el suncho de cobre *d*, que se coloca en caliente con el debido apriete, que suele ser de una décima de milímetro.

El bote se carga con balines de plomo al ocho por ciento de antimonio, dispuestos en lechos superpuestos, unidos entre sí por colofonia que se vierte hasta llenar todos los huecos y alcanzar la altura *p*, que se introduce la tapa; cerrando el bote rebatiendo los cortes *s*, hechos en la chapa del cuerpo, sobre la tapa y clavando en cada uno de ellos un clavito *x*.

Como el objeto del estudio que hemos hecho no es otro que exponer la manera de construirse los diferentes tipos de botes de metralla, sin discutir sobre las ventajas é inconvenientes de unos y otros, damos por concluso éste, creyendo que con la elección que se ha hecho entre todos los tipos, no ofrecerá dificultad de ninguna clase la fabricación de cualquier bote de metralla en uso ó que pudiera proyectarse.



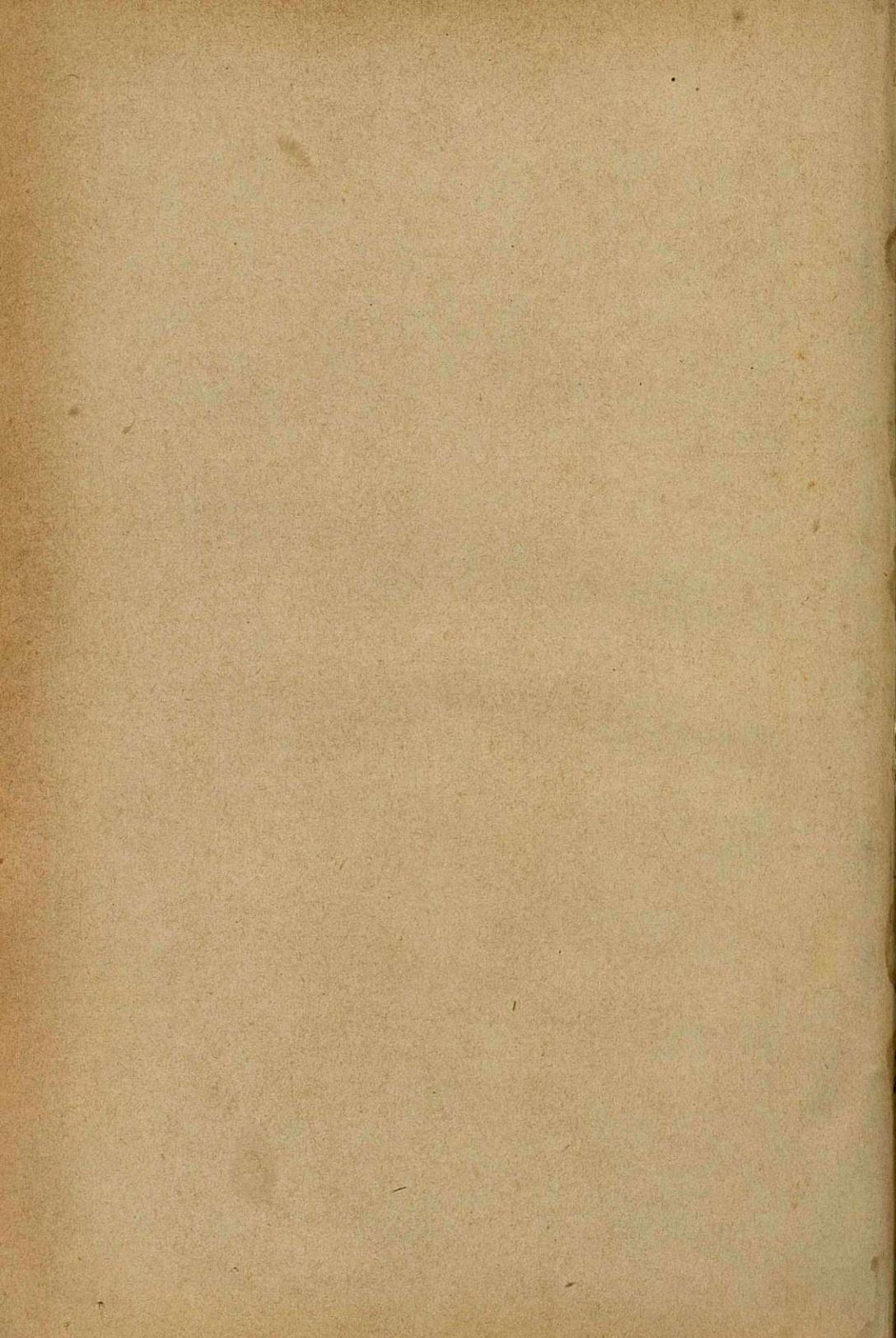
FE DE ERRATAS.



