

IE

no 48

2033 IE

10539

par Sig.: 2033 IE
Tit.: Fabricación de las piezas
Aut.:
Cód.: 51046593



COLEGIO DE ARTILLERIA.

FUNDICION

DE BRONCES DE SEVILLA.

FABRICACION DE LAS PIEZAS DE BRONCE.

FUNDICION

DE

BRONCES DE SEVILLA.



FUNDICION

DE

BRONCES DE SEVILLA.



Rº 989

COLEGIO DE ARTILLERÍA.



FUNDICION DE BRONCES DE SEVILLA.

FABRICACION DE LAS PIEZAS DE BRONCE.

MEMORIA

que comprende los procedimientos de moldeo y fundicion de las espresadas piezas, con un apéndice que abraza la fabricacion de ladrillos refractarios, beneficio de las tierras metalizadas y las operaciones docimásticas para la recepcion de las materias primeras, con arreglo á las prácticas usuales de este Establecimiento.

ESCRITA DE ÓRDEN

DEL EXCMO. SR. DIRECTOR GENERAL DEL ARMA,

fecha 20 de Noviembre de 1861, para que sirva de testo en la enseñanza del

SEVILLA, 1863.

PARTE PRIMERA.



SEGOVIA.

IMPRESA DE P. ONDERO, CALLE REAL, 24.
1864.



COLEGIO DE ARTILLERIA.



FUNDICION

DE BRONCES DE SEVILLA.

FABRICACION DE LAS PIEZAS DE BRONCE.

MEMORIA

que comprende los procedimientos de moldeo y fundicion de las espaldas
piezas, con un apéndice que abraza la fabricacion de losillos rotatorios,
hoblos de las piezas metalizadas y las operaciones documentales para la
recepcion de las maderas primaras, con arreglo á las prácticas usuales de este
Establecimiento.

RECITA DE DON

DEL EXCMO. SR. DIRECTOR GENERAL DEL ARMA,

don 30 de Noviembre de 1861, para que sirva de texto en la enseñanza del
Colegio.

SEVILLA, 1861.



SEGOVIA.

IMPRESA DE P. ORDENO, CALLE REAL, 31.
1861.

PARTE SEGUNDA.

PARTE PRIMERA.

ARTÍCULO PRIMERO.

PRIMERA SECCION.

NOCIONES PRELIMINARES.

Consideraciones generales é históricas. Metales mas aptos para la fabricacion de piezas. Del bronce. Del cobre. Del estaño.

PARTE PRIMERA.

Materiales empleados en el moldeo.

Diversas especies de moldeo. Materias primeras empleadas en el moldeo en barro. De la arcilla. Objeto de la arcilla en el moldeo de barro. Del estiércol y de su objeto. Del pelo de vaca y su objeto. Diversas clases de tierras empleadas en esta operacion.

Materias primeras empleadas en el moldeo de arena. Arena. Estiércol.

PARTE SEGUNDA.

PÁRRAFO PRIMERO.

Moldeo en barro de una pieza.

1.º *Disposiciones particulares para la confeccion del modelo del cuerpo de la pieza.* Husos. Santeles. Terrajas.

2.º *Confeccion del moldeo del cuerpo de la pieza.* Postura de las trenzas ó lias de esparto. Idem de las trencillas. Primera capa de barro. Disposicion especial para el encastre del molde.

3.º *Confeccion de los modelos de muñones y contra-muñones.*

4.º *Colocacion de estos modelos en el contramolde del cuerpo de la pieza.* Posicion de los muñones y manera de trazarla sobre el contramolde. Plantilla para la colocacion de los modelos de los muñones. Colocacion de estos y manera de fijarlos al contramolde.

5.º *Terminacion del modelo.*

6.º *Confeccion del molde del cuerpo de una pieza.* Formar y secar las primeras capas de potea. Formar y secar las primeras capas de barro ordinario y retirar. Herrajes. Vaciar los muñones. Levantar el molde.

7.º *Confeccion del modelo y molde de la culata.*

8.º *Confeccion del modelo y molde de la mazarota.*

9.º *Confeccion del modelo y molde de un mortero.* Moldeo del ánima. Confeccion del molde.

10. *Recocido del molde.* Encastramiento de las diversas partes que lo constituyen. Fosa y canal.

PÁRRAFO SEGUNDO.

Moldeo en arena de una pieza de artillería.

Modelo. Molde. Disposiciones preliminares al moldeo. Confeccion del molde en arena. Moldeo de los muñones. Desmoldeo. Secado y encastramiento del molde. Ventajas é inconvenientes de este sistema. No se emplea en esta fundición mas que para pequeñas piezas de máquinas, carruajes, etc. Ligera idea del moldeo misto.

SEGUNDA SECCION.

PARTE PRIMERA.

Fusion.

1.º *Hornos empleados en la fusion del bronce.* Ventajas de los hornos de grandes dimensiones.

2.º *Descripcion de los hornos empleados en este Establecimiento.*

3.º *Cálculo de la carga de un horno.* Diferentes opiniones relativas al empleo de bronce viejos. Disposiciones que es necesario adoptar para la colocacion de la carga, dentro del horno, teniendo en cuenta la naturaleza y forma de las piezas que se han de refundir.

- 4.º *Naturaleza y calidad de combustible.*
- 5.º *Conduccion del fuego.*
- 6.º *Berlingado y escoriado del baño.*
- 7.º *Medios propuestos para conocer la temperatura del baño.* Carácterés exteriores que indican esta temperatura.

PARTE SEGUNDA.

Colada.

- 1.º *Preparativos para la colada.* De la mazarota.
- 2.º *Desenterrado de los moldes.* Limpia de estos.
- 3.º *Fundicion de torales.*

Apéndice á este artículo.

- 1.º *Explotacion ó metalurgia de las tierras impregnadas de bronce, llamadas cáscaras.*
- 2.º *Fabricacion de ladrillos refractarios.* Naturaleza y calidad de la arcilla refractaria. Preparacion de las arcillas. Moldeo de los ladrillos. Secado. Prensado. Recocido. Horno empleado con este objeto. Cualidades de los ladrillos refractarios. Dimensiones de los empleados para la construccion de un horno de reverbero.
- 3.º *Analisis.* Operaciones docimásticas.

PRIMERA SECCION.

NOCIONES PRELIMINARES.

Consideraciones generales é históricas.

Cinco siglos han trascurrido desde la aparicion de las armas de fuego en Europa y los diversos perfeccionamientos que han experimentado justifican el solícito y constante anhelo de que han sido objeto por parte de todos los Gobiernos. Reseñar las vicisitudes por que han pasado desde la invencion de la pólvora hasta nuestros dias, seria árdua y penosa tarea, describir las diferentes fases de un arte es como escribir la historia de la civilizacion, una vez que cuanto se relaciona al saber humano, ha tenido necesidad de la ayuda y auxilio de los demás. Nada, en efecto, ha influido tanto en la organizacion de las nacionalidades y hasta en las formas actuales de la sociedad, como la presencia de estas máquinas de guerra. Y para que se comprenda toda su importancia, basta considerar que no presenta la historia un hecho de mas trascendentales consecuencias como la invencion de las armas de fuego. Ella ennoblecio á la profesion de las armas, dando una supremacia constante á la inteligencia sobre la fuerza fisica, contribuyó á elevar la autoridad real, reduciendo á los grandes vasallos y creando la unidad nacional, y así como posteriormente á esta accion del ejército sobre la sociedad se siguió la reaccion de la sociedad sobre el ejército. Restablecidos los verdaderos principios del arte de la

guerra, han determinado el impulso armónico de las nociones que constituyen la civilización de un país.

Mas no se crea, sin embargo, que estas modificaciones han tenido lugar repentinamente; nunca los grandes principios de las ciencias especulativas han pasado de este modo desde la esfera del genio al dominio de los entendimientos vulgares; y es que la civilización jamás procede por bruecas sacudidas, y así como hay filiaciones en los hombres, las hay también en las ideas, y los progresos humanos guardan una genealogía, cuyas huellas se pueden seguir paso á paso á través de los siglos sin perder la articulación histórica ni el enlace lógico de los hechos.

La artillería, pues, no se ha creado en un día, su infancia duró mas de un siglo, y empleada en unión con las antiguas armas arrojadizas, algunas veces es cierto luchó con ventajas, pero en la mayor parte de ellas con notable inferioridad. Y es que, seducidos los ingenios de aquella época con la idea de la magnitud, creyeron que, dando fuertes proporciones á las piezas, sus efectos serian mas terribles y seguros. No de otro modo procede el espíritu humano en sus conquistas, lo contrario seria poseer un análisis profundo, que es el último y mas sólido fundamento de la razón.

Muchas naciones de Europa han disputado á la España el honor de haber introducido la artillería. Pero numerosos y auténticos testimonios justifican que los españoles las tomaron de los árabes, depositarios en aquel tiempo de la restauración científica. Bajo el nombre de *algarradas* fueron empleadas por los castellanos en el sitio de Requena en 1219, en el de Mallorca en 1229 y en el de Algeciras en 1342, como consta en las crónicas de aquella época. La existencia de la culebrina, llamada Sa-

lomónica, cuya construcción se remonta á 1132, la de los cañones empotrados en los muros del palacio de los Condestables de Fernan-Nuñez, que son del siglo XII, y las piezas originales que figuran en nuestro Museo, de los siglos XIII y XIV prueban hasta la evidencia la prioridad de su origen, puesto que en estos tiempos ni aun los franceses poseían la mas remota idea de su uso.

Bajo el influjo de las creencias de magnitud se fundieron las célebres bombardas, denominadas *Banda*, *Gijón* y *Grande*, que el Infante D. Fernando empleó en 1407, la de las siete, conocidas por las *Hermanas Gimonas*, puestas en batería en el sitio de Málaga en 1487, los célebres cañones denominados *Isla de Dios*, que tiraban balas de 100 libras con 80 de pólvora, el *Abortador de Málaga*, el *San Juan de Almansa de Mazalquivir*, el *Basilisco de Malta* y el *Triquitraque de Roma*.

Es de presumir que parte al menos de estas piezas gigantes cas se fabricaron de *fustera*, es decir, por fundición, combinando al efecto el cobre, el estaño, el zinc, plomo, etc., con todas sus impurezas. Costosa esta artillería por naturaleza, fué mucho tiempo patrimonio del señorío feudal, mas poderoso aun que el poder real, y la avaricia de los fundidores, con quienes aquellos trataban las piezas, aumentaba su mala calidad con la sustitución del plomo al estaño, á la que ya de suyo lo era por los cortos conocimientos metalúrgicos de la época. El primer monumento que de fundición de piezas se conserva es la cuenta de los gastos causados por las construidas para la defensa del castillo de Caparroz en 1378 y 79, la de la expedición de Córcega en 1419, y por último, las mandadas construir por Fernando el Católico en 1506 para la expedición de Nápoles.

Sin embargo, preciso es confesar que aun sin poner en duda la autenticidad de estos documentos, no es menos cierto que la mayor parte de estas piezas eran construidas con duelas de hierro dulce. El arte del fundidor, pobre en conocimientos y exhausto de medios mecánicos, progresaba muy lentamente para que pudiera atribuirsele estas grandes obras de ingenio. Desacreditados ya en el siglo XIV los de hierro forjado, sin duda por las dificultades que presentaba obtenerlo de buena calidad, empezaron á ponerse á prueba diversas tentativas para perfeccionarlos, que si no obtuvieron por el pronto un feliz éxito, dejaron marcadas las vías de su futuro progreso. A principios del siglo XV se obtuvo el hierro en estado líquido por primera vez en las provincias alemanas, que están á orillas del Rhin, y una de las primeras aplicaciones, que de este descubrimiento se hizo, fué á la fundicion de proyectiles y piezas. Se concibe toda la importancia que tuvo para la artillería este hecho, que pudo ya multiplicar el número de los cañones, disminuyendo tanto sus calibres como el diámetro de sus proyectiles. No dejaba de presentar graves inconvenientes este nuevo sistema, y no era el menor por cierto la necesidad de su enorme espesor de metales para asegurar su resistencia, y como una consecuencia legitima, el gran peso de aquellas y las dificultades consiguientes á su transporte.

Casi al mismo tiempo se construian cañones de cobre, que bien pronto fueron abandonados para sustituirlos por los de bronce. No se crea, sin embargo, que bajo esta denominacion debe comprenderse la liga hoy conocida bajo el mismo nombre. Las fundidas en los primeros tiempos eran, al decir de los cronistas, compuestas de cobre y zinc, ó bien de cobre, laton y estaño. La incertidumbre

que reina, tanto sobre este punto como sobre la época fija en que se empleó en la fabricacion de piezas, proviene sin duda de que durante largo tiempo, y casi puede decirse, hasta nuestros dias, estaba abandonado á artistas empíricos y fundidores contratistas, cuyo interés personal les dictaba el mas absurdo sigilo en sus operaciones, apoyados en la rutina, el capricho y el charlatanismo. El empleo del bronce, cualesquiera que fuesen las proporciones y naturaleza de sus componentes, no tardó en regularizar las formas de las piezas, convirtiéndolas en mas sencillas y cómodas, de manera que á fines del siglo XV ya existian muchas de estas repartidas por todos los Estados europeos. Su forma era regularmente la de un cono truncado, taladrado en direccion del eje en una gran parte de su longitud, correspondiendo su mayor diámetro á la culata. Tenian muñones, cascabel y aun asas; accesorios importantes que no tuvieron lugar hasta la introduccion del bronce en la artillería. Todas estas piezas eran comprendidas bajo el nombre genérico de Culebrina; habia tambien bocas de fuego muy semejantes á nuestros pedreros y morteros que lanzaban de abajo arriba balas de piedra y materias inflamables.

Desde principios del siglo XV es una verdad que la artillería dió un gran paso en el desarrollo de su inmenso poder. Hasta entonces solo habia figurado en las guerras de sitio; mas por entonces aparecieron unas piezas llamadas de campo, montadas en carruajes, que maniobraban con bastante movilidad en los campos de batalla. Realmente se debe á los franceses los verdaderos y sensibles adelantos, de que fueron objeto las baterías de campaña en el último tercio del siglo XV, pues lograron hasta cierto punto conciliar la ligereza con la solidez y mejor

efecto útil de las piezas. En cambio de esta ventaja, que sobre la artillería española alcanzó la francesa, es un hecho indudable que la artillería de montaña tuvo su origen en nuestro país, á pesar de las opiniones emitidas por algunos, que atribuyen esta invención al Príncipe de Orange. Consta, en efecto, que el célebre Marqués de los Balbases en el sitio de Canal de Monferrato en 1630 «hizo uso de un género de cañones, que con una libra de pólvora tiraban cuatro de balas y eran portátiles: que una caballería llevaba la pieza y al artillero, y se volvían á cualquier parte sin dificultad.»

Fácil es de comprender los inmensos obstáculos con que tendrían que luchar las artes por una época en que contaban con tan cortos recursos mecánicos. Así es que los adelantos de la Neuro-Balística no fueron relativamente progresivos, cual debía esperarse del primer impulso que se recibió. Si se exceptúa alguna regularidad en los calibres y en la clasificación de las piezas no se encuentra durante este último período hasta la transformación debida á Gribeauval grandes rasgos que caractericen modificaciones importantes en este ramo.

Todo induce á creer que estas piezas eran fundidas en hueco; pueden consultarse los detalles de su fabricación en la obra de Diego Ufano, que apareció en 1628, y aun en la de Saint Remy, que lo fué en 1671 se habla de este sistema. Nada parece mas lógico que esta marcha seguida por los antiguos fundidores; su práctica no se entendía mas allá de la que podía obtenerse de sus moldes, y careciendo del auxilio de las artes mecánicas, empleaban todo su ingenio en obtenerlas fundidas de tal manera que fuese fácil su empleo sin necesidad de recurrir á nuevas operaciones. Parece posible que las ánimas, obtenidas de

la fundicion en hueco, fuesen repasadas y concluidas antes de darse por terminadas; y en efecto, el autor últimamente citado describe un mecanismo, por medio del cual, fija la pieza, avanzaba la cuchilla horizontalmente, y haciéndola girar á brazo, efectuaba esta operacion. Antes de la época en que este autor escribió, el repasado debió tener lugar verticalmente.

El gran adelanto en el arte de la fabricacion de cañones tuvo lugar en 1744 en que Mr. Maritz, inspector general de la fundicion de la Marina en Francia, estableció su banco de barrenar y torneear horizontal y como una consecuencia precisa, el fundir aquellos en sólido. Los buenos resultados obtenidos en los primeros ensayos hizo que en 1748 fuese ya reglamentario en Francia este procedimiento. No permanecieron los fundidores españoles espectadores pasivos de semejantes adelantos; por el contrario, á invitacion del Gobierno pasó á Sevilla el espresado Maritz para la enseñanza de su práctica de fundir, y en 1768 ya existía en San Juan de los Teatinos un banco de barrena y torno igual al establecido en Francia. A partir de esta época el sucesivo adelantamiento que tuvo lugar en todos los ramos del saber humano, iban prestando su auxilio á esta fabricacion y cada paso que las ciencias de observacion han dado en su progreso, ha señalado un hecho trascendental en la industria militar. La metalurgia con sus medios de obtener los metales en el mayor estado de pureza, y ensanchando los mezquinos límites trazados por la rutina facilitaba la produccion mas rápida, económica y en mayor escala. El conocimiento de los hornos de reverbero, la concurrencia de varios para concentrar grandes masas metálicas en estado de fusion, el empleo de combustibles en las condiciones mas ventajosas de consumos

y, en una palabra, de cuantos adelantos han tenido lugar en la esfera de accion de esta ciencia ha sabido enriquecerse esta industria, que constituye hoy uno de los mas poderosos auxilios de los gobiernos y la mas sólida garantía de la integridad de territorio é independencia de los paises.

Tales han sido el origen, marcha y progresos de este tan importante ramo de la guerra; como todas las invenciones que han modificado profundamente la sociedad, ha tenido que luchar con obstáculos inmensos engendrados por la rutina ó la ciega y absurda ignorancia, que ha sido siempre el peor enemigo de todo progreso. En la artillería, como en todas las demás ciencias, las modificaciones improcedentes ó absurdas que no han estado en relacion con los adelantos realizados en las restantes, han sido un manantial fecundo de atraso. Porque las ideas cuando escenden los limites racionales que les traza la posibilidad práctica para traducirse en hechos, permanecen estacionarias y guardan cierta armonía constante en su desarrollo, que en vano los creadores de sistemas se esforzarán en romper. Ciertas épocas de la historia de esta arma se han singularizado por el afan pretencioso de innovadores osados, que no consultando mas medios que los sugeridos por sus ardientes imaginaciones, vieron estrellados sus deseos contra la imposibilidad firme de realizarlos, es una prueba en favor de esta ley lógica de todo adelantamiento.

La artillería española se ha distinguido siempre por su tacto al elegir, su prudencia al aceptar y su constancia al someter toda reforma al resultado de un juicioso análisis; así es que sus disposiciones reglamentarias han sido siempre dictadas por el mas severo espíritu de comparacion, y solo cuando numerosos ensayos han abonado su necesidad

se han introducido alteraciones en la manera de ser de cada uno de los diversos ramos sometidos á su cuidado.

Metales mas aptos para la fabricacion de piezas.

1.° De todas las materias que la industria puede hacer uso para la fabricacion de piezas de artilleria, los metales son los únicos que pueden servir á este objeto. Las principales propiedades que deben poseer los que se apliquen á esta fabricacion, son las siguientes:

Dureza.

Tenacidad.

Elasticidad.

Cierta resistencia á la accion corrosiva de los productos de la combustion de la pólvora.

Y por último, deberá exigirseles tambien ciertas ventajas industriales, como por ejemplo, un precio económico, facilidad para trabajarse y abundar en el mercado para satisfacer en caso de necesidad las exigencias de su gran servicio.

La dureza es necesaria para evitar las deformaciones del ánima bajo la presion de los gases y los choques del proyectil.

La tenacidad impide reviente la pieza á la esplosion de la carga.

La elasticidad permite la aproximacion de las moléculas despues de haber sido separadas de su primitiva posicion, de esta manera los sucesivos esfuerzos empleados sobre la materia, no aumentan cada disparo, cual tendria

lugar si la elasticidad hubiera desaparecido por una completa dislocacion de las moléculas.

La resistencia á la accion corrosiva de los productos de la combustion de la pólvora evita las degradaciones del ánima en el emplazamiento de la carga y los alojamientos en ella, que tanto perjudican á la certeza en el tiro.

Los únicos metales que satisfacen á estas condiciones mas ó menos completamente, son el hierro forjado, el colado, el bronce, el acero y algunas ligas de estos mismos, en las que puede figurar el aluminio. Dificultades graves de fabricacion han hecho hasta el dia abandonar el hierro forjado, como hemos visto al hablar de la historia del arma. Mas estas dificultades van desapareciendo ante los poderosos medios que se conocen para la forja de piezas de grandes dimensiones. Desde el descubrimiento del martillo de vapor esta industria ha marchado á pasos jigantescos, y la resolucion del problema de fabricacion de cañones de este metal parece estar pendiente solo de las dimensiones de los hornos de pudlar para obtener un gran número de *bolas ó zamarras*, que produzcan por compresion piezas de fuertes proporciones. Respecto al acero fundido ó forjado, los medios que hoy se conocen de obtener grandes masas liquidas del primero ó gruesas piezas del segundo, parecen asegurar que en un porvenir no muy lejano le está reservado un gran papel en la industria artillera. Sin embargo, en el acero fundido no parece ser muy grande la fuerza de cohesion de sus moléculas y disminuye por lo tanto la tenacidad, que es una de las cualidades mas precisas del metal para cañones. En el forjado no sucede lo mismo, y asi es que en estos últimos años casi todas las piezas que han llamado tanto la atencion del mundo, han sido construidas de este metal.

El cobre no es bastante duro, aunque sí muy tenaz. Ya hemos visto que hubo un tiempo en que reemplazaron á los de hierro forjado y fueron abandonados por su poca dureza y las dificultades de obtenerlo exento de cavidades y picaduras en la fundicion. Sin embargo, ligado á cierta cantidad de estaño adquiere las propiedades de que carece por sí solo, y constituye el verdadero *bronce* de cañones, que si no las posee todas á su máximo, goza de ellas en proporciones tales que hace muy ventajosa su aplicacion. El hierro colado es bastante mas duro que el bronce, resiste mejor á la accion corrosiva de los gases, se deteriora menos por el calor desarrollado por la combustion de la pólvora y su valor es de 6 á 7 veces menor que aquel. A pesar de ventajas tan manifiestas no se ha repartido su uso cuanto era de esperar: su poca tenacidad y por lo tanto la facilidad de saltar en pedazos, cuando ningun carácter exterior indica su inmediata destruccion, reacciona de tal manera sobre la moral del soldado, que su aplicacion se ha limitado hasta el dia al servicio de la marina y costas que se hallan en condiciones muy diferentes que la de tierra.

Poco puede aun decirse sobre las aplicaciones de que en nuestra arma es susceptible el aluminio; las cortas cantidades en que se obtiene y su enorme precio le ponen fuera de las condiciones de empleo. Cortísimas esperiencias se han hecho con las ligas de este metal, que prueban sus buenas cualidades, mas mientras tanto las artes no lo produzcan en cantidad bastante para un consumo determinado y su facilidad de obtenerlo no determine su precio en venta mas económico, se harán nulas todas sus ventajas.

Restan, pues, como metales considerados hoy dia co-

mo mas aptos para la fabricacion de piezas de artilleria el bronce y el hierro colado. Limitándonos al primero de estos como objeto esclusivo de este trabajo, procederemos á un análisis detenido de sus cualidades exteriores y propiedades mas notables, descendiendo por lo tanto á su estudio con la estension que merece.

Del bronce.

Metal de cañones. El bronce es una liga en proporciones variables de cobre y estaño. Sin embargo, se distingue con el nombre de *metal de cañones* el compuesto de cobre y estaño en la proporcion que las esperiencias han determinado como la mas conveniente para las piezas.

Ley del bronce. Esta proporcion tanto en Bélgica como en Francia y en España es en peso de 100 de cobre y 11 de estaño, permitiéndose una tolerancia de 1 por 100 en esceso ó defecto, por lo que la verdadera ley del bronce oscila entre 10 y 12 partes de estaño para 100 de cobre. La necesidad de esta tolerancia está justificada por el estudio del efecto que produce la fusion y el fenómeno que durante el enfriamiento tiene lugar y de que se hablará oportunamente.

Numerosas esperiencias, como ya queda indicado, han sido ejecutadas antes de fijar la anterior ley, conceptuada hoy como la mas conveniente. En efecto, si se aumenta la cantidad de estaño, aumentará la dureza de la liga; pero á espensas de disminuir considerablemente la ductilidad y tenacidad, será menos estable y bajo la influencia del calor de la pieza se acumulará el estaño en zonas muy ricas de este metal y producirá cavidades al fundirse, que pondrian la pieza fuera de servicio en muy corto tiempo.

Si por el contrario, se disminuyen las dosis de este metal, la liga seria menos dura y mas ductil, los alojamientos en el ánima y los asientos de balas serian numerosos, se degradaria esta á muy pocos disparos y la pieza quedaria inútil. Tales han sido las razones que han determinado la adopcion de la ley actual, á pesar de las opiniones diferentes de algunos, que pretenden aumentar la dosis de estaño en las piezas de grueso calibre y disminuir la en las cortas. Pero emitidas sin el apoyo de esperiencias concluyentes han sido relegadas al olvido.

Caractères exteriores y propiedades. El bronce de cañones tiene un color mate, amarillento, mas ó menos rojizo segun el grado de pureza de sus componentes. Su fractura presenta poco nervio, es de grano irregular, de grandes ó pequeñas facetas con arreglo á las dimensiones del objeto y moteado de manchas blancas de estaño mas ó menos grandes y en mayor ó menor número. Su densidad es mayor que la media de los dos metales que la componen y varia de 8,76 á 8,87.

El bronce es mas duro y fusible que el cobre. Cuando entra en fusion y se le espone á una corriente de aire, el estaño se oxida con mucha rapidez y si se prolongara la operacion se obtendria cobre puro.

El bronce es susceptible de un hermoso pulimento y de adquirir un gran brillo: es muy tenaz, aunque bastante menos que el cobre. Es menos ductil, pero mas duro; mas sonoro y menos oxidable que sus componentes. Es poco maleable, pero adquiere esta propiedad á un alto grado, sumergiéndolo en agua fria despues de calentado fuertemente. Este efecto del temple es tanto mas sensible cuanto menores son las dimensiones de los escantillonos cometidos á él. El bronce y el cobre se hacen por lo tanto mas

blandos y maleables por esta operacion; fenómeno contrario al que se observa con el hierro y el acero.

Funde esta liga á los 1.800 grados centigrados: segun algunos autores la fusion no tiene lugar hasta los 2100°.

Empleo de los componentes. La pureza de los componentes es indispensable para obtener una buena liga, tanto para que permita emplearlos en las rigurosas proporciones designadas por la práctica, cuanto para evitar la perniciosa influencia de ciertos cuerpos.

El *antimonio* dá dureza al bronce como el estaño, pero perjudica notablemente á su ductilidad.

El *arsénico* hace quebradizo al cobre y al bronce, y una cortísima proporcion es bastante para producir este efecto; pueden, sin embargo, tolerarse algunas trazas de arsénico en bronce destinados á bujes, tuercas, etc., y en general objetos de pequeñas dimensiones.

El *plomo* aun en proporciones insignificantes disminuye la tenacidad del bronce, por lo que es necesario desecharlo siempre que pase de 1 por 100 de la carga del horno. Aumenta tambien los efectos de la licuacion, es decir, de la refundicion de los dos metales por el calor. Desgraciadamente rara vez deja de venir asociado al estaño en los broncees viejos y algunas veces tambien al cobre, por lo que es necesario tolerarlo en los limites prescritos.

El *hierro* en la proporcion de algunas milésimas no perjudica las cualidades del bronce, al contrario, le hace mas homogéneo y aumenta su dureza como una cantidad igual de estaño: previene tambien los efectos de la licuacion. Pero dos céntimos de hierro dan lugar ya en el bronce á una contraccion tan irregular al enfriamiento que se manifiesta por numerosas y profundas cavidades.

Lo mismo puede decirse del *zinc*, sin embargo que su propiedad volátil dá lugar á vacíos en el ánima, que no se verifican con aquel otro metal.

Resulta, pues, de cuanto queda dicho que el bronce no ofrece contra las causas de destruccion, á que está sometido durante el tiro, una resistencia suficiente para asegurar una larga vida á las piezas. No posee por lo tanto al grado exigido las cualidades de un buen metal para cañones. En efecto, no siendo una liga estable, toda la zona espuesta á la accion corrosiva de los gases de la pólvora se ve muy pronto llena de rugosidades y asperezas debidas á la fusion del estaño bajo el efecto de un fuego vivo y prolongado. Su falta de dureza se aumenta con el reblandecimiento debido al calor desarrollado por el tiro, y la fuerza expansiva de los gases reaccionando sobre las paredes del ánima, especialmente en el emplazamiento de la carga, aumenta el calibre y produce lo que se llama asiento. No teniendo bastante dureza esta liga, cede á la presion que ejerce el proyectil en su parte inferior en el instante de su movimiento inicial, cuando los gases escapan por el viento entre aquel y la parte superior del ánima. Esta impresion ó alojamiento aumenta en cada disparo á los choques del proyectil, la exactitud del tiro disminuye en su consecuencia y la pieza queda inútil á muy poco tiempo.

Estas razones han sido origen de multitud de ensayos dirigidos á mejorar el bronce de cañones por medio de combinaciones ternarias, cuaternarias, múltiples, etc., que le dotaron de suficiente dureza sin alterar su tenacidad y estabilidad. La desigual conductibilidad del calor de sus componentes, las diferencias de temperatura, de su punto de fusion, etc., etc., deben producir naturalmente contrac-

ciones irregulares durante el enfriamiento despues de la fusion, y aun en los cambios ó alternativas del calor que son consiguientes en el servicio de las piezas. Cuanto se deja dicho respecto á la influencia debida al zinc ó hierro esplica el poco éxito obtenido en estas tentativas, que han venido á demostrar la insuficiencia de estos medios para mejorar la liga empleada hasta el dia. Ya en diferentes épocas han sido ejecutados estos ensayos dirigidos tanto á probar la superioridad de las ligas ternarias, en que figurase el zinc, como á modificar las dósís actuales de los componentes. Las tan celebradas piezas de los hermanos Keller estaban compuestas de

100 partes de cobre.

9—»— de estaño.

6—»— de laton.

Saint Remy hace mencion de la siguiente:

100 partes de cobre.

4, 5, 6, 7 y 8 de estaño.

{ 97 —»— de cobre.

ó { 6 —»— de estaño.

{ 6 —»— de laton.

Belidor recomienda

$\frac{2}{3}$ de cobre rojo.

$\frac{1}{3}$ de laton.

El General Lamartilliere cree que la presencia del zinc en la liga dará al bronce mas densidad y dureza sin que pierda nada de sus buenas cualidades.

Nuestro célebre General Morla era tambien de opinion que la liga de cobre y zinc es preferible al bronce ordinario y aun á aquel que contenia zinc.

Por último, en el dia algunos fundidores antiguos sostienen la bondad de las ligas, en que entra el zinc, y la

aconsejan especialmente para las piezas de grueso calibre. Faltos de esperiencias decisivas en esta materia y sin poder apoyar ninguna de las opiniones emitidas en datos auténticos suministrados por pruebas concienzudas, no es posible aventurar una teoría que resuelva completamente esta cuestión. Sin embargo, teniendo presente cuanto queda dicho respecto á la influencia del zinc en esta liga, fácil es deducir la gran dificultad de obtenerla en proporciones fijas y determinadas. Y esta dificultad aumenta si se tiene presente el punto de volatilizacion del zinc (fenómeno que tiene lugar muy próximo al de fusion); que si se emplea en cortas proporciones, al contacto del baño del cobre, cuya temperatura es de 2530° centígrados se volatizará en gran parte, quedando muy poco en la liga. Si, por el contrario, para evitar este inconveniente se emplea en grandes cantidades, se corre gran riesgo de hacer la liga ágría y quebradiza. No sería posible por lo tanto obtener nunca una ley constante en las proporciones de los componentes, aunque la práctica hubiese determinado la mas apta para metal de cañones.

No se crea tampoco que al desechar el zinc como no-civo, ó cuando menos inútil en las ligas de cobre y estaño, se consigna la bondad absoluta de esta última. El cobre y el estaño se combinan por fusion en todas proporciones, y las cualidades de cada una de estas ligas obtenidas varian completamente. Las últimas esperiencias analíticas verificadas por MM. Dumas y Meyer prueban hasta la evidencia que las ligas obtenidas del cobre y estaño son mezclas puramente mecánicas de estos dos metales. En efecto, sometidas á un enfriamiento lento, el estaño se separa del cobre, la fractura presenta entonces numerosas manchas blanquecinas, los elementos de la liga se ha-

llan acumulados irregularmente y formando cierto engranaje, que indica perfectamente la disposición mecánica de los componentes. Analizadas por Mr. Meyer estas manchas blancas, que se han conceptuado hasta el día como de estaño puro, las ha encontrado compuestas de un estaño cobrizo en las proporciones de 0,16 á 0,27 de estaño y 0,84 á 0,73 de cobre, y tratada la materia con cuidado para estraer la parte mas blanca y brillante se ha encontrado 0,30 de estaño, proporción que se aproxima bastante á 0,3155 que contendrá la formada de 1 equivalente de estaño y 2 equivalentes de cobre. Parece, dice el mismo Mr. Meyer, que esta es la liga que realmente se forma y probablemente la única combinacion química posible de los dos metales, no siendo las demás aligaciones otra cosa que mezclas de aquella con un exceso ya del uno, ya del otro metal. Tambien, dice, se observa que no aparecen manchas blancas en el bronce, que tiene menos de 0,8 ó mas de 0,16 de estaño, y que este metal se acumula en el eje de las piezas y en las partes inferiores.