<u>Pág.</u>	<u>Línea</u>	<u>Dice</u>	<u>Debe decir</u>
13	3	aquellos	aquélla
54	9	obedeciendo de	obedeciendo á
56	10	empleados	templados
67	29	interior	exterior
84	26	graduado	graduadas
95	21	que la	la que

ERRATAS EN LAS LÁMINAS.

Lámina 4. Figura 37. Las letras *A'* deben ser *D* y viceversa.



Construcción de proyectiles para la artillería.

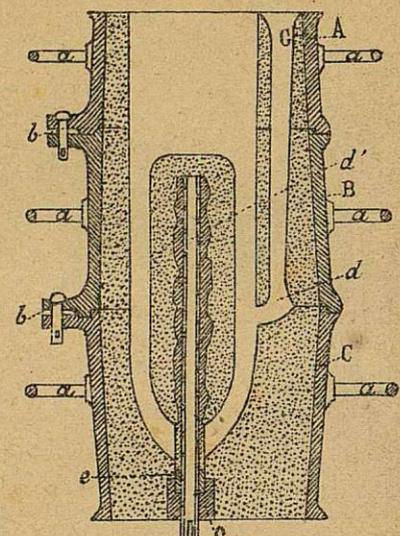


Fig. 1ª

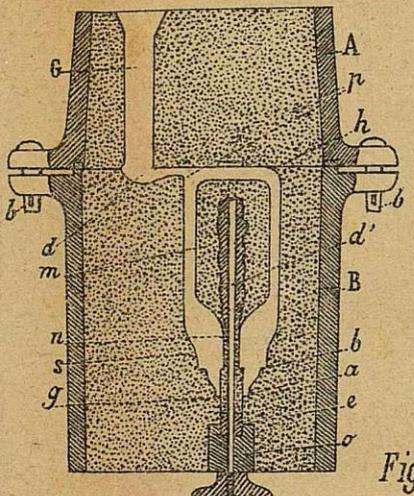


Fig. 2ª

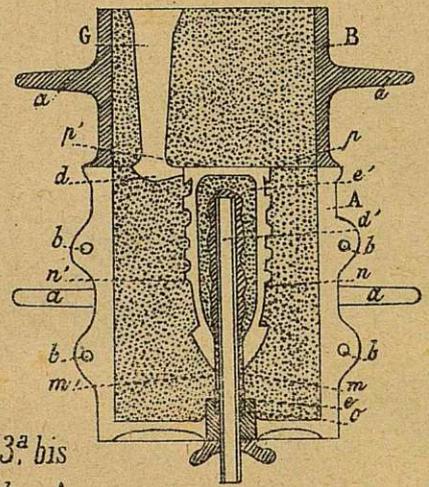


Fig. 3ª

Fig. 3ª bis

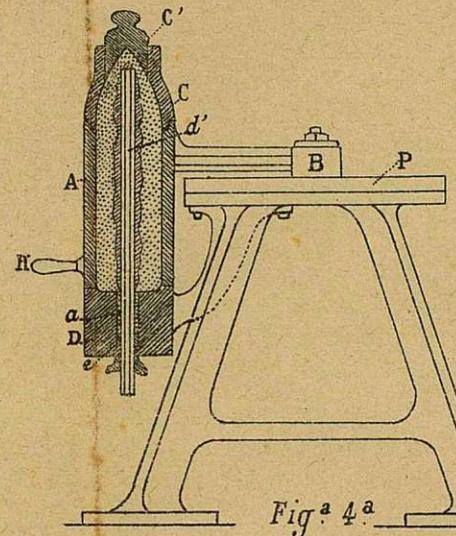
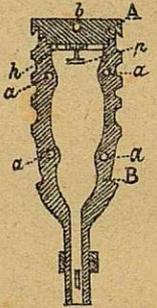