En efecto, estudiando con detenimiento los efectos de la licuacion, se observa que durante la fusion del bronce se descompone en una porcion de ligas diferentes, las mas ricas de estaño son mas ligeras y ocupan la superficie del baño, las restantes, conteniendo cantidades variables de estaño, se colocan en virtud de su gravedad específica á continuacion unas de otras y la mas rica en cobre gana el fondo de aquel. Durante el enfriamiento la separacion de los dos metales continúa en proporción directa del tiempo que se tarda en esta operacion. La alteracion, que tiene lugar en la ley de la liga obtenida en sus diversas partes, es tanto mayor cuanto mas grande es la masa de metal fundido. Mientras el resfrio es mas lento los

efectos de la licuacion son mas notables, las probabilidades de obtener una liga homogénea menores; y la heterogeneidad será tanto mas marcada, cuanto mayor sea el calibre de la pieza.

Esta alteracion de la liga es uno de los inconvenientes mas graves que presenta el bronce; dando lugar á desigualdades notables en la dureza y tenacidad, el coeficiente de dilatacion por el calor, no siendo el mismo para las diversas ligas que constituyen aquel, produce cavidades de importancia, que dan lugar á los cambios bruscos de temperatura que se producen en un fuego vivo y prolongado, ocasionan alojamientos que perjudican la solidez de las piezas y la certeza de los disparos.

Es casi imposible, por lo tanto, obtener un bronce perfectamente homogéneo, y si á los efectos debidos á la licuacion se unen los que produce la compresion de la mazarota, de que se hablará mas adelante, cuyo estudio conduce á una série importante de observaciones que conviene conocer, se comprenderá toda la dificultad de conseguir bronce en condiciones aceptables en absoluto.

Se ha notado, haciendo diferentes secciones en una pieza perpendiculares á su eje:

1.º Que en una misma seccion la ley del estaño es considerablemente mayor en el centro de la pieza.

2.º Que esta ley va aumentando desde el plano de la boca hasta una corta distancia del cascabel.

3.º Que el metal es siempre poroso hácia el eje de la pieza y que esta porosidad disminuye á medida se separa de él.

4.º Que la densidad del metal va creciendo desde el plano de la boca hasta la culata.

5.º Que la cantidad de estaño, despues de disminuir á

partir del eje, aumenta á medida que se aproxima á la superficie.

Y 6.º Que la ley del bronce en las partes de cortas dimensiones, donde el enfriamiento ha sido rápido y los efectos de la licuacion poco sensibles, representa bastante exactamente la dosis media de la pieza.

Marcados con bastante detencion las ventajas é inconvenientes de esta liga para que pueda apreciarse en toda su estension la importancia de este asunto, puede reasumirse de todo cuanto queda espuesto: que si el bronce actual no tiene todas las condiciones exigidas, es imposible, al menos hasta el dia, hallar otro metal tan tenaz y que posea al propio tiempo la misma dureza, la misma resistencia al reblandecimiento por el calor producido en el tiro y la misma estabilidad ó resistencia á la accion corrosiva de los gases.

Del cobre.

El cobre es conocido desde la mas remota antigüedad. En estado nativo suele presentarse cristalizado en diferentes formas que se derivan del cubo, pero generalmente lo hace en masas amorfas, fragmentos, hojas ó granos. El cobre existe en la naturaleza especialmente en estado de sulfuro, y aunque con menos abundancia en el de óxido y carbonato. Especialmente bajo el primero y en union del de hierro y conocido con el nombre de piritá cobriza es como se presenta en mayor escala, hasta el punto de suministrar casi todo el cobre que hoy se consume en el comercio.

El cobre puro es de un color rojo oscuro y de mucho brillo metálico, tiene un olor y un sabor desagradable, especial-

mente cuando se le roza mucho entre los dedos: su fractura presenta un grano fino, ó mas bien un cierto nervio, muy igual y apretado, dejando ciertas cavidades microscopias. Su densidad varia segun las operaciones á que se le somete: fundido es de 8,921 cuando se tiene cuidado de hacerlo cubriendo el baño con una capa de sal marina que evita la absorcion del oxígeno. Cuando se le funde sin esta precaucion, su densidad raramente se eleva á 8,835: estirado en hilos muy finos, ó fuertemente martillado, adquiere la de 8,952.

Este metal es muy maleable y muy ductil lo mismo en caliente que en frio; puede reducirse por lo tanto á láminas muy delgadas; se rompe muy dificilmente cuando se dobla sobre sí mismo en diferentes sentidos y el temple aumenta su maleabilidad: ocupa el tercer lugar entre los demás metales por esta propiedad, y el quinto por su ductilidad. Es menos ductil que el oro, la plata, la platina y el hierro, pero mas que el zinc, estaño y plomo. Es el mas tenaz despues del hierro: un hilo de cobre de 2 mm de diámetro exige para romperse 137 kilogramos. Es tambien el mas sonoro de todos los metales.

El cobre entra en fusion á la temperatura de 27° del pirómetro, que corresponde á 988° centígrados. Elevada la temperatura se volatiza sensiblemente y produce vapores que dan á la llama un color verde muy vivo. No es, sin embargo, muy volátil, pues mantenido durante largo tiempo al calor de un horno de porcelana pierde solo medio por ciento de su peso.

Este metal ocupa el primer lugar entre los metales por su conductibilidad eléctrica. Es menos conductor del calórico que el oro, la plata y el platino, y su capacidad calorífica es menor que la de todos los metales es-

cepto el hierro. De 0° á 100° su dilatación lineal es de 0,00172.

El cobre tiene muy poca afinidad con el oxígeno y se conserva indefinidamente sin alteración en el aire y el oxígeno secos. Pero espuesto á la acción de una atmósfera húmeda se cubre de capa verde, que impropiamente se le llama *verde-gris*, y que es un hidro-carbonato de cobre.

Con el ayuda del calor y á una temperatura poco elevada se forma en la superficie del metal una capa rojiza de protóxido, que se separa en cascarilla bajo la acción del martillo. Si se prolonga la acción del oxígeno el protóxido se cambia en deutóxido, que es negro y que penetra en el metal fundido haciéndole perder su ductilidad, desaparece el nervio y su color es rojo débil.

El azufre, el fósforo, el arsénico, el cloro, el bromo y la mayor parte de los metales se unen directamente al cobre. Algunas de estas combinaciones dan lugar á desprendimiento de calor y luz. Una cantidad insignificante de fósforo ó arsénico es suficiente para blanquear el cobre haciéndolo duro y quebradizo.

Por último, el cobre forma ligas con la mayor parte de los metales, produciendo compuestos de grandes aplicaciones en las artes. Combinado con el zinc, el plomo y el estaño en diferentes proporciones forma diversos latones, ó cobres amarillos, el oro de Manhein, la Chrysolate, el metal de vasijas y el bronce de estátuas; y solo con el estaño produce el bronce de cañones, el metal de campanas, el bronce monetario y el de los támtams chinos, que es una liga de 22 de estaño y 78 de cobre dulcificado por el temple y el martillo; con el oro y plata las monedas y las diversas obras de platería y joyería; también

se une al antimonio y al arsénico, y en cuanto al hierro es muy difícil obtener ligas con este metal.

Diferentes especies de cobres. Los cobres que circulan en el comercio y que están muy lejos de satisfacer á las condiciones señaladas á los cobres puros, pueden clasificarse segun su grado de pureza del modo siguiente:

- 1.º Los lingotes de Rusia, procedentes de Siberia y que pesan diez kilogramos.
- 2.º Los cobres rosetas de Suecia.
- 3.º Los cobres afinados de Inglaterra.
- 4.º Los idem idem del distrito de Riotinto en España.
- 5.º Los cobres rosetas de Lion, que suelen contener un poco de hierro, azufre y zinc.
- 6.º Los de Baigerry en los Pirineos.
- 7.º Los de Sajonia.
- 8.º Los de Hungría.
- 9.º Los de Méjico y Lima, que son los mas impuros conteniendo azufre, hierro, arsénico y los de Lima hasta plomo.

Si se exceptúan los de Riotinto, casi todos son desconocidos en España, donde esclusivamente se emplean los de esta localidad.

Como ninguno de estos cobres, ó al menos los conocidos en nuestro país, no tienen bastante pureza para ser empleados en la confeccion de granos, ni de bronce nuevos, siempre se les afina en esta fábrica en un horno de reverbero esférico con corriente de aire forzado.

Las figuras 1.ª, 2.ª y 3.ª (lámina 1.ª) representan este horno, cuya parrilla, hogar y cenicero en nada difieren de los empleados para la fundicion de artilleria sino en sus dimensiones. La solería se forma de una arcilla re-

fractaria compuesta de dos partes de la de Villanueva, media de arena y media de carbon de pino, y que se llama carbonilla, arreglando su capacidad á la cantidad de cobre que se ha de afinar. Esta carbonilla se reparte uniformemente por la soleria en capas de corto espesor, que se apisonan con pisones de hierro, cuidando de que queden bien ligadas las capas sucesivas, así como de darles inclinacion hácia el agujero de la colada. Se seca esta soleria con fuego de leña y se colocan los torales, ó rosetas, sobre ladrillos á fin de que la llama enrojezca aquella antes de empezar á fundir el cobre.

Al principio se conduce al fuego muy lentamente para evitar que se levante la soleria y aumentándole gradualmente hasta el punto que á las seis horas el cobre empieza á fundir. Si ocurriese por descuido que el cobre empieza á fundir antes que la solería haya adquirido la temperatura conveniente, se suspenderá el fuego hasta que el cobre y la solería tengan el mismo color, que es el mejor indicio de la buena marcha de la operacion. Se eleva entonces el calor hasta concluir la fusion completa del metal. Entonces se berlinga usando maderas verdes, y cuando el metal está bien fluido se pone el viento para el afino. Si las escorias fuesen muy refractarias y resistiesen á la fusion, debe acelerarse esta por medio de fundente calizo. En los primeros momentos el baño se cubre de escorias procedentes de la oxidacion de las materias estrañas, y entonces es cuando empieza el afino propiamente dicho. La inclinacion de la *busa* sobre la superficie del baño produce en este una efervescencia que favorece la formacion de los óxidos, que son arrastrados fuera del horno por medio de rodos de madera: mas cuando estas escorias están muy ligadas, el escoriador no puede extraerlas por su demasia-

da viscosidad, entonces se arroja sobre ellas unas paladas de la misma carbonilla que las espesan y facilitan su extraccion.

A medida que el afino adelanta, el baño produce escorias muy liquidas que deben extraerse cada media hora, así como una *prueba* para conocer el estado de la operacion. Esta *prueba* se obtiene introduciendo por el agujero de la tobera una barra de hierro de 1,^m20 de largo y 15 ^m/_m de diámetro por su extremo que se ensancha hasta tener 25 ^m/_m por su centro. El cobre adherido á este hierro y resfriado repentinamente en agua presenta tales caractéres, que es muy fácil en la práctica apreciar el estado del metal en cualquier período de la afinacion. Tambien se suele obtener en un *riel* una muestra pequeña, que despues de fria se dobla y fractura con un martillo para conocer en su grano, dureza y maleabilidad la marcha de la operacion.

Las *pruebas* obtenidas acabado de poner el viento suelen tener mucho espesor, su superficie exterior está unida y lisa, de un rojo sombrío, y la interior muy desigual, de color sucio y manchas aplomadas. A medida que la operacion adelanta las *pruebas* son mas delgadas, la superficie exterior áspera, su color un poco mas vivo, la interior está mas unida y con numerosas manchas de color amarillo de laton y algunas aplomadas. En las consecutivas el color es mas subido, la superficie exterior va perdiendo su aspereza y empieza á llenarse de agujeros como una malla, y en la interior siguen las manchas amarillentas y algunas plateadas. Así se continúa de media en media hora sacando muestras y rieles: en aquellas se observa que la superficie exterior se va poniendo brillante, disminúyense en la interior las manchas amarillentas y plateadas, en los



segundos el cobre de la fractura va perdiendo el rojo ladrillo, aclarándose y haciéndose mas rosáceo. Cada vez que se obtiene prueba ó riel debe limpiarse el baño perfectamente: continuando la operacion se llegan á obtener pruebas, cuya superficie exterior se presenta como arrugada y de un color rojo oscuro y apagado, mientras en la interior es de un rojo intenso, uniforme, sin manchas amarillas ó plateadas, y si se presentan algunas serán de un color rojo sanguíneo muy subido, y la fractura del riel de un grano fino apretado ó de corto nervio y de color rojo oscuro.

A este estremo la operacion es inútil continuarla; el cobre ha llegado á un estado tal de afinacion, que está apto para cualquiera aplicacion para que se destine, y prolongando el afino, solo se conseguirian grandes mermas. En los cobres ordinarios del comercio estas pruebas se presentan á las cinco horas próximamente de poner el viento, si bien la duracion del periodo de afino varía con la mayor ó menor pureza de los cobres.

Cuando el afino, pues, ha terminado, se da salida al cobre por el agujero de la colada á la vaciadera ó recipiente construido en la delantera del horno con la misma carbonilla bien apisonada y seca: una vez coagulado el baño en la superficie superior se rocía con agua á fin de que forme costra y puedan dos operarios separarla por medio de dos barrones de hierro, recibéndola un tercero cuando está levantada con otro instrumento, tambien de hierro, en forma de horquilla. Esta torta es la que se llama roseta: sacada la primera, se forma otra segunda de la misma manera, hasta que no reste en el fondo mas que una corta cantidad de cobre, que era conocida por los antiguos afinadores con el nombre de cobre de Rey, suponiéndolo

el mas puro. Es necesario mucho cuidado en la formacion de las rosetas, evitando levantar la torta mientras no esté bien coagulada, pues de lo contrario se corre el riesgo de que fracturándose en trozos, dé paso al agua que penetrando en la parte interior donde el cobre está aun liquido, daria lugar á una rápida formacion de vapor, proyectando con una gran fuerza el cobre y los pedazos de roseta con grave peligro de los operarios.

La primera afinacion que se hace en un horno con la solería nueva y carbonilla, suele durar de doce á quince horas con cobres de mediana calidad. Mas en las segundas, siendo la carbonilla de buena calidad, suele abreviarse mucho la operacion y terminarse en diez ú once horas. Cuando el cobre contiene arsénico es muy difícil quitárselo en el afino, y para evitar las consecuencias de su combinacion con el cobre se suele fundir este y berlinarlo perfectamente, pero sin poner viento forzado, que impediria el desprendimiento del arsénico.

Los caracteres exteriores para el reconocimiento mecánico, que debe preceder á la recepcion de cobre del comercio, además del análisis químico de que se hablará mas adelante, son los siguientes:

1.º Por el aspecto de su fractura, que cuando es puro debe presentar un nervio corto, igual, muy apretado; este nervio es muy poco sensible á la vista cuando el cobre está ligado á un corto número de sustancias extrañas, y cuando esta proporcion aumenta la fractura es completamente granuda.

2.º Se le hace fundir y colar en un pequeño riel, y la superficie espuesta al aire debe presentarse unida sin cavidades ni berrugas, porque generalmente estas proceden del azufre que contiene el cobre; sin embargo, esta

prueba no puede ser absoluta, por cuanto los cobres sulfurosos no presentan siempre este carácter, cuando á la vez contienen otros metales y en particular el plomo.

Por último, las pruebas mecánicas que consisten en laminarlo en cilindros acanalados para asegurarse de su ductilidad, pues cuando es impuro, las barras se grietean y rompen.

Del moldeo y fundicion de los granos de cobre.

El cobre destinado á esta fabricacion debe ser muy tenaz, eligiendo por lo tanto los mejor afinados, y á fin de disponerlo á recibir mayor tenacidad se le funde á una temperatura elevada y se le deja enfriar muy lentamente.

Se hace uso de un horno de tiro semejante á los empleados en los laboratorios químicos y cual se representa en las figuras 4.^a, 5.^a y 6.^a Se emplea el cok, con el que se rodea el crisol de plombagino ó grafito de la cavidad de treinta marcos, donde se funde el cobre, teniendo cuidado de cubrir aquel con combustible y cerrada la tapa del hogar. Se activa el tiro del aire y cuando el cobre está en plena fusion se le escoria y da un golpe de fuego violento. En este estado se desembaraza el crisol de combustible, se estrae por medio de una tenaza recurva y se coloca en el centro de un anillo de hierro con dos barras á sus extremos, por donde le conducen los operarios al molde.

Este se hacia antiguamente de barro sobre un huso de madera con su herraje correspondiente como el molde de una pieza de artilleria. Posteriormente se construye con arena verde y los resultados han probado la conveniencia y economía de esta reforma. Estos moldes, siendo muy ma-

los conductores de la electricidad, el cobre experimenta una especie de cristalización, y toma una testura muy uniforme. Cuando los moldes están frios, se les deshace, y limpios los paralelepípedos rectangulares que forman, las barras pasan al almacén ó al taller de construcción para cortar de ellas los granos después de batidos.

Es indispensable conducir la operación con cierta inteligencia, evitando las corrientes de aire y frío que oxida el cobre, que á su vez absorbe una parte de su protóxido, haciéndole ágrio, y por lo tanto inútil para esta aplicación. Cuando en la fractura de las barras se observan pequeñas geodas cristalizadas, de un color rojo subido, deben refundirse para descomponer estos óxidos y dotar al cobre de una testura mas unida, uniforme y homogénea. Con los cobres arsenicales es imposible construir buenos granos, y como desgraciadamente en la operación del afino es muy difícil separar todo el que contengan, es necesario apelar á fundirlo y tratarlo de la manera que se indicó al hablar del afino de los cobres del comercio.