Fig. 4ª

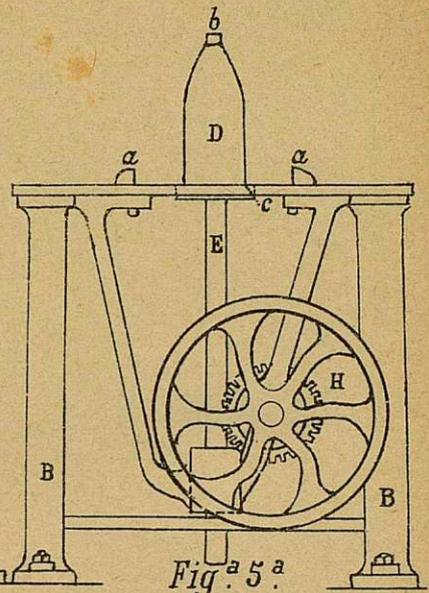


Fig. 5ª

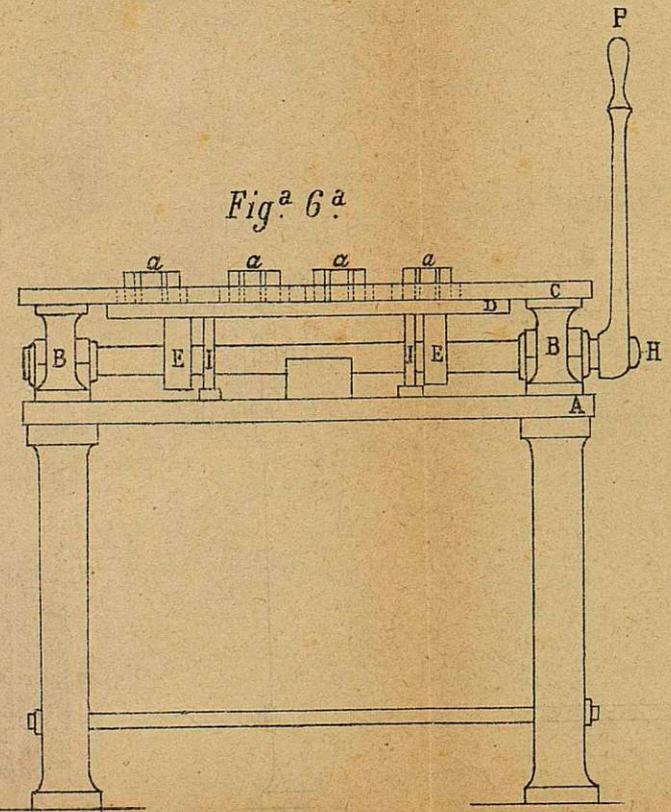


Fig. 6ª

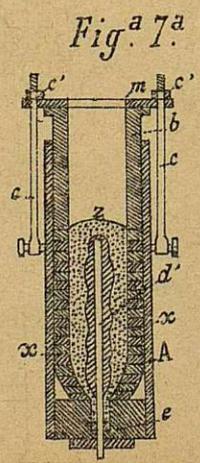


Fig. 7ª

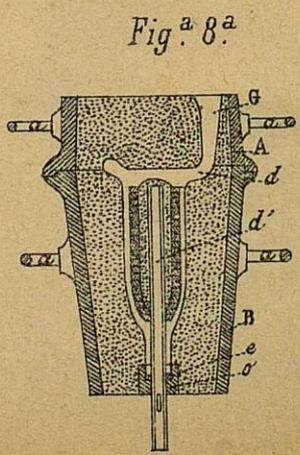