Del estaño.

El estaño es conocido también desde la mas remota antigüedad, es casi tan blanco como la plata, si bien su reflejo es un poco amarillento; exhala un olor muy desagradable cuando se frota entre los dedos. Es muy maleable, pudiendo reducirse á láminas muy delgadas. Es muy poco tenaz, pues un hilo de $2^m/m$ se rompe bajo el de 24 kilogramos. Este metal es uno de los mas blandos y menos elásticos, por lo que no tiene sonoridad alguna. Cuando en barras ó láminas se pliega sobre sí mismo, se nota un ruido particular, que se conoce con el nombre de *grito del*

estaño. Su densidad está representada por 7,285 y no se aumenta sensiblemente con la forja.

El estaño entra en fusión á la temperatura de 228°, pudiendo ser fundido sobre una hoja de papel cuando está en láminas muy delgadas. No se volatiliza á las temperaturas mas elevadas. Cuando el estaño fundido se abandona á un lento resfrio, cristaliza en prismas de ocho caras y atacado por un ácido se reconoce su testura cristalina. Es muy poco conductor de la electricidad y del calórico, y de 0° á 100° su dilatacion lineal es de 0,00217.

Para reducir el estaño á polvo se le funde á la mas baja temperatura posible y se le agita con un pincel grueso hasta que se enfria. Así se obtiene un polvo metálico que se le deja en suspension en el agua, separando por decantacion las partes mas pesadas. Este polvo de estaño mezclado con el *glu* fundido sirve en la India para preparar una especie de pintura metálica, que toma el aspecto de la plata cuando se bruñe con ágata.

El estaño no obra á la temperatura ordinaria sobre el aire seco ó húmedo. Así es que se puede conservar mucho tiempo al aire sin alteracion; pero cuando aquella se eleva, el estaño se oxida rápidamente, se trasforma primero en protóxido de estaño y en seguida en ácido estánnico anhidro. Este metal descompone el agua al rojo pasando al estado de ácido estánnico.

El estaño se disuelve en los álcalis fijos y cáusticos líquidos descomponiendo el agua. Calcinando el estaño en un horno de reverbero y añadiendo un poco de plomo se produce una mezcla de óxido de estos dos metales y conocida con el nombre de *potea de estaño* que sirve para pulimentar los espejos.

El estaño puede formar ligas con la mayor parte de

los metales; unido con dos veces su peso del plomo, constituye la soldadura de plomeros; con el hierro forma ligas muy quebradizas, mas ó menos fusibles; con el bismuto y el plomo en las proporciones de 3, 8 y 5 produce el metal fusible de D'Arcet, que se funde á temperatura del agua hirviendo. Con el zinc forma una liga de grano fino y apretado, aumenta la densidad y dureza del estaño sin disminuir su ductilidad. Con el antimonio produce una liga muy blanca, dura y susceptible de un hermoso pulimento; con esta liga se construyen la mayor parte de los utensilios de estaño. Reducido á hojas muy delgadas y amalgamado con el mercurio sirve para *azogar* los espejos.

Por último, se liga y combina con el azufre, selenio, fósforo, telurio y arsénico á una temperatura elevada. Este último le endurece y le hace aun mas blanco y brillante.

Los estaños que circulan en el comercio pueden clasificarse, por su órden de pureza, de la manera siguiente:

1.º Los de Banca y Malaca; este último en lingotes pequeños de medio kilógramo y forma de pirámide cuadrangular: los de Banca en lingotes oblongos y de 20 á 25 kilógramos de peso.

2.º Los que producen del Condado de Cornwailles en Inglaterra, generalmente en salmones de 150 á 200 kilógramos. Suele contener cobre y plomo: este último metal se le introduce para darle peso: respecto al arsénico y hierro no se encuentra en ellos en cantidad considerable.

3.º El de Galicia en España, en barritas largas y delgadas; su pureza es análoga á la de los mejores de Inglaterra.

4.º Los de Bohemia y Sajonia, que suelen contener sulfuros de cobre y hierro en corta cantidad.

5.º El estaño procedente de las artes y que ha sido empleado por los hojalateros, plomeros, etc., y que ligado con multitud de materias estrañas, como el plomo, antimonio, etc., por cuya razon no debe ser admitido en las fundiciones de artillería.

Los caracteres exteriores á que deben satisfacer los estaños para su recepcion en estos Establecimientos, además de su análisis químico son los siguientes:

1.º Su flexibilidad, que es tanto mayor cuanto más puro es.

2.º El ruido que produce, llamado grito, que es más claro y seco cuando es muy puro.

3.º Su brillo, que palidece y se mancha su color de amarillo con la presencia del cobre, hierro y sobre todo del plomo. Para hacer la prueba se funde el estaño á baja temperatura, á fin de evitar la oxidacion, y se le cuele sobre un ladrillo plano y ligeramente inclinado.

4.º Una superficie cristalizada es indicio cierto de la presencia de un metal estraño, aunque sea en corta cantidad.

Estos estaños, cuyo precio es bastante elevado para que pueda sufrir los gastos de un afinado, no deben afinarse por lo tanto en estos Establecimientos; mas, por la misma razon, se debe exigir á su recepcion una gran pureza, prefiriendo siempre un análisis químico, en el que sean desechados los que contengan más de una milésima de arsénico y antimonio reunidos, más de tres milésimas de hierro, ó más de cuatro milésimas en totalidad de materias estrañas.

PARTE PRIMERA.

Materias empleadas en el moldeo.

Del moldeo en general. Se entiende por moldeo en general la operacion por medio de la cual se obtiene una cavidad de la misma forma que el objeto que se quiere conseguir, en una sustancia capaz por su solidez de resistir los choques de la materia liquida, que ha de constituir el objeto pedido.

En toda clase de moldeo, cualquiera que sea el procedimiento, hay que distinguir dos cosas esenciales; el *modelo*, es decir, el cuerpo de la misma forma que el que se quiere obtener, construido de metal, madera, yeso, barro ó cualquiera otra sustancia sólida susceptible de consistencia. El *molde*, que consiste en general en recubrir el modelo con una materia plástica capaz de recibir y conservar despues de endurecida la impresion de aquel, por manera que retirado el modelo de esta envuelta sólida se obtenga una cavidad de la misma forma de este, que llena de metal líquido produzca despues del resfrio un cuerpo idéntico al modelo.

Se concibe la necesidad de que el modelo tenga dimensiones un poco mayores que el objeto que representa; en primer lugar para que las faltas que puedan resultar en su superficie sea fácil hacerlas desaparecer en las operaciones posteriores, en segundo porque el enfriamiento produce en el metal cierta contraccion que, si no se tuviera en cuenta, se obtendrian los objetos con dimensiones mas pequeñas que las exigidas. Además, como el molde,

en el cual se ha de fundir el metal, puede dilatarse bajo la presión de este, se corre riesgo de obtener la pieza mayor que el modelo, por lo que es necesario tener muy en cuenta, al confeccionar este, estas dos circunstancias importantes.

Diversas especies de moldeo. Tres especies de moldeo se conocen y se han practicado con mas ó menos éxito hasta el dia. El moldeo en barro, en arena y en coquille. Tambien se ha aplicado en algunos países el moldeo misto, que no viene á ser mas que una modificación del segundo, como veremos mas adelante. Fijándonos en el primero, como practicado en esta fundición tratándose de piezas de artillería, examinaremos cada uno de ellos en detall, á fin de poder apreciar sus ventajas é inconvenientes.

La naturaleza de la materia que se ha de emplear en la confección del molde, depende del sistema del moldeo que se adopte, así como de la forma y magnitud de los objetos moldeados; unas veces el modelo sirve para construir muchos moldes como en el moldeo en arena y en el de coquille, otras solo sirve para uno y se llama á modelo perdido, como en el moldeo en barro. Este último que, como puede calcularse, es el mas caro, es el único adoptado, sin embargo, en esta fundición para las piezas de artillería, y del que nos vamos á ocupar á continuación.

PÁRRAFO PRIMERO.

Moldeo en barro.

Materias primeras empleadas en este moldeo. El moldeo en barro es así llamado porque tanto el modelo ó con-

tramolde, como el molde propiamente dicho, se confeccionan casi completamente con tierra arcillosa ó barro, cuyas propiedades se modifican y cambian con la adición de algunas otras sustancias en cantidad variable. Estas sustancias suelen ser arena, pelo de vaca y estiércol de caballo, que mezcladas en proporciones convenientes con la arcilla y humedecidas forman una pasta, mas ó menos líquida, y constituyen la que se llama barro de moldear.

Las dosis de las diversas materias que constituyen este barro varían con su naturaleza y con la parte del modelo y molde que se trata de construir, puesto que debe satisfacer á ciertas condiciones particulares en cada caso. Sin embargo, en este sistema de moldeo entra tambien el sebo y el yeso en la confeccion de algunas partes del modelo.

De la arcilla ó tierra. La arcilla ó tierra, tal cual se presenta en la naturaleza, forma siempre la base del *barro de moldear*, es decir, que figura en la mezcla en cantidad mucho mayor que cualquiera otro de sus componentes. Se le emplea con preferencia á cualquiera otro cuerpo por su *plasticidad*, ó sea la propiedad de recibir y conservar en el estado de pasta todas las formas que se le impriman, y por su dureza despues de recocida, que le hace resistir bien el choque del metal ligado al caer en los moldes. Además, su abundancia en la naturaleza permite obtenerla con facilidad y economía.

Una de las circunstancias mas importantes que se han de tener presentes en la eleccion de la arcilla, destinada á la confeccion de *barro de moldear*, es que no haga efervescencia con los ácidos, es decir, que carezca de carbonatos cálcicos, porque en el momento de la colada estos carbonatos se calcinan, dejan desprender el ácido carbó-

nico y ocasionan cavidades de consideracion en la masa metálica. Además, la base *cal* que contuviera la arcilla, daria lugar con la silice que entra como elemento constituyente de aquella, á compuestos fusibles, que producirian la degradacion rápida de los moldes y vitrificada su superficie, la fuerte adherencia del metal á aquel haria difícil, si no imposible, arrancarlo despues en la limpieza, así como en la operacion del torno.

Por idénticas razones debe evitarse cuidadosamente la presencia de materias *ocrizas* y óxidos metálicos, que darian tambien lugar á la vitrificacion de las primeras capas del molde.

La arcilla, pues, para ser aplicable al moldeo debe ser bastante *homogénea*, *grasa* y *muy plástica*. Es difícil, sin embargo, obtenerla en la naturaleza poseyendo estas cualidades á la vez; mas, cuando aquella de que se puede disponer no las tiene en las condiciones exigidas, se le hace sufrir una preparacion particular que la prive de los cuerpos duros que la acompañen y hacerla tan homogénea y plástica como sea posible.

Para esto se la coloca en sitios bien ventilados, pero al abrigo de la lluvia bajo tinglados, donde permanece de 15 á 30 dias, ó mas si la estacion es lluviosa, con objeto de secarla perfectamente. Entonces se procede á separarla las partes heterogéneas que puedan acompañarla, lo que no es posible antes de seca, se la coloca en fosas preparadas al efecto, se la rocía de agua llovediza y se la deja *podrir*, ó sea sujetarla á una especie de fermentacion. Despues de estar así preparada se le mezclan los demás elementos que en union de ella constituyen el barro de moldear.

Objeto del estiércol de caballo. La arcilla por sí sola cuando es bastante siliciosa, ó ligada á la arena cuando

no lo es, constituye la materia refractaria del molde. Mas en cambio de esta propiedad se hiende y contrae por la desecacion considerablemente, y aunque es posible detener los perniciosos efectos que resultarian, tanto por las filtraciones numerosas de metal, como por las grietas que afectaria el molde, modificándolas con una materia bastante silicea seria á espensas de privarla de su plasticidad y tenacidad. Para remediar este inconveniente se emplea el estiércol de caballo, que da plasticidad á la pasta, la hace mas untuosa, mas grasa, sin aumentar la contraccion, y facilita el secado y desprendimiento de gases.

Se le prepara, quitándole las materias vegetales mas groseras y dejándole macerar como la arcilla. Se le puede apilar, humedecer y dejar en agua durante cierto tiempo, despues prensarle para estraerle el jugo, que se mezcla á la pasta arcillosa, que es preferible á la práctica del empleo del estiércol mismo, cuyas partes vegetales producen gases y hacen las tierras del molde mas porosas y por lo tanto mas absorbentes.

Objeto del pelo de vaca. El pelo de vaca, mezclado con los demás componentes del *barro de moldear*, tiene por objeto evitar el agrietamiento, trabando entre sí por el intermedio de los pelos las diversas partes de una misma capa á la siguiente, puesto que los de cada una ya seca quedan en relieve sobre la superficie y son empastados por el barro de la que sigue. El pelo de vaca, aunque menos combustible que el estiércol de caballo, tiene, sin embargo, el inconveniente de quemarse en parte en el recocido del molde, ó al entrar el metal liquido en él, haciendo por lo tanto la parte arcillosa mas porosa; á pesar de esto no puede dispensarse su empleo, especialmente en algunas partes del molde.

Antes de ser empleado se le hace sufrir una preparación, que consiste en dividirlo bien por medio de una batidera de cordeles, á fin de separar los pelos pequeños, los cuerpos estraños y el polvo, que impediria la adherencia de la arcilla.

Diversas tierras empleadas. En el moldeo de que se trata se emplean dos clases de barro ó tierras, para las diversas partes del molde y modelos, que son barro fino, ó potea, y barro ordinario.

La *potea*, ó barro fino, se emplea en las primeras capas del molde, que se aplican sobre el modelo y que, estando en contacto con el metal liquido en el momento de la colada, deben ser poco porosas á fin de oponerse á las filtraciones metálicas en las tierras del molde.

Se compone de 7 partes de arcilla de Quintos pasada por tamiz y 2 aproximadamente de pelo de vaca.

En esta fundicion se emplea con bastante éxito una arcilla terciaria, cuyos caractéres exteriores son los siguientes: color rojo amarillento, debido al peróxido de hierro anhidro, testura térrea compacta, en la fractura manifiesta pequeñas vetas de materias orgánicas en descomposicion, áspera al tacto y hace un poco de efervescencia con los ácidos. Su análisis químico da el resultado siguiente:

Agua.	7,90.	} 99,96.
Silice en estado libre.	27,43.	
Silicato de alúmina.	35,37.	
Óxido de hierro.	14,61.	
Carbonato cálcico.	10,17.	
Materias orgánicas.	4,48.	

Por último, el *barro ordinario* destinado á la formación del molde y las capas exteriores del molde se compone de 7 partes de arcilla de San Sebastian, 2 de estiércol de caballo, 2 de pelo de vaca y $\frac{1}{2}$ próximamente de arena.

Esta arcilla de San Sebastian, aunque bastante mas plástica que la anterior, es menos siliciosa y su poco costo la hace mas aceptable en su empleo para las partes indicadas que la de Quintos.

Cada uno de estos componentes se preparan aparte, y despues para unirlos se estienden sobre la pastera, que es una placa de hierro fundido colocada contra el muro con cierta inclinacion para retener las aguas con que se riegan. Las diversas sustancias que se han de mezclar se estienden sobre la pastera por lechos, ó capas sucesivas, á medida que se coloca una se riega bien en toda su estension, se vierte otra y se hace lo mismo, continuando hasta que se halla reunida toda la cantidad. Entonces por medio de rodos de madera ó hierro se procura hacer la pasta lo mas homogénea posible, volviendo los lechos, removiéndolos en todos sentidos hasta que no forme grumos la pasta. En este estado se vierten en las fosas destinadas á este objeto, donde permanecen en agua hasta el momento de su empleo.

Las proporciones indicadas son las que una larga práctica ha aconsejado como las mas convenientes, así es que se han ido modificando sucesivamente á medida que la naturaleza de las arcillas empleadas lo ha exigido. Debe, sin embargo, evitarse con cuidado escenderse en las proporciones del estiércol y pelo de vaca, pues como son materias combustibles dejan vacíos en los moldes, que determinan grandes filtraciones que despues originan grandes dificultades para reparar la masa metálica.

Moldeo de una pieza de artillería.

Los detalles de construcción que se van á esponer corresponden á todos los calibres hoy de ordenanza, sin mas diferencia que ligeras modificaciones que se desprenden naturalmente, conocidos que sean estos.

En el moldeo en barro el modelo y el molde de una pieza se compone cada uno de dos partes distintas. El molde del cuerpo de la pieza, que comprendiendo desde la faja alta de la culata hasta la mazarota, ó gran cilindro fundido á la vez que la pieza y cuyo objeto se indicará mas adelante, forma una masa bastante grande y pesada para que, especialmente en los calibres superiores, sea de difícil confección y manejo. El modelo de esta parte se ejecuta sobre un árbol de madera de gran diámetro en razon al enorme peso que ha de soportar.

El molde de la culata que comprende la lámpara, el cascabel y el agriz por el cual se fijará la pieza en el banco de barrena y torno. El modelo de esta parte, en razon á las cortas dimensiones del cuello y cascabel, es muy delicado de construir: es necesario hacerlo sobre un árbol de hierro de pequeño diámetro, y por lo tanto se comprende la necesidad de confeccionar esta parte separada del cuerpo de la pieza.

En las de grueso calibre es imposible construir el modelo y molde de la mazarota en el mismo árbol del cuerpo de la pieza, en razon á su gran longitud, por lo que se les construye en un árbol cualquiera de la manera que se dirá mas adelante.

Las dos partes distintas del molde, ó las tres en los gruesos calibres, confeccionadas separadamente sobre su mo-

delo particular, de la manera que se va á explicar, desembarazadas de sus modelos y recocidas se adaptan las unas á las otras por encastramiento para formar el molde completo de la pieza.

Disposiciones particulares para la confeccion del modelo del cuerpo de la pieza.

Husos.—*Lámina 2.^a, figura 1.^a* Esta parte del modelo se construye de barro ordinario sobre un árbol tronco-cónico de madera, que se llama *huso*. Se prefiere para hacerlo la madera menos flexible, mas ligera y mas seca, á fin de que soporte sin doblarse el peso de las tierras, el calor y la humedad de ellas durante el secado de las capas, y que no aumente con su peso el ya considerable de suyo que ha de sufrir. Su forma es tronco-cónica con el objeto de que, golpeando sus extremos, se desprenda fácilmente el molde cuando es necesario destruirlo al desmoldeo.

Su longitud depende necesariamente de la magnitud de la pieza que se ha de moldear. Sus diámetros deben estar en relacion con el esfuerzo que ha de soportar á la flexion, y ser en general de 14 á 18^m/_{in} menores que los correspondientes del modelo, á fin de poderlo cubrir de barro en toda su estension y darle á este la forma y dimensiones que se exijan.

—*Santeles ó caballetes.* Este huso descansa horizontalmente por sus dos extremos sobre dos soportes de hierro, llamados *santeles*, dispuestos perpendicularmente á la longitud del huso. Cada uno de estos santeles consiste en dos montantes verticales, sólidamente fijados al piso del taller y reunidos por arriba por una pieza horizontal de bastante longitud para permitir dos husos, colocados uno al lado de

otro y en sentido inverso, sobre los mismos santeles, sin que embarace á las diversas operaciones del moldeo.

A fin de que el huso pueda tomar el movimiento de rotacion, necesario á estas operaciones, los extremos del huso son de hierro cilindricos, torneados y descansando sobre coginetes de bronce dispuestos en los santeles. El todo termina en una cabeza cuadrada destinada á recibir una manivela de cuatro brazos, que sirve para imprimirle el espresado movimiento de rotacion durante el trabajo del moldista.

Con el objeto de evitar los movimientos en sentido de la longitud del huso y que el modelo pudiera sufrir por él, se pone entre el coginete y el huso una pieza de hierro en forma de muñon, que se oponga á él.

Debajo de cada pareja de husos, en el espacio comprendido entre los dos santeles, se hallan colocadas dos placas de hierro colado, inclinadas al centro y destinadas á recibir el combustible para sacar los modelos y moldes. Este combustible es carbon vegetal, ó algunas astillas de madera inútil, que se le da esta aplicacion.

La altura de los santeles y la distancia entre los husos dependen del rádio de los moldes terminados, que varía para cada calibre: mas para uno mismo deben ser las menores posibles, á fin de que el calor esté lo mas concentrado. Los husos están colocados en sentido inverso con el objeto de maniobrar á la vez con las manivelas sin inconveniente, aproximarlos para disminuir el vacio intermedio por donde el calor pudiera escaparse y economizar así el combustible.

Terrajas. El modelo del cuerpo de la pieza se ejecuta sobre el huso, como veremos mas adelante, por medio de capas de barro, dándosele la forma con la *terraja* (lá-

mina 3.^a, fig. 1.^a) Esta consiste en un grueso tablón revestido exteriormente y en la longitud de una de sus esquinas de una chapa de hierro recortada según la figura del perfil inverso del modelo. Esta parte se construye sobre chapa con el objeto de evitar se deforme, y no se use rápidamente en el trabajo que ejecuta, y que consiste en arrancar el excedente de barro colocado sobre el árbol del molde, á la manera que una cuchilla de torno. Para esto la terraja se fija en dos encastres practicados en los brazos horizontales de los santeles, de manera que se presenta aquella á la altura del eje del huso.

Diámetro del modelo. El trazado de la terraja se ejecuta de manera que satisfaga á ciertas condiciones que se exponen á continuación.

La estension de los moldes en el momento de la colada, su superficie interior mas ó menos áspera y la permeabilidad de las tierras, á fin de que la pieza al salir del molde presente superficies lisas, unidas y de exactas dimensiones. Como despues ha de ser torneada, se da al modelo las mismas del cañon concluido, aumentadas proporcionalmente de $11^m/m$, á fin de poder arrancarle los defectos que saque en la superficie despues de la colada.

Distancia de la terraja al huso. La terraja se separa por lo tanto del eje del huso lo suficiente para que el modelo adquiera las dimensiones modificadas, de que se ha hablado.

Para esto, en el lado opuesto á aquel en que está trazado el perfil se hacen mortajas, cuya distancia indica el diámetro de la mazarota, el del collarin y el de la faja alta de la culata; de manera que el moldista, tomando exactamente estos diámetros, pueda colocar la terraja de modo

que se obtenga el modelo con el exceso que se ha consignado, separándola ó aproximándola hasta que el compás marque el diámetro exigido.

Con el objeto de que el operario conozca los puntos donde deberá tomar los dos espresados diámetros lleva la terraja del lado del perfil tres rebajos semicirculares situados el uno frente al punto que en la longitud de aquel corresponde á la faja alta, el otro frente á la estremidad de la mazarota y el tercero frente al eje de muñones. Estos rebajos trazarán sobre la superficie del modelo, mientras este gire delante de la terraja, tres cordones en relieve que indicarán precisamente los puntos del modelo donde el moldista debe tomar las medidas, á fin de que este adquiera los diámetros exigidos y la pieza despues de barrenada quede con el espesor de metales conveniente.

Las curvas circulares que ligan los cuerpos entre sí son trazadas en el modelo por medio de la cuerda correspondiente á estos arcos con la escedencia suficiente para obtenerlas despues en el torno, única máquina donde podrian obtenerse con gran precision en la forma y en las dimensiones. Mas para estar seguro que estas curvas de union y en general todas las partes en relieve que lleva la pieza están bien situadas cuando aquella esté concluida, es necesario que la recta que en la terraja las marca sea en longitud mayor que la latitud de aquellas.

Por estas razones es mas conveniente dar al modelo dimensiones lineales en sentido del eje un poco mayores que las de la pieza concluida, á fin de obtener un escedente de metal de donde comer en caso necesario en el torno lo que exija el plano de aquella. La tulipa se une á la mazarota por medio de una recta que abraza una y otra dimension que presenta un cilindro del diámetro de la tulipa.

Las estremidades de la terraja tienen tambien trazados los *encastres* del molde del cuerpo de la pieza, que han de unirlo al de culata y mazarota, cuando esta se construye aparte.

Es de mayor interés fijar las dimensiones exactas de las diferentes partes que constituyen el cuerpo de la pieza sobre el perfil de la terraja, tanto para evitar grandes escedencias de metal que despues producen gran trabajo en los tornos, quanto para que haya siempre el suficiente para obtener en esta máquina y en los puntos exigidos los relieves y curvas que contenga.

Para que sirva como de norma en el trazado de una terraja, es necesario tener muy en cuenta la contraccion del molde por el que sufren las tierras al recocido, lo que se alarga aquel bajo la presion del metal líquido y por último la contraccion misma de este. Es una de las grandes dificultades de esta fabricacion si se han de conciliar los extremos antedichos, que tanto contribuyen á la baratura de ella y á su mayor ó menor perfeccion.

El punto mas esencial, que conviene tener presente es el que hace relacion á la escedencia de metal, tanto para no sobrecargar la pieza con el que sea inútil, como para que tenga bastante para que desaparezca en el torno los defectos que pueda adquirir durante la colada. La práctica seguida constantemente y con el mejor éxito en este taller para el trazado de la terraja consiste en marcar el perfil inverso de la pieza sobre una escedencia longitudinal, es decir en sentido del eje, de $10^m/m$ por metro.

Confeccion del modelo del cuerpo de la pieza.

Colocada la terraja sobre los brazos horizontales de

los santeles y fijada fuertemente por medio de cuñas en sus encastres destinados á recibirla á la altura y distancia conveniente del huso, se procede á la construcción del modelo.

Enatado del huso. Para esto se principia por dar una mano de jabon blando en toda la longitud del huso, á fin de que las lias de esparto no se adhieran demasiado á la madera. Acto seguido se empieza el *enatado* por medio de las espresadas lias. Se emplean tres clases de estas, clasificadas por número 1, número 2 y número 3 ^(a), su longitud es indefinida y se procura tener siempre grandes rrollos á prevencion. El moldista empieza por rodear el huso con estas lias, empleando ya de un número, ya de otro conforme pide la terraja, otro operario en la manivela va dando vueltas al huso y un tercero mantiene bien tirante la lia, á fin de que se adhiera perfectamente. Siempre que exija la terraja el cambio de número de las lias se sujeta la estremidad con un clavo al mismo huso. Así se continúa hasta que el perfil de la terraja queda á 3^m/_m próximamente en toda la longitud del huso ya *enatado*.

Capa de barro. En esta disposicion el huso, se procede á la construcción del modelo. Esta parte se hace con barro ordinario bien líquido, que se reparte en toda la longitud del huso y á cuyo fin el obrero lo estiende con la mano sobre las lias de esparto, mientras otro, haciéndole girar con la manivela, hace que la terraja lo reparta con

(a)

MILÍMETROS.

MILÍMETROS.

MILÍMETROS.

Las dimensiones { son las si- guientes	núm. 1 {	8 latitud 3 grueso	núm. 2 {	16 5	núm. 3 {	32 10
--	----------	-----------------------	----------	---------	----------	----------

igualdad. Cuando tiene ya las dimensiones prefijadas se le da la última mano con un barro bastante líquido, mientras tanto que girando el uso lo presenta delante de la terraja, adquiriendo por último el perfil y una superficie bien unida, sin grietas ni hendiduras.

En algunas fundiciones, especialmente las francesas, esta última capa de barro es reemplazada por el yeso y aun por el yeso mezclado con polvo de ladrillo. Esta práctica, únicamente dictada por un espíritu de economía, no tiene lugar en esta fundición donde las arcillas son baratas relativamente al yeso y para evitar las contracciones que experimenta esta materia al secarse.

Terminado el modelo del cuerpo de la pieza se le da un baño de sebo fundido para evitar la adherencia que resultaría en su unión con la primera capa del molde.

En este estado se procede á la colocación de los modelos de los muñones, contruidos por el procedimiento que se va á describir.

Confeccion de los modelos de los muñones y de los platillos.

Lámina 4.^a El modelo de los muñones se hace de yeso en una matriz ó molde de la misma materia por el procedimiento empleado por los fabricantes de figuras de yeso. Esta matriz (fig. 1.^a) presenta un vacío de la misma forma que el muñon con su contramuñon aumentados de 10 á 12 milímetros en el diámetro; está dividida por un plano que pasa por el eje del muñon en dos partes (fig. 1.^a) que se reunen por medio de dos ó tres tetones salientes en el plano de una de ellas que encajan en huecos practicados en el de la otra: estas dos partes de la matriz son á su vez

construidas sobre un modelo primitivo del muñon hecho de madera por los medios conocidos del torno. Antes de verter el yeso liquido en esta matriz se humedece su cara interior con aceite para evitar la adherencia de aquel. Se reunen las dos partes, se les asegura con algunas vueltas de cordelillo, se hace el yeso aparte por el operario y lo cuela en la matriz ya dispuesta, inclinándola á uno y otro lado para que el yeso cubra bien todas las partes del molde. Acto continuo empieza á fijarse el yeso, y entonces el operario engrasa el sobrante ó lo vierte. Solidificado el yeso se desatan las ligaduras, se separan las dos partes de la matriz y se retira sin dificultad el modelo del muñon con su refuerzo ó contramuñon.

Por el procedimiento explicado se obtiene este modelo en hueco, para lo cual se coloca en el centro de la matriz un cilindro de madera, cuya diferencia en los diámetros sea igual al espesor que ha de quedar en el yeso que es de 18 milímetros. Este hueco tiene por objeto evitar el tallado que seria necesario para dar paso al clavo que le fija en el uso, como se dirá mas adelante.

Tambien se suelen construir estos modelos, ya confeccionándoles sobre un huso pequeño y dándole la forma con una pequeña terraja, en cuyo perfil se presenta aquel haciéndole girar; pero ninguno presenta las ventajas y prontitud del descrito, que es el empleado hace muchos años en esta fundicion.

Cuando se destruye este modelo para que deje en el molde el vacío que despues de lleno por el metal ha de constituir el muñon de la pieza, como se verá mas adelante, queda una abertura en el molde que es necesario cerrar para que el liquido no escape por ella. Esto se consigue por medio de un platillo de barro, cuyo diámetro es

bastante mayor que el de los muñones, y que se encuentra en el cuerpo del molde; estos platillos se construyen en gabelas de madera que tienen las dimensiones que corresponden á cada pieza.

Colocacion de los modelos de muñones y contramuñones sobre el modelo del cuerpo de la pieza.

Posicion de los muñones. La posicion de los muñones en las piezas de artilleria con relacion á las demás partes que las constituyen se halla determinada para cada calibre. El eje de los muñones es siempre perpendicular al de la pieza y puede estar situado de manera que sea inferior ó cortar á aquel segun tambien cada calibre; su distancia á la faja alta de la culata está determinada en cada uno de ellos, y estas dimensiones figuran en las tablas de construccion de cada una de ellas. Es, pues, de la mayor importancia esta operacion que además exige instrumentos de fácil manejo para los operarios, pero de bastante precision al propio tiempo.

Para adoptar, pues, estos modelos al del cuerpo de la pieza se recordará que la terraja tiene un pequeño rebajo circular que trazaba en este un cordoncito ó junquillo, fijaba al operario el punto á partir del cual y hácia la culata debe colocar los muñones. Para proceder, pues, á esta operacion se principia por marcar con el ayuda de un nivel pequeño de peso un punto correspondiente á la generatriz superior del tronco-cono, y á una distancia cualquiera en el mismo se fija otro punto con el mismo instrumento, los que unidos entre sí marcarán una de las trazas del plano vertical que pasa por el eje de la pieza. Para marcar en el lado opuesto la otra traza se

toma en un compás curvo el lado del cuadrado inscrito en este círculo á partir de la traza ya indicada, y haciendo girar el huso se toman á derecha é izquierda estas distancias que determinarán la traza opuesta. Tomando ahora como punto de partida estas líneas y con arreglo al calibre de la pieza se fija la posición del eje de muñones inferior, ó á la altura del eje de aquella, y como la distancia á la faja alta de la culata es conocida, se determina con gran exactitud el punto proyección del eje de muñones. En este punto se clava un fuerte clavo en el huso, se sienta el modelo del muñon de manera que quede bien centrado respecto á este punto y con una lechada de yeso se asegura el todo al clavo. Para esta última operación se hace uso de una plantilla en forma de compás, cuyos brazos indican poniendo tangentes por una generatriz los modelos indicados, la posición de estos.

Dispuesto así el modelo se procede á la confección del molde despues de bien seco el baño de sebo.

Confección del molde del cuerpo de una pieza.

El molde del cuerpo de una pieza se compone de capas concéntricas de barro, aplicadas sucesivamente sobre el modelo y aseguradas por medio de herrajes convenientemente dispuestos.

Formar y secar las primeras capas del molde. Despues de estar el modelo concluido, bien seco el baño de sebo y colocados los de los muñones y contramuñones, el operario aplica con la mano y en toda la estension de aquel una capa de potea ó barro fino sin hacer uso de la terraja. Tiene cuidado de dejar la impresión de los dedos en esta capa y en las sucesivas, con el objeto de que las si-

guientes engranen, por decirlo así, y formen un todo compacto. Regularmente con cuatro capas de potea es bastante para dar un espesor de 1 á 2 $\frac{1}{m}$ que es suficiente para el objeto á que se aplica. Estas capas, como se ve, se dan lo mas delgadas posibles para que se sequen pronto y evitar las grietas y hendiduras que de otro modo se producirían. Por esta misma razon se les seca tambien al aire libre, no empleándose el fuego mas que cuando una urgencia grande lo exige, y para esto con grandes precauciones y no empleando mas que carbon de encina.

Se procura no aplicar una capa hasta que la precedente esté bien seca, y ya para las últimas se emplea el fuego para secarlas de la manera y con las precauciones indicadas. A este fin y para evitar que no reciba la accion de aquel durante mucho tiempo una parte del molde, se hace girar el huso á medida que el operario observa que es necesario.

La capa siguiente está formada por mitad de barro ordinario y potea á fin de evitar la rápida deterioracion de los herrajes y que el tránsito de una á otra sea tambien menos brusco; ya á partir de esta el fuego se va aumentando progresivamente.