Fig. 8ª

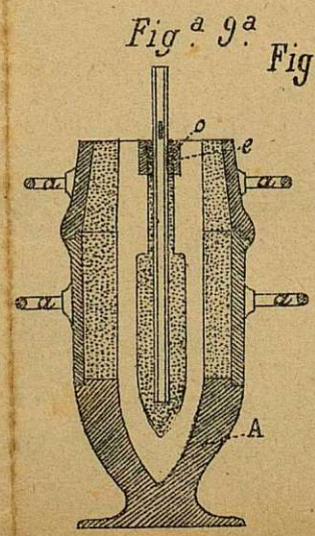


Fig. 9ª

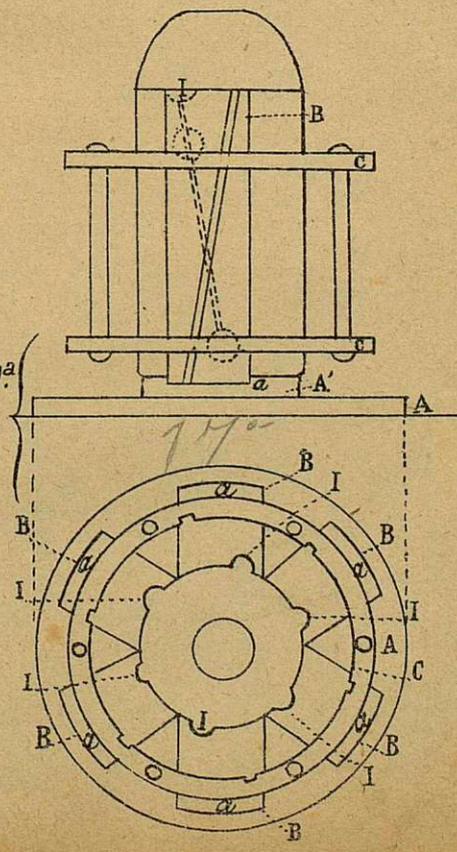


Fig. 10ª

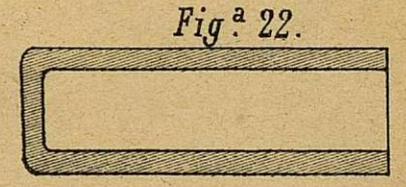
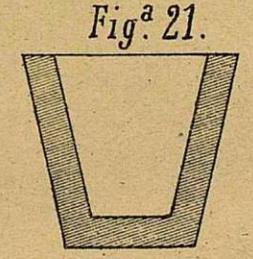
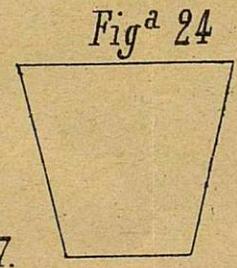
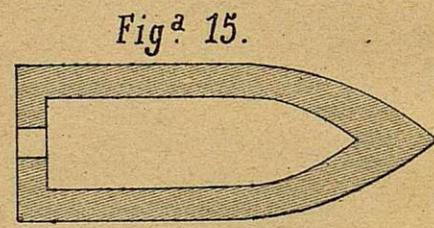
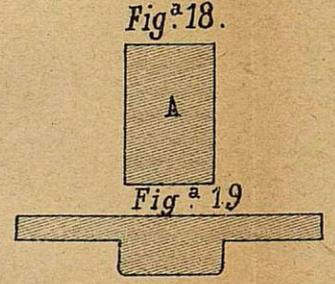
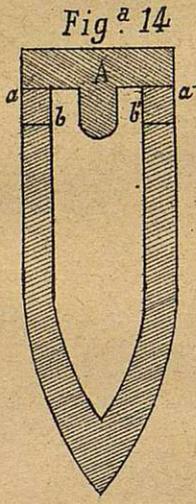
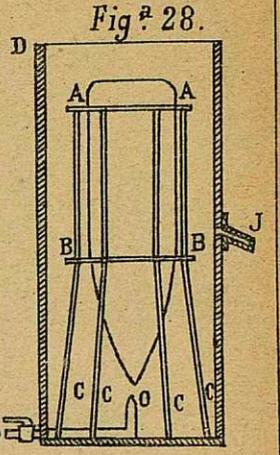
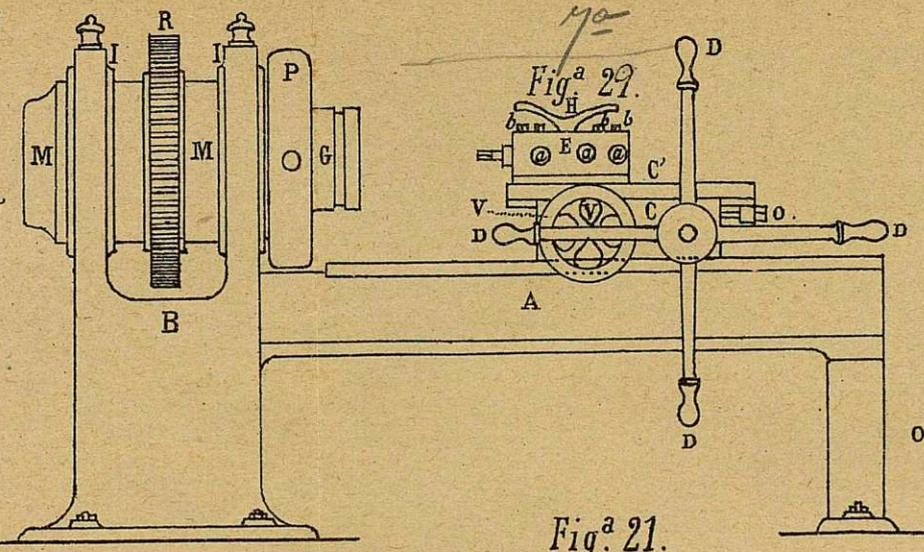