Se continúa reforzando el molde por capas sucesivas de barro ordinario que tienen de grueso generalmente de 7 á 8 milímetros. El espesor total que ha de adquirir varia con el calibre; por lo regular es de 6 á 7 $\frac{1}{m}$ en los cortos y de 11 á 12 $\frac{1}{m}$ en los grandes. Suele suceder que á pesar de todo el cuidado que es necesario tener para conducir el fuego que va secando las sucesivas capas de barro se forman grietas de alguna consideracion, las cuales son rellenas con el mismo barro á fin de dejar el molde bien igual por todas partes.

Herrajes. En este estado el molde está á punto de recibir el herraje; para esto se coloca una plancha de madera que alisa la superficie en toda la estension del molde, para lo cual se le hace girar con la ayuda de las manivelas: en seguida se aplican las primeras bandas de hierro repartidas proporcionalmente alrededor del molde y en toda su longitud. Estas bandas, interin no se las sujeta por los cercos, se fijan con barro á la superficie del molde: se les forja dándole el perfil aproximado del molde, mas como seria dificil sostenerlas en esta posicion se les asegura además con unos alambres de hierro que se quitan en el momento de empezar á colocar los cercos. Estos, bien sean á charnela, bien sin ella, que es como regularmente se usan, esceptuando en los morteros y cañones de grueso calibre, presentan en sus extremos dos ganchos que sirven para fijarlos sobre el molde por medio de muchas vueltas de alambre que abrazan los correspondientes á cada uno de ellos.

Para esto se usa de un pequeño instrumento de hierro en forma de S llamado *Torneador*, que se introduce entre los hilos del alambre y sirviéndose de él como de una pequeña palanca para torcerlos y obligarlos á unirse. Para facilitar esta operacion, así como para aproximarse los extremos del cerco que se han de unir, se emplea tambien una tenaza grande de hierro de largos brazos que, asegurando por sus extremos mas cortos los del cerco, se les obliga con los mas largos á aproximarse.

Si todos los cercos estuviesen unidos sobre una generatriz del molde resultaria, en el momento de la colada, en que siempre cede alguna cosa esta liga dura, que la seccion seria eliptica. Para evitar este accidente no hace muchos años se efectuaban aquellas en forma de hélice

en toda la longitud, mas la práctica ha enseñado la inutilidad de esta disposicion, que complicaba el trabajo tanto de construccion como al deshacerla despues de fundido por las muchas vueltas que habia de dar el molde: asi es que hoy solo se conserva el hacerlas invertidas á partir de una generatriz; ó lo que es lo mismo, si una tiene lugar en la superior del molde, la siguiente lo es en la que se halla en el diámetro perpendicular á la anterior, la siguiente otra vez sobre la primera y así sucesivamente. De este modo con solo hacerla girar $\frac{1}{4}$ de vuelta se completa y termina la operacion.

Los moldes de los muñones se rodean tambien cada uno de un cerco ligado de la manera que queda dicho, que á su vez abraza la banda de hierro que lleva en su extremo el gancho por donde despues se ha de manejar el molde en la fosa. Las restantes bandas llevan en el extremo que corresponde á la parte inferior del molde un pequeño gancho que ha de servir para unir el molde de la culata, como se verá mas adelante.

El número y fuerza de las bandas y cercos varía con la magnitud del calibre. En cada herraje, por ejemplo, para cañon de á $12 \text{ }^{\circ}/\text{m}$ corto llevan 12 bandas y 22 cercos: en el de á $8 \text{ }^{\circ}/\text{m}$ 10 bandas y 15 cercos: en los de á 16 y 24 12 bandas y 24 cercos.

Sentado ya y ajustado todo el herraje, se le da una gruesa capa de barro hasta recubrirlo: esta capa se seca como las anteriores. Cuando ha adquirido ya el espesor conveniente, se *enrasan* las cabezas del molde y los muñones, que no es otra cosa que igualar las superficies por medió de un pico de albañil, que se le hace penetrar hasta el modelo, dejando bien marcada la seccion del molde por sus dos estremidades. Se arranca el clavo que sirvió para

fijar los modelos de los muñones, se deshacen estos y se penetra hasta descubrir el modelo.

Ultimamente se le da una mano de barro muy líquido, dejando por lo tanto su superficie bien lisa, y cuyo objeto no es consolidar el molde sino preservarlo de la humedad de la tierra.

Terminado el molde y bien seco se levanta por medio de cabriolé ó á palanca, segun el calibre, y se le coloca sobre una zorrilla, que nos es mas que un pequeño carro de dos ruedas, donde se le hace descansar sobre apoyos de esparto para evitar que los choques lo deterioren. Acto continuo se procede á sacar el huso, para lo cual se dan fuertes golpes en sus estremidades por medio de un cilindro de madera, en cuyos extremos tiene dos agujeros por donde pasan dos cuerdas que sirven para darle impulso en el choque. Esta especie de motor á brazo recibí en esta fábrica el nombre de *mozo*. La forma tronco-cónica del huso facilita su deprendimiento; además se saca á mano la cantidad de lias de esparto que buenamente se desprende, se sacan las tierras que al propio tiempo caen, y por último, cuando se ha conseguido sacar el huso, se acaban de desprender las tierras que continúen adosadas al molde por medio de una cuchilla de hierro montada en un vástago de madera y llamada *partesana* hasta obtener aquel perfectamente limpio. En este estado el molde del cuerpo de la pieza está terminado; se le trasporta delante del horno, donde ha de tener lugar la fundicion para sujetarlo á las operaciones que mas adelante se describirán.

Construccion del modelo y molde de la culata.

Ya se ha dicho la razon que impide construir á la vez

el modelo y molde de la culata con el del cuerpo de la pieza y por lo tanto la necesidad de hacerlo separadamente. Este molde y su modelo consta de la lámpara, cuello del cascabel, cascabel y el agriz, ó sea la parte que despues servirá para sujetar la pieza en el banco de barrena y torno.

El modelo y molde de la culata se construyen sobre un árbol de hierro cónico y á fin de que se pueda retirar fácilmente, así como para que presente bastante resistencia. Este árbol ó huso está colocado horizontalmente sobre santeles de la misma forma; pero de dimensiones proporcionales á las que se han descrito al hablar del cuerpo de la pieza. Están dotados de sus correspondientes manivelas á fin de hacerlos girar cuando sea necesario.

Este modelo se construye en yeso con el auxilio de una terraja que lleva el perfil inverso de las partes de la pieza que han de constituir la culata. Esta terraja se afirma sobre los santeles de la misma manera que la que sirve para el cuerpo de la pieza. Se principia por *enatar* el huso con las lias de esparto del número 2, presentándolo á la accion de la terraja hasta que esta quede $3^m/m$ de las lias. Acto continuo se vierte una lechada de yeso sobre el huso enatado, haciéndola girar para que la terraja lo reparta uniformemente en toda su estension y así se continúa hasta que la capa solidificada de yeso tenga los $3^m/m$ de espesor. Cuando está bien seco el yeso se le da un baño de sebo á fin de que las tierras no se adhieran á él y queda el modelo terminado.

Concluido el modelo y seco el baño de sebo se le aplica á mano una capa de potea ó barro fino, repartiéndola con uniformidad en toda la longitud de aquel. En la parte correspondiente al agriz se supe con dos modelitos de madera las piezas por donde despues ha de encajar en el

banco de barrena y torno. Cubierto en toda su estension el modelo, se deja secar al aire libre esta primera capa de potea, teniendo cuidado de dejar la impresion de los dedos en ella á fin de que la capa siguiente penetre y se adhiera á esta. De esta manera se le dan cuatro capas de potea, secándolas sucesivamente y á medida que se van poniendo. Para el crecimiento del molde por las capas sucesivas de barro ordinario se sigue exactamente la misma práctica que se ha dicho respecto al del cuerpo de la pieza. Cuando el molde ha adquirido de esta manera un espesor de 13 á 14 $\frac{1}{m}$ se alisa la superficie con la plancha de madera para recibir el herraje.

Herraje. Este se compone de seis bandas de hierro recodadas y tres cercos construidos con las mismas condiciones que los descritos anteriormente. Se cubre este herraje de una capa de yeso ordinario á fin de consolidarlo, y una vez seca esta última se procede á levantar el molde.

Esta operacion tiene lugar levantando el modelo y molde terminados y apoyando el extremo del huso en el suelo, se golpea sobre este sujetando la parte del molde, á fin de que se desprenda el huso con el modelo, que sirve para las operaciones sucesivas, resanando aquellas partes que se hayan deteriorado. Se limpia el interior del molde, se extraen los modelitos de madera que sirvieron para el agriz y queda aquel terminado.

Construccion del modelo y molde de la mazarota.

Quando las piezas son de grueso calibre, no es posible construir sobre un mismo huso el modelo y molde de la

mózarota con el del cuerpo de la pieza, como sucede en los pequeños.

Para construirlos, pues, separadamente se emplean los mismos husos que para la pieza, si bien con el objeto de utilizar el trabajo y economizar la mano de obra se construyen en cada huso dos ó tres segun las dimensiones. El enatado del huso, aplicación de las primeras capas de barro y manera de practicar estas operaciones, son exactamente las mismas que para el cuerpo de la pieza, si bien el perfil de la terraja es una línea recta. Se obtiene por este medio un cilindro de las mismas dimensiones que el del cuerpo de la pieza en la parte superior de la tulipa.

Concluido este modelo y dado el baño de sebo, se le aplican de la manera ya indicada el mismo número de manos de potea que al del cuerpo de la pieza. Se aumenta progresivamente su espesor por medio de capas de barro ordinario, hasta que este sea el mismo que el del molde de la pieza. Se le coloca su herraje compuesto del mismo número de bandas rectas de hierro y sujetas por círcos iguales á los empleados en el molde de la pieza. Estas bandas están terminadas por unos ganchos pequeños que sirven para unir y ligar este molde al del cuerpo de la pieza. Terminado este molde se separan el número de mazarotas que en cada huso se hayan construido por medio de una sierra, teniendo cuidado de no tocar á aquel. Acto continuo se levanta y separan, enrasando sus extremos y abriéndole con una barrena el bebedero por donde ha de recibir el molde el metal líquido.

Construcción del modelo y molde de un mortero.

Esta clase de piezas se funden en hueco y por lo tanto

la construcción del molde exige la de un ánima que producirá en aquel un vacío de la forma del ánima y recámara, y cuyas dimensiones difieren muy poco de las definitivas.

Esta ánima tiene la forma de un cilindro terminado por un tronco de cono de la misma forma que la recámara del mortero. Al otro extremo termina en un plato, al cual se adaptará el molde colocado encima de ella en la fosa.

Lámina 4.^a—Figuras 2.^a, 3.^a y 4.^a Se construye el ánima, plato y encastramiento sobre un árbol tronco-cónico de hierro, apoyado sobre santeles de la misma forma que los ya descritos. Este huso se enata de la manera que ya se conoce sirviéndose de una terraja que tiene el perfil inverso de esta parte. Se empiezan á dar capas de corto espesor de barro ordinario, á fin de darle fortaleza. Cuando se ha llegado á los dos tercios del espesor total se la coloca un firme herraje compuesto de bandas pequeñas recodadas como exige el perfil y sujetas con cercos tambien pequeños, que se alambran de la manera ya dicha. Sobre este herraje se continúan dando manos de barro de corto espesor hasta que á los $\frac{5}{6}$ del total se le coloca otro segundo herraje compuesto de bandas que abrazan toda la estension del ánima y se sujetan tambien por medio de cercos.

Figuras 5.^a, 6.^a y 7.^a En este estado se le dan las dimensiones prefijadas por medio de otra terraja que tiene el perfil exacto del ánima concluida. Terminada de este modo se le quita del santel, se le estrae el árbol y se le sacan las lias. El hueco que resulta sirve para recocerla, operacion que llevada á cabo se rellena dicho hueco con arena apisonada fuertemente y un taco pequeño que cierra la parte superior.

Para recocerla se apoya en el suelo sobre tres ladri-

llos y haciendo fuego de astillas pequeñas de madera se conduce muy lentamente al principio, aumentándolo después hasta conseguir espela la humedad que pudiera contener.

El molde y el modelo del mortero se construyen por los procedimientos ya conocidos al tratar de las demás piezas. La única diferencia es que en este molde no hay culata y que en razón á su poca longitud se construye á la vez la mazarota; esta se coloca en la parte de la culata, porque estas piezas se funden por la parte inferior. Como estas piezas son hoy las únicas que llevan asas, el procedimiento de moldeo sufre la modificación consiguiente á esta diferencia.

Figuras 8.^a y 9.^a Los modelos de las asas se construyen en matrices de yeso que á su vez son confeccionados de la misma materia á favor de un modelo de madera: el ajuste de las dos partes de esta matriz se verifica de un modo análogo al indicado al hablar de los modelos de muñones y contramuñones: el de las asas se hace de una mezcla de cera amarilla y pez de resina en la proporción de 1 á 6, que se funde á la vez en un recipiente de hierro. Asegurada la matriz y revestidas sus paredes interiores con un baño de una disolución en agua caliente de jabón y aceite, se cuele la pez y se inclina la matriz á un lado y otro á fin de que se reparta por toda la estension; se vierte el sobrante y se vuelve á empezar del mismo modo hasta que se consigue tenga un espesor solidificado de 4 á 5 milímetros. Se introduce en agua la matriz para que se acabe de fijar la cera, se abre y se retira el modelo, que será una asa hueca.

Algunas veces, especialmente cuando hay mucha urgencia en el trabajo, se suele hacer de yeso este modelo

para lo cual se cuele la lechada en la matriz de la manera que se ha dicho al tratar de los muñones.

El uso de la cera es mas comun por la ventaja de no haber necesidad de retirar el modelo cuando se ha concluido el molde; es bastante fundirlo con el ayuda del calor, mas entonces esta cera derretida se filtra en las paredes del molde y da lugar en el acto de la fusion, al llegar el metal liquido, á cavidades que perjudican la bondad de las piezas. Así, pues, este procedimiento se ha calificado de vicioso, mas en cambio el empleo del yeso ofrece el inconveniente de tener que abrir el molde para estraer el modelo y por mas precauciones que se adopten siempre es imperfecta la manera de cerrar este vacío que queda.

Su colocacion en el modelo del mortero tiene lugar á favor de dos cordones que marcan en la terraja el punto donde debe ir el asa y con una especie de cartabon ó escuadra se marca su altura.

El resto del molde no ofrece de particular respecto á lo indicado en las demás piezas, sino que teniendo en cuenta la débil tenacidad de los barroes que produciria tal vez la destruccion del ánima en el momento de la colada, ha hecho adoptar el medio de fundirlos á sifon, es decir, que el metal se introduzca por la parte inferior por una canal hecha tambien de barro.

Lámina 3.^a—Figuras 1.^a, 2.^a y 3.^a Para construir este canal se fija sobre el modelo del mortero en el punto que corresponde al mas bajo del ánima una pieza recodada llamada *Trompa*, que en la confeccion del molde y despues de haberle cubierto con las capas de barro necesarias dejará á su retiro la parte inferior de la canal, ó sea su encastramiento con el modelo de la pieza. En el borde

superior de esta trompa y por encastrés sucesivos se adaptan muchos otros cilindros huecos hechos también en barro sobre árboles de madera ó hierro y que también llevan su herraje con bandeletas y cercos ligados entre sí por alambre: el conjunto ó reunión de estos cilindros forman un tubo que, elevándose verticalmente hasta la altura de la mazarota, recibirá el metal líquido en el momento de la colada. El diámetro interior de estos tubos es de 0,™ 045.

No deja de presentar inconvenientes este sistema de colar estas piezas, tanto por lo que embaraza su colocación en la fosa, como por la facilidad de interrumpirse la corriente por la presencia de cuerpos extraños que produzcan un resfrio del metal. Así es que en esta fundición se ha adoptado la práctica de hacerlos tomar el metal hasta la altura del ánima por la parte inferior á sifon, y el resto del molde se cuele por la mazarota como cualquier otra pieza.

Fundiéndose aun en esta fábrica los morteretes que sirven para probar la pólvora, se hace necesario dar alguna idea sobre el sistema que se sigue para su moldeo, que difiere algun tanto de los gruesos morteros. En primer lugar, fundiéndose en sólido, no hay necesidad de construir ánima, por lo tanto su modelo y molde se construye sobre un huso de madera de los destinados á las piezas mas pequeñas. Mas como quiera que es necesario fijar sobre este modelo, el de la placa, cuña y cazoleta, se sigue á este fin un procedimiento que se separa algun tanto de los ya esplicados.

Terminado el modelo del cuerpo del mortero se fija sobre él el modelo en yeso de la placa, cuña y cazoleta construidas en matrices á propósito. Para colocarlos en el modelo se hace uso de un nivel con el que marca sobre este la

traza del plano vertical que pasa por el eje de la pieza: marcada esta línea se fija por medio de dos clavos la placa, dándole la inclinacion de 45° con el mismo nivel y de manera que dicha línea la divida en dos partes iguales. Situada esta se adapta el modelo de la cuña de manera que toque tanto al cuerpo del molde como al de la placa y se sujeta tambien con el mismo clavo que sirve para la placa. La cazoleta se fija en el cordon que traza la terraja del modelo de la pieza, pegándola con un poco de sebo.

El resto del molde se concluye de la misma manera que cualquiera otro y lleva su correspondiente herraje. Terminado el molde se vacían los modelos de yeso, haciendo uso de un largo cincel que penetra hasta el de la pieza. Se levanta el molde, se extrae el huso, se limpia interiormente y se conduce á la fosa.

Recocido de los moldes.—Encastramientos.—

Fosa y canal.

Conducidos los moldes del cuerpo de la pieza, culata y mazarota, cuando este se construye por separado, delante de la fosa del horno, donde ha de tener lugar la fundicion, se les coloca verticalmente por su extremo inferior sobre una hornilla hecha de ladrillos ordinarios, que se destruye despues del recocido. Los huecos de los muñones se cierran con una caja de chapa de hierro con una abertura para introducir el combustible.

La parte superior del molde se cubre con una tapadera de chapa revestida de barro, que tiene en su centro una abertura para facilitar el paso de la llama, por donde se introduce tambien el combustible.

Durante tres dias consecutivos se conduce el fuego muy lentamente, alimentándolo solo con carbon vegetal

que se introduce por el hueco de los muñones. Al propio tiempo y solo durante dos dias, tambien se recuecen lentamente los moldes de las culatas, así como los platillos que despues han de cerrar los huecos de los muñones. Al tercer dia se le da ya un recocido de astillas delgadas conduciendo el fuego muy despacio; la práctica aconseja no consumir en la hora que dura este recocido mas de media arroba de astillas por cada molde. De cuando en cuando se estraen las brasas acumuladas en la hornilla, que producirían por su aumento una concentracion de calor perjudicial al molde. Se tiene mucho cuidado de dejar todas las noches bien cerradas las aberturas del molde, á fin de que el calor se concentre en el interior y vaya es-
peliendo la humedad al esterior.

Al cuarto dia y á primera hora se da un fuerte recocido de astillas hasta obtener en dos horas próximamente un color del rojo blanco en el interior del molde. Al principio de este recocido la llama que sale por la parte superior es muy oscura, llena de humo y con cierto olor característico de la humedad que consigo arrastra: á medida que el fuego aumenta se va aclarando poco á poco y el olor desapareciendo, y si se observa el interior del molde por el muñon se verá un color rojo oscuro en las paredes interiores de aquel. Continuando el fuego mas activamente, la llama concluye por despejarse, el molde ha adquirido un color blanco, empieza á manifestarse un principio de vitrificacion en las tierras y es el momento oportuno de suspender el fuego y cerrar herméticamente todas las salidas ó escapes de calor, enlodándolas con barro. La conduccion del fuego en esta operacion, acaso la mas delicada, pues de ella casi depende el éxito de la fundicion, exige el mayor cuidado, inteligencia y celo. Es muy difi-

cil dictar reglas seguras é infalibles para obtener un buen recocido, y puede asegurarse que solo una prolongada práctica es la que puede en definitiva garantir su buen resultado. La concentracion de esta gran temperatura en el interior del molde, provocada por el sistema de cerrar todos los puntos de acceso del aire exterior, conduce á la espulsion completa de la humedad.

Es necesario no desarrollar un gran calor al principio, pues se corre el riesgo de llenar de grietas interiormente el molde, que dan lugar á filtraciones perjudiciales para las piezas.

En este estado se dejan veinticuatro horas los moldes, al cabo de las cuales se destapan y dejan diez y ocho horas para que se enfrien completamente. Cuando se ha conseguido esto, se procede á darle un baño de cenizas desaladas, es decir, privadas de las sales que generalmente le acompañan. Para esta operacion hay que suspender el molde por medio del cabriolé, máquina que se describirá al tratar de los hornos de fusion.

Naturalmente esta operacion ha producido alguna humedad de que es necesario privarle. Para esto se queman en su interior algunos haces de paja de centeno que produce mucha llama y poco calor, hasta que se observa que el molde interior queda blanco, en cuyo caso se suspende el fuego. Tambien suele añadirse algunas astillas para que se complete la espulsion de la humedad.

En seguida se suspende de nuevo el molde, se destruye la hornilla sobre que descansaba y se dispone todo lo necesario para encastrar el molde de la culata.

Iguales operaciones que las ya descritas tienen lugar con este, esceptuando el recocido de astillas que por la poca masa no es indispensable.

Al la par que se efectúan las operaciones indicadas se han empotrado los moldes de las culatas en los canastones de bronce (fig.), cuyo objeto es darle solidez, puesto que sobre él ha de descansar el resto del molde de la pieza. Para conseguirlo, se fija en el canastón por medio de yeso que se vierte en su fondo y antes que se solidifique se introduce el molde de la culata, moviéndolo circularmente, á fin de que se adhiera aquel en todos sentidos.

Encastramiento. Antes de proceder al encastramiento de estas dos partes del molde se ponen los platos en los muñones, haciendo uso de una fuerte cruceta de hierro con ganchos en los extremos de sus brazos, que corresponden con otros idénticos del molde del cuerpo de la pieza, asegurándoles entre sí por medio de alambre entorchado. Para prevenir las filtraciones por este punto se pone encima, revistiendo toda esta parte, yeso liquido que se fija inmediatamente de estendido.

Suspendido el molde por medio del cabriolé, se aproxima el canastón con la culata hasta colocarla en la vertical de aquel, se sienta bien horizontalmente, se toma el diámetro del encastramiento para rectificarle con el de la culata, se estiene un poco de barro consistente todo alrededor en el plano de aquel y se hace descender el molde muy despacio hasta que quede sentado sobre el canastón. Se ponen las ligaduras de alambre en los ganchos de uno y otro y se entorchan fuertemente, teniendo cuidado de operar á la vez sobre ganchos opuestos. Concluida esta operacion se toma bien de yeso todo alrededor para evitar la filtracion, y se conduce el molde por medio del cabriolé al interior de la fosa situada delante del horno.

Fosa. Antes de descender el molde ya completo al fondo de la fosa, se abre en esta un agujero donde pueda pe-

netrar toda la parte inferior del canaston, se hace descender aquel, se apisona fuertemente, se nivela y queda fijado definitivamente. En esta posicion la parte superior de la mazarota debe quedar de nivel y á la altura del agujero de la colada. Cuando la mazarota se construye aparte, el molde debe quedar á la distancia del espresado agujero de la altura de aquella. Así todos los moldes de un mismo calibre estarán á una misma altura. Los moldes se sitúan en la fosa de manera que los bebederos se hallen enfrente unos de otros y todos al eje longitudinal de aquella, excepto los dos primeros que estarán en direccion de las diagonales.

En los de grueso calibre se introduce su tapadera de madera de diámetro igual al interior de la mazarota, que cubre el cuerpo del molde y evita se introduzca nada. Tambien se cubre por su parte superior con un lienzo, que se sujeta con un alambre, y se tapan los bebederos con una chapa de hierro sujeta del mismo modo.

Todas estas operaciones se repiten con cada molde: en seguida se empieza el enterrado por capas sucesivas de tierra bien apisonada con pisonos de hierro, que se calientan, para evitar la adherencia de aquellas, y que se reemplazan cuando están frios. La tierra que se emplea debe estar ligeramente húmeda á fin de que se incorpore mejor; se principia por capas de poco espesor, que se van aumentando progresivamente desde los muñones á lo alto de la fosa.

El apisonado requiere mucha uniformidad y cuidado, en especial á la altura de los muñones, para evitar golpes en esta parte tan delicada del molde. Cuando se ha llegado tres centímetros mas bajo que los bebederos se suspende y dispone todo para la construccion de la ca-

nal, que ha de conducir el metal liquido á los moldes.

Canal. La canal se compone de una *maestra* que, partiendo del agujero de la colada del horno, termina á la altura de la última linea de moldes, de otras laterales que conducen el metal á estos, agrupados dos á dos ó tres á tres segun el calibre. La *maestra* está dividida por medio de *paletas* de hierro, que se levantan sucesivamente, en tantas partes como grupos de moldes han de recibir metal á la vez. Para facilitar despues de la fundicion el arranque del bronce, que queda en la canal, se colocan debajo unas *bragas* de hierro en forma de U con sus extremos en ganchos. De estas se colocan tantas cuantas se crean necesarias para dividir la canal en trozos manejables.

Las dimensiones que se le den á esta deben ser las menores posibles, á fin de que el metal no presente una gran superficie al contacto del aire y se enfrie, pero al mismo tiempo debe ser capaz de contener la cantidad de metal suficiente para suministrar la colada de los moldes. Asi, pues, con 0^m, 2 de altura y profundidad generalmente es bastante. Toda ella se construye con ladrillos ordinarios ligados con barro basto. A la canal *maestra* se le da una ligera inclinacion á partir del horno, asi como una capa de cenizas desaladas á todas las partes que se han de hallar en contacto con el bronce, para evitar la adherencia de este; se llena de carbon vegetal y se procede á su desecacion y rococido. El fuego permanece en la canal hasta momentos antes de efectuar la colada. Entonces tambien se acaba de llenar la fosa de tierra hasta la altura total, se reconocen los moldes interiormente, se estraen los cuerpos estraños que hayan podido caer dentro, se estraen las tapaderas, se quitan las chapas de los bebederos y todo queda dispuesto para recibir el metal procedente del horno.

PÁRRAFO SEGUNDO.

Moldeo en arena de una pieza de artillería.

Lámina 6.^a Este sistema de moldeo, que procede de Inglaterra, fué adoptado en Francia en 1793 como mas económico y ligero, especialmente para las piezas de campaña, se ha seguido tambien en Rusia hace algunos años y aunque se emplea en Bélgica al menos para las piezas de corto calibre, no es por cierto el mejor respecto á la calidad de sus productos. Sin embargo, con el objeto de que sea conocido se espondrá brevemente el detalle de sus operaciones, á fin de que puedan ser comparadas con el que se acaba de describir.

Modelo.—Figura 1.^a El modelo de la pieza comprendido el de la culata y mazarota está construido de hierro colado, ó de cobre, y separado en diversas partes, que constituyen reunidas por encajes la pieza que se quiere fundir con su mazarota; este modelo lleva consigo los aumentos necesarios á las contracciones de las arenas con que se ha de confeccionar el molde. Esta contraccion se aprecia en seis milímetros por metro en las longitudes, y cuatro milímetros con cinco décimas en los diámetros.

Con el objeto de disimular lo mas posible las irregularidades del moldeo en los puntos correspondientes á los encajados, se hacen las secciones en el modelo á la altura de las molduras, y de esta manera el desmoldeo ó separacion de las partes del modelo del molde se hace cómodamente. En la culata, en razon á la diferencia de diámetro de sus diversas partes, se divide su modelo en dos por medio del cuello del cascabel.

Todas las partes del modelo, esceptuando las del cascabel y el *agriz*, son huecas y tan delgadas como sea posible, á fin de hacerlas mas ligeras y manejables; sin embargo, se les da cierto espesor para que no se tuerzan y tengan larga duracion.

Del molde.—*Figura 4.ª* El molde se compone de una capa espesa de arena apisonada entre el modelo y una envuelta de hierro colado, que sirve para dar consistencia al molde. Esta envuelta está dividida en diversas partes correspondientes á las del modelo, escepto las dos inferiores 6 y 7 que contienen la culata y que se ensamblan á la altura del diámetro mayor del cascabel, á fin de poder desmoldear con comodidad esta parte del modelo y son de una sola pieza.

Las restantes 1, 2, 3, 4 y 5 están á su vez divididas en el sentido de su longitud en dos iguales, que están provistas siguiendo la linea de separacion de multitud de agujeros y bolones para chavetas que sirven para reunir las entre sí. Todas ellas llevan rebordes circulares por medio de los cuales se encastran unas entre otras por medio tambien de bolones y chavetas. Una gruesa placa circular de hierro colado (8) con bolones cierra el molde por abajo cuando se coloca en la fosa.

Figura 5.ª Las partes de caja correspondientes al cuerpo de muñones llevan un saliente proporcionado á la altura de estos y al espesor de arena que debe recubrirlos. Estos salientes se cierran despues con fuertes placas de hierro colado por medio de tornillos y tuercas. Tambien lleva cada parte de caja dos asas para manejarlas con facilidad; su interior está rayado á fin de mantener la arena del molde, que de otro modo se destacaria por su propio peso.

El espesor de la arena, ó sea el intervalo entre el modelo y las cajas, es de 60 milímetros para los gruesos calibres y de 45 milímetros para los pequeños.

De la arena. En este sistema de moldeo se emplea arena cuarzosa de fragmentos angulosos, muy arcillosa, exenta de materias calizas: esta arena es regularmente plástica y suficientemente refractaria. La presencia de las materias calizas (que se reconoce por su efervescencia con los ácidos) es muy perjudicial por lo fusible y porque deformaría el molde, dejando adherirse las partes vitrificadas á la superficie de las piezas.

Para prepararla se le deja secar al aire libre ó al sol, se tamiza para separar los granos cuarzosos de la arcilla y emplear estas materias en las proporciones convenientes á los objetos que se han de moldear, teniendo en cuenta que debe ser tanto más plástica, cuanto los objetos sean menos voluminosos.

Algunos dias antes de ser empleada, se le humedece con agua llovediza, en la cual tambien se introduce la arcilla para darle cuerpo y se le mueve de cuando en cuando para que se impregne bien de humedad. Esta arena así preparada debe al comprimirse en la mano hacer bola, conservar la forma que se le dé y romperse á la presión de los dedos sin desgranarse.

Disposiciones preliminares al moldeo. El manejo de los moldes y de las cajas se hace por medio de una grua y á fin de evitar que los moldistas tengan que elevarse á medida que se van superponiendo las partes de caja hay en el taller una fosa revestida de mampostería bastante profunda para que contenga muchas partes reunidas y que se llama fosa de moldeo. Cada parte del modelo debe calentarse préviamente antes de aplicarse y frotado

con plombagina para evitar la adherencia de la arena.

Confeccion del molde.—Figura 6.^a Se principia el moldeo de la pieza por la lámpara. Para esto se coloca el modelo (g) de esta parte sobre un platillo de madera (m) provisto de un saliente circular que encaja exactamente en el hueco del modelo correspondiente á la faja alta; y se dispone en la parte de caja (6) concéntricamente al modelo fijándola al platillo por medio de bolones. Se rellena por capas sucesivas al intervalo comprendido entre uno y otro con arena repartida uniformemente por todo alrededor. Se apisona cada capa con una batidera de madera, á fin de darle á la arena una consistencia suficiente.

Al llegar á la altura de la mitad del cascabel se coloca la otra parte del modelo de la culata (h) (el cascabel y el agriz) y se continúa el moldeo hasta la parte superior de la caja (6). Se comprime la arena, se alisa la superficie, se le salpica de carbon, se pone la parte (7) y se fija sobre la otra por medio de sus pernos y chavetas.

Entre dos partes de caja consecutivas se colocan unas cuñitas de madera destinadas á formar un intervalo calculado sobre la contraccion que la arena ha de tomar al recocer el molde, de manera que despues del recocido estas dos partes estén perfectamente unidas y eviten huidas de metal.

Se concluye de moldear las dos partes de la culata, se vierte arena encima del agriz y de sus orejas, se enrasa la arena y se fija la placa circular de hierro colado (8) por medio de pernos y chavetas: terminado el todo se da una vuelta colocando hácia arriba el platillo de madera y se retira este.

En la parte conorneada de la lámpara no se ha podido apisonar bien la arena, por lo cual se arranca como 0^m,03

y se reemplaza con otra nueva que se apisona por capas muy delgadas, se enrasa y se salpica de carbon.

Se coloca el molde del primer cuerpo (g) y la parte de caja (5) sobre el de la culata; mas como ya reunidos ofrecen inconvenientes al manejo de los moldistas, se descien- de á la fosa de moldeo, donde se sostiene por medio de barras de hierro pasadas por las asas de las cajas.

Se continúa el moldeo introduciendo la arena en las cajas, y apisonadas con batideras todo él alrededor abrien- do pequeños agujeros en cada capa y teniendo cuidado que estas sean delgadas para que se apriete mejor la are- na. Se continúa del mismo modo las partes restantes se- parando cada una de las precedentes por medio del car- bon, á fin de que al desmoldeo se separen fácilmente mien- tras que la altura de la fosa lo permita, cuando no sea posible ya se les desencastra y no se conserva mas que la última para proseguir la operacion.

Moldeo de los muñones. La parte del modelo que con- tiene los muñones se moldea, como queda dicho, sin mas diferencia que cerrar con arena la abertura correspon- diente al modelo del muñon que se moldea como queda ya indicado.

Figura 7. Terminado el moldeo de la pieza se sepa- ran todas las partes de caja y se procede á levantar en cada una de ellas la correspondiente al modelo. La salida de este es tanto mas fácil cuanto menos tiempo permanez- ca en contacto con la arena, así es que cuanto una parte está terminada se suspende en la grua y se le extrae el modelo por el punto de mayor diámetro, favoreciendo su desprendimiento con pequeños golpes y haciéndole girar circularmente, evitando oscile contra la arena; por último, se resana el interior del molde.