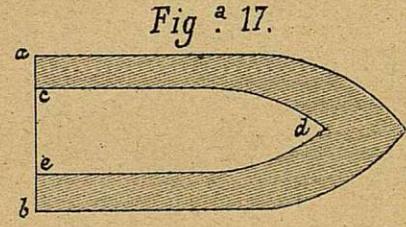
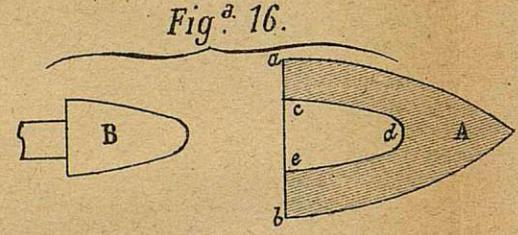
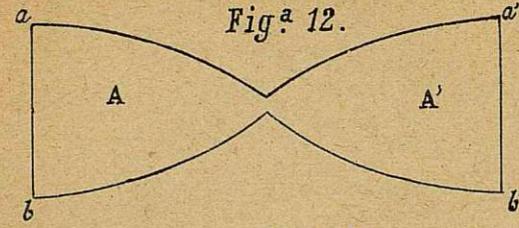
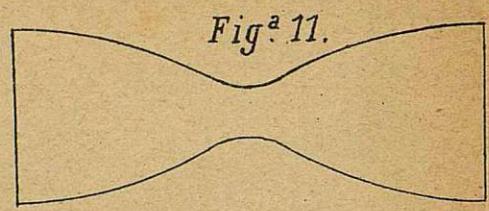
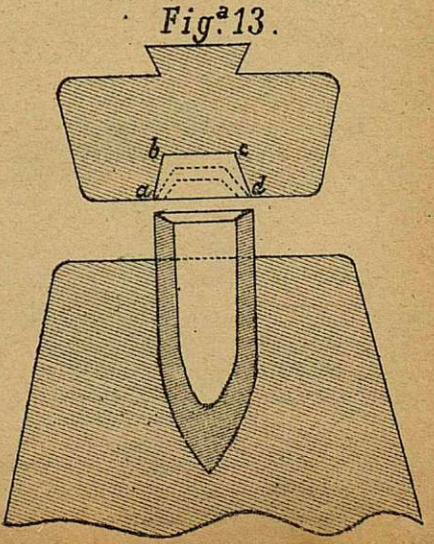
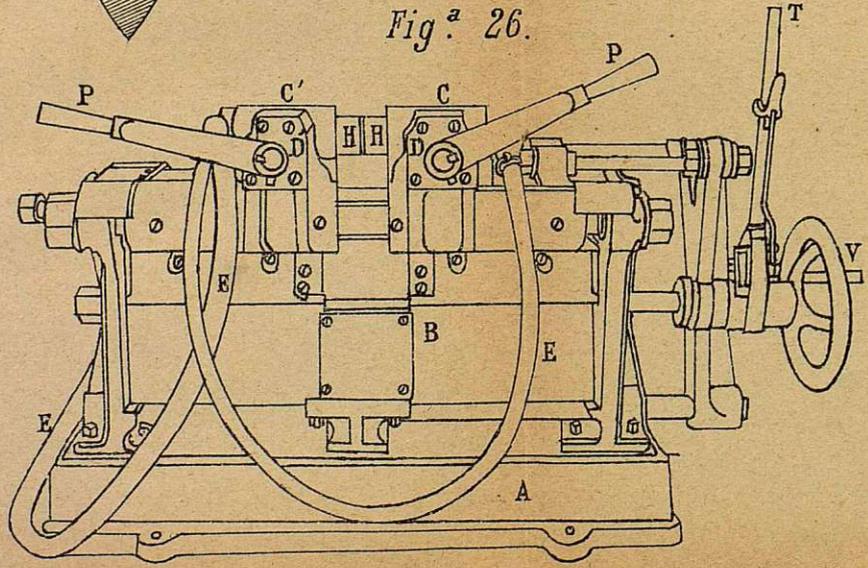
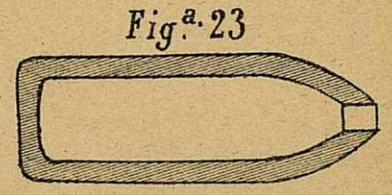
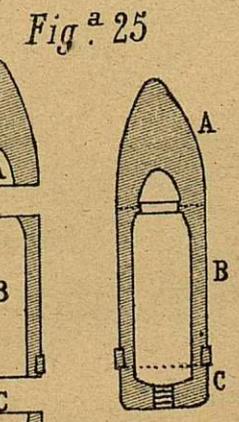
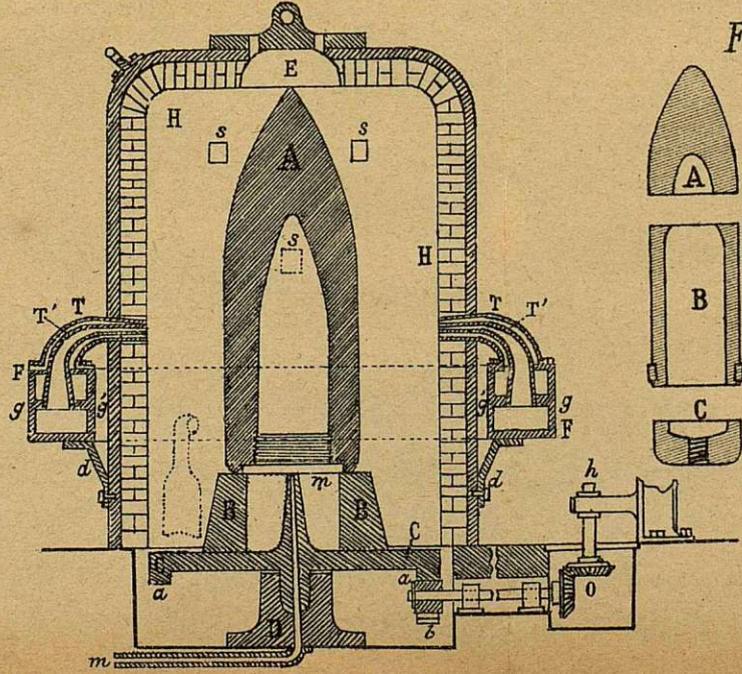
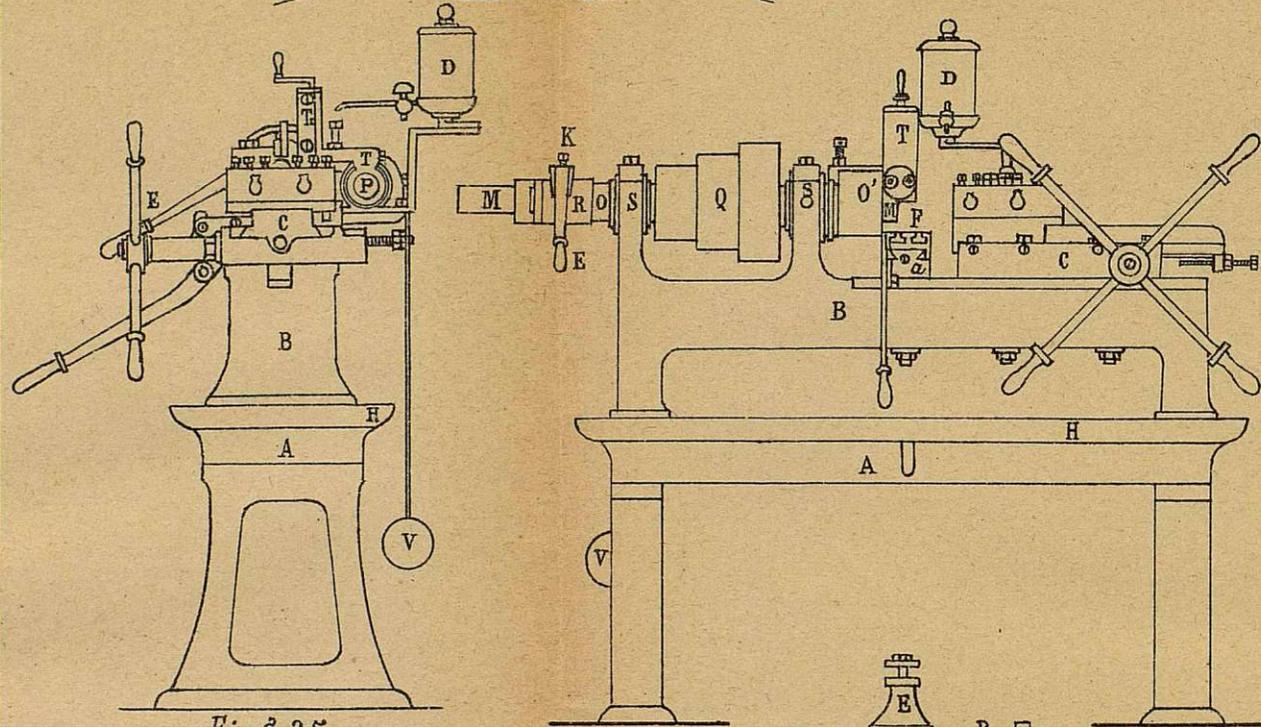


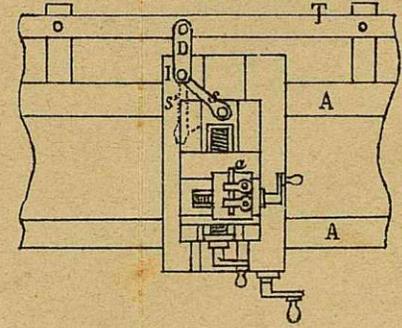
Fig.^a 27.



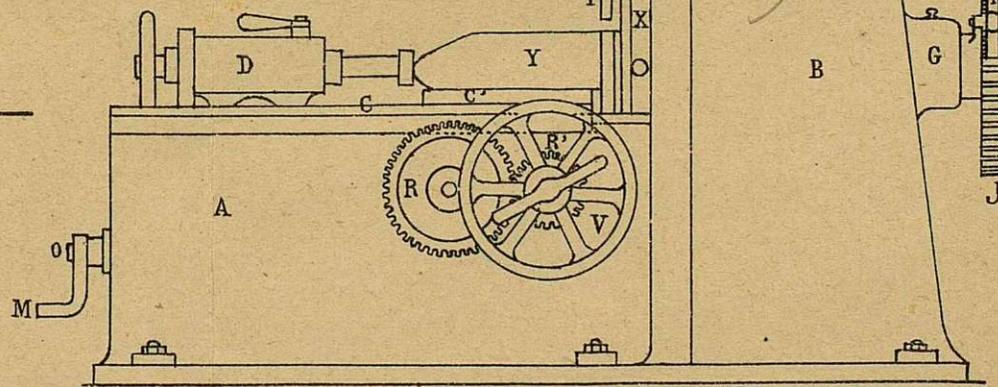
Fig^a 34.



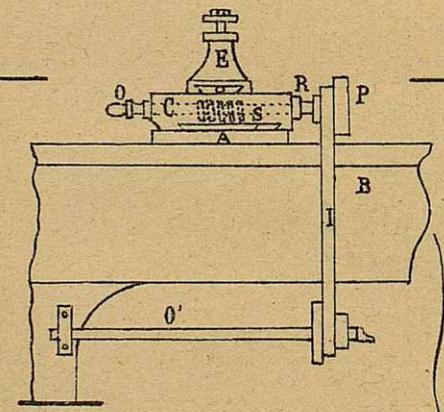
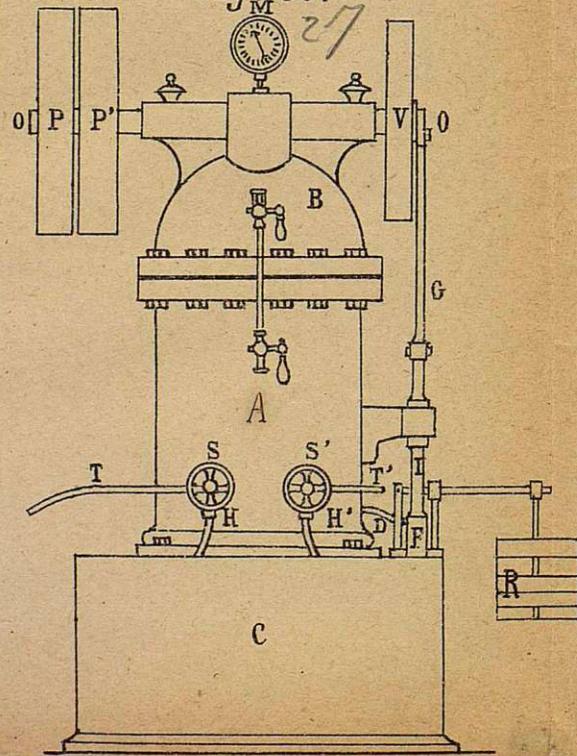
150
Fig^a 32.



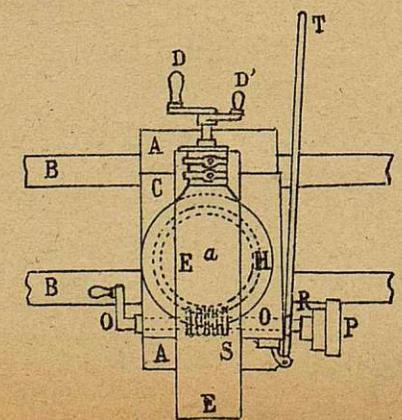
Fig^a 30.5ª



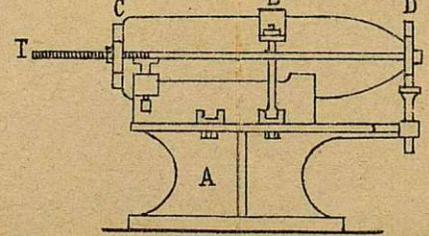
Fig^a 35.



Fig^a 31.



Fig^a 36. 28



Fig^a 33.