Cuando se trata de la parte que corresponde á los muñones, se quitan por dentro los tornillos que sujetan el modelo de estos, se extrae el del cuerpo de la pieza dejando enterrados en la arena aquellos, que despues se extraen tambien con cuidado.

Las diversas partes del molde, despojadas ya de sus modelos, se las deseca en una estufa, donde permanecen quince ó veinte horas espuestas á una temperatura bastante elevada, pero inferior al rojo; se las deja enfriar y cuando lo están se las da con un pincel un baño de carbon diluido en agua, ó bien de arcilla fina diluida tambien en el agua para formar sobre la arena una capa que aumente su consistencia y rellene las grietas que produce el recocido. Este baño debe darse muy claro y secarse inmediatamente.

Encastre.—*Figura 8.^a* Terminadas estas operaciones se encastran las diversas partes de caja que constituyen el molde todo lo que permita la altura de la grua, principiando por la culata y se le descende á la fosa de colada sobre un fondo firme y nivelado, se rectifica el encastre por medio de cuñitas de hierro, ó apretando mas ó menos las chavetas de union, se reconoce si no dan paso á una luz que se introduce por el interior, se cierran bien todas las uniones con barro de moldear, se asegura el molde á las paredes de la fosa, y ya se halla dispuesto á recibir el metal.

A fin de no degradar las paredes del molde con la caída del metal liquido se dirige el baño en sentido del eje; para lo cual se establece sobre la fosa una placa de hierro con una canal de ladrillos que comuniquen con un conducto de chapas colocado sobre el molde al cual está adaptado un tubo vertical de la misma manera, que conduce el metal.

Cuando está frio se sacan de la fosa, se desensamblan las partes de caja y algunos golpes de martillo son bastantes para destacar aquellas y quedar libre la pieza fundida.

Ventajas é inconvenientes de este sistema. Este sistema de fabricacion exige que todas las operaciones se sucedan con mucha rapidez, porque los moldes se degradan fácilmente y absorben humedad. A pesar de las esperiencias que se han hecho en todos los paises para aceptarlo, el resultado ha sido hallarse proscrito en todos ellos porque la arena deja penetrar el metal mucho mas que el barro y las piezas fundidas por este procedimiento es muy rara la que no presenta grietas en el ánima, especialmente á la altura del primer cuerpo y manchas de estaño de bastante consideracion.

Fácil es darse cuenta de este fenómeno si se tiene presente la diferencia de temperaturas á que se funde el estaño y el cobre; y las causas que pueden modificar su colocacion molecular y turbar su cristalización en el momento del resfrio, pueden tambien alterar la calidad del producto y dar lugar á las manchas y aun á las picaduras.

La fácil penetracion del metal á través de la arena es muy perjudicial tratándose del bronce por la poca afinidad que tienen los metales que le forman y por su diferente fusibilidad. El estaño, que se conserva líquido mucho mas tiempo que el cobre, se separa en parte y entra en mayor cantidad en la liga filtrada en las arenas del molde, que en lo que constituye la pieza. Así se observa que las partes filtradas casi están compuestas en su totalidad de estaño.

Por estas razones no se emplean en esta fundicion mas que para las piezas de maquinaria, pequeños objetos como

bujes, tuercas para tornillos de puntería, etc., que no exigen grandes masas ni temperaturas muy elevadas. Sin embargo, podría aplicarse á la fundición de las piezas de corto calibre en circunstancias escepcionales, como en las que se encontró la Francia durante el periodo de la revolución, por la facilidad y prontitud: fuera de estos casos solo despues de muchas y detenidas esperiencias podría emplearse. Hoy solo se aplica á la fundición de piezas de hierro colado.

Ligera idea del moldeo misto.

Como se ha visto por la descripción de los dos sistemas que se acaban de esponer, en el primero modelo y molde no sirven mas que para una sola pieza, puesto que este último se obtiene á espensas de la destrucción del primero. En el segundo, si bien es verdad que su modelo se aplica á todos los moldes de su mismo calibre, son conocidos los inconvenientes que presenta en la práctica. Entre uno y otro se ha ensayado en el arsenal de París en 1793, época en la cual toda la importancia se atribuía á la prontitud en la ejecución y á la economía. Hé aqui por qué se espondrá una ligera idea de este sistema.

Modelo. El modelo, como en el moldeo en arena, puede ser de madera, laton ó cobre, siendo preferible estos últimos por su solidez. Se diferencia, sin embargo, de aquel en que lo constituye la pieza completa con su mazarota y agriz y está dividido solo en dos partes por un plano vertical que pasa por su eje. El de los muñones se halla tambien dividido en dos partes por el plano de separacion del modelo de la pieza, y están unidos á este por pequeños tornillos con sus correspondientes tuercas.

Confeccion del molde. Para ejecutar el molde se coloca una mitad del modelo sobre un tablon horizontal; se le salpica con polvo de carbon y se cubre de una capa de barro bien batido, bastante blando para tomar por la compresion la forma de aquel. Esta capa tiene de 40 á 50 milímetros de espesor, según los calibres. Se hacen con los dedos incisiones de 10 á 15 milímetros de profundidad, se aproxima carbon encendido y se seca esta capa de barro. Cuando ha desaparecido la humedad se vierte encima una lechada de yeso, que bien pronto se fija y penetrando en los agujeros del barro queda perfectamente trabado á este. En seguida se coloca el herraje, que tiene bastante analogía al descrito en el moldeo en barro, y sobre él se echa una segunda lechada de yeso muy espesa, por manera que quede el herraje entre las dos capas espesadas.

Terminada esta parte del molde, se le vuelve de arriba abajo, se estrae el modelo quitando antes las tuercitas que sujetan el de los muñones. Se retiran estos despues de aquel, se llena todo el hueco del molde de carbones encendidos para acabar de secarlo: se limpia bien interiormente y se le aplica una lechada de arcilla muy diluida en agua para cerrar todas las grietas que se hayan producido durante el secamiento.

Del mismo modo se confecciona la segunda mitad del molde.

Encastre. Se enrasan bien las superficies que han de estar en contacto al unirse las dos mitades y se les encastre de manera que ajusten bien; se las liga fuertemente por medio de pernos y chavetas, y se las da de yeso á estas uniones, quedando así terminado el molde.

Se le baja á la fosa, se le sujeta á las paredes de esta y como generalmente este sistema no se aplica mas que á

piezas de corto calibre, queda bastante resistente para sufrir las presiones del metal.

Inconvenientes de este sistema. El principal inconveniente de este sistema consiste en la dificultad de evitar filtraciones por las líneas de unión de las dos medias cajas y como ya se ha visto que estas partes de metal son muy ricas de estaño, resultan en la pieza dos fajas ó bandas que se degradan fácilmente y dejan la pieza inutilizada. Además, las contracciones del yeso degradan el molde y no presenta resistencia suficiente á la presión de la columna de líquido que en él se vierte. Por estas razones este procedimiento se halla circunscrito á la fundición de Lieja, donde suelen fundirse algunas piezas de campaña de muy poca vida, si bien prefieren el de moldeo en arena.

SEGUNDA SECCION.

PARTE PRIMERA.

Fusion.

Hornos empleados en la fusion del bronce. Los hornos empleados en la fusion del bronce para las piezas de artillería pertenecen al género de los llamados de reverbero, es decir, que presentan un espacio particular llamado crisol, que recibe el metal que se ha de fundir, y que se halla separado del combustible que se coloca en su parrilla en el espacio llamado chofa ú hogar.

La combustion tiene lugar por medio de corrientes de aire que comunican las ventosas á la parte inferior de aquella; la llama producida pasa por el crisol y escapa por respiraderos que desembocan en una gran chimenea dispuesta para activar convenientemente el tiro.

Las piezas, torales y demás que se han de fundir no conviene se hallen en contacto con el combustible, cuyos residuos perjudicarian la buena calidad del bronce, é impedirian conocer su estado pirométrico. De aquí la preferencia que se le concede á esta clase de hornos, cuyas formas y dimensiones pueden variar mucho. En esta fundicion hace muchos años que se emplean los reverberos circulares sin que se haya intentado modificarlos hasta el dia por los buenos servicios que prestan.

Ventajas de los hornos de grandes dimensiones. Aun no se está acorde acerca de la forma mas conveniente del

crisol respecto á la influencia que pueda ejercer sobre el consumo de combustible, mermas y homogeneidad de la liga; pero si es un hecho demostrado por una larga experiencia las ventajas de los hornos de grandes dimensiones relativamente al calor que pueden producir. Prescindiendo, si es posible, de esta consideracion, hay muchas otras razones que los recomiendan, cualquiera que sea su forma. Tratándose de fundir, por ejemplo, 600 quintales de bronce reunido en un solo horno, será necesario menos combustible que si se emplease para esta operacion dos hornos de á 300 ó cuatro de 150, porque la reunion de estos constituyen otros tantos macizos de mampostería, que exigen una cantidad de calor mas considerable que un horno solo de una capacidad equivalente; además, la capacidad interior de estos hornos presenta una superficie mayor que la del horno grande y el calor perdido por irradiacion es tambien mas considerable; y por último, que las numerosas aberturas, que dan salida al calórico, producen mas pérdidas que en el horno único.

En segundo lugar, las mermas debidas á la oxidacion es mayor en el caso de muchos hornos que en el de uno solo, puesto que la suma de superficies de metal en contacto con el aire atmosférico es mayor tambien en el primer caso que en el segundo.

Por último, los hornos de grandes dimensiones permiten la introduccion de piezas enteras sin necesidad de trocearlas, que siempre aumenta su costo. Mas todas estas ventajas solo se realizan cuando el horno tiene carga completa, pues respecto al consumo de combustible el mismo tiene lugar cuando está lleno el crisol de baño que cuando no lo está; la superficie de metal espuesta al contacto del aire es constante, cualquiera que sea la altura de aquel, y

por lo tanto la oxidacion es mayor en el segundo caso que en el primero.

Cuando, pues, se trata de fundir cortas cantidades de bronce, es preciso apelar á hornos pequeños. Así se acostumbra en las fundiciones á combinar el número necesario de unos y otros, con las necesidades del establecimiento. Se cuentan en este uno de 700 quintales, dos del 600, uno de 350, otro de 200 y otro por último de 150.

Descripcion de los empleados en este establecimiento.

Lámina 7.^a—Figuras 1.^a, 2.^a, 3.^a, 4.^a y 5.^a Estos hornos, como todos los llamados de reverbero, se componen de tres partes; la chofa, el crisol y la chimenea.

Chofa. La chofa **A** se compone de una parrilla formada por barras de hierro que recibe el combustible y que está cubierta de una bóveda donde está el tragante, por el que se introducen las astillas. Este tragante lleva un registro formado de una gruesa placa de hierro, que lo cierra herméticamente para evitar las pérdidas de calor, que resultaria de la salida de la llama, y la incomodidad consiguiente al obrero encargado de alimentar la parrilla.

Cenicero. Las cenizas y carbones que descienden de la parrilla caen á un espacio **B** llamado *cenicero*, y al cual se desciende por la canal de las *ventosas* para limpiarlo.

Ventosas. El aire necesario á la combustion llega á la parrilla por una ó muchas galerias llamadas *ventosas*, cuyas dimensiones influyen muy notablemente en la marcha del horno. Cuando comunican muchas de ellas entre si, se las aísla, para evitar que las corrientes de aire se contraríen.

El crisol del horno **D** es el espacio donde se colocan los metales y donde tiene lugar la fusion. Presenta la forma de una cuba tronco-cónica cubierta de una bóveda rebajada. La comunicacion con la chofa tambien está abovedada.

Solería. El fondo de crisol ó solería, está formado por dos planos ligeramente inclinados, y cuya interseccion, situada en el eje del horno, está inclinada tambien hácia la tobera, ó agujero de la colada.

Tobera. Es un canal abierto á través de la pared del horno opuesta á la chofa y por donde se hace salir el bronce líquido cuando se han de llenar los moldes. Durante la fusion está cerrado por un tapon de hierro tronco-cónico bañado de arcilla y ceniza. Su base menor corresponde á la parte exterior, de manera que por su figura se ajusta exactamente y permite lanzarlo al interior del horno en el momento de la colada con la ayuda de un instrumento llamado *botador*.

Mesa. El crisol y la chofa están en comunicacion para que la llama llegue al metal, pero están separados entre sí por un muro llamado *mesa F*, que impide al metal líquido caer en la chofa. Esta *mesa* es tan ancha cuanto sea posible, y sus paredes laterales son paralelas: esta disposicion es la que aconseja la práctica despues de esperiencias de comparacion con otros de formas diferentes. En efecto; si convergen hácia el crisol, la llama las bate muy directamente y las destruye; si por el contrario son divergentes, se debilitan mucho los muros del crisol y se disminuye el espacio entre la mesa y los respiraderos por donde escapan los gases á la chimenea.

Importa mucho conducir muy lentamente el fuego durante las primeras horas, á fin de que la solería se caliente

mucho antes de empezarse á fundir los metales; de lo contrario se corre mucho riesgo de que se solidifique y dificulte la fusion. Y como el primer baño formado corre hácia la tobera, es muy necesaria una alta temperatura en este punto: á este fin se le da á la mesa cierta inclinacion hácia esta parte así como á la bóveda del horno.

Plataforma. Sobre la bóveda del horno se halla una plataforma **G**, adonde comunican los respiraderos con la chimenea y donde se coloca una pila de astillas para el alimento de la parrilla. Se sube á ella por una escalera **F** construida á un lado del horno.

Puertas. En los dos puntos diametralmente opuestos sobre una línea perpendicular al eje del horno se hallan dos puertas **H**, que sirven para introducir los metales en el crisol, escoriar y berlingar el baño y penetrar en el horno cuando es necesario repararlo. Su solería se une á la del crisol por un plano inclinado. Estas puertas están cerradas por un portalon de hierro revestido hácia la parte interior del horno con ladrillos refractarios y además por una puerta de dos hojas construida de chapas.

Una canal **g**, abierta en el espesor del muro permite elevar estos portales por medio de una palanca ó báculo **K** colocada en la parte superior del horno con sus cadenas y contrapesas.

Cerradas estas puertas, el espacio que media entre ellas y el crisol escapa naturalmente á la accion de la llama y se enfriaria la parte de bronce que le ocupa. Así es que para solicitarla se levantan los portales y se les hace descansar sobre dos medios ladrillos, para que aquella pase fácilmente por debajo y escape por la canal **g** á la chimenea **L**.

Chimenea y respiraderos. Alrededor del crisol, entre

la mesa, las puertas y la tobera se abren en el espesor del macizo cuatro ó seis respiraderos **N**: estos comunican como se ha dicho por la plataforma con la chimenea **L**, que tiene de 10 á 12 milímetros sobre aquella.

Estos respiraderos, que hacen el oficio de chimenea, determinan el tiro de la llama desde el hogar, la conducen y reparten por todo el circuito del crisol.

Cimientos. Los cimientos **O** del horno se establecen muy sólidamente al abrigo de la humedad, y conforme á la naturaleza del suelo: el exterior se construye en mampostería; gruesos tirantes ó bridas de hierro **P** los atraviesan é impiden su separacion.

Mampostería interior. La eleccion de buenos materiales para la construccion del interior en las partes espuestas al calor es muy importante. Estos hornos por la naturaleza de su servicio deben soportar un calor al que no resisten los materiales ordinarios que contienen calizos y óxidos metálicos. Solo las arcillas aluminosas exentas de cuerpos estraños son infusibles. Por esta razon se construyen con ellas ladrillos refractarios que sirven para el revestimiento interior del horno. Estos se unen entre sí por medio de un cemento formado de sustancias arcillosas y refractarias diluidas en agua. Este revestimiento solo está ligado al resto del macizo, en tanto es necesario á la solidez del horno. Esta independenciam es determinada por la necesidad de renovarle con frecuencia. El resto del macizo se hace con ladrillos y materiales ordinarios.

Lámina 8.^a—Figura 1.^a El horno se construye por procedimientos de arte que no se pueden indicar mas que brevemente. Los ladrillos de la solería del crisol se ponen de canto. Los de la bóveda son normales á las superficies del *intrados*; se cortan en bisel del lado interior, de mane-

ra que formen por su conjunto las superficies curvas que se quieren obtener. El interior presenta una superficie de revolucion que se obtiene por medio de una terraja de madera con el perfil de la bóveda y del crisol y que se fija sobre un árbol vertical en el centro de aquel; por la parte inferior descansa en un apoyo sólido y por la superior en un collar colocado en el extremo de un pescante; uno y otro le permiten girar alrededor. De esta manera se aproximan los ladrillos hasta tocar en el perfil y adosarse perfectamente á él.

Fosa. Delante del horno, bajo el agujero de la colada ó tobera se halla la fosa **A**, que es una escavacion revestida de mampostería y destinada á recibir los moldes. Su profundidad desde el fondo de la escavacion hasta la tobera, está calculada segun la altura del molde completo del calibre mayor. Las demás dimensiones están calculadas para que puedan colocarse el número de moldes correspondientes á la cabida del horno.

Contrafosa. A continuacion de la fosa, en la parte mas lejana del horno, hay otra escavacion revestida igualmente de mampostería, que se llama contrafosa, y que se separa de aquella por medio de gruesos tabloncillos colocados de canto y móviles por una ranura abierta en el muro. Tambien debe estar al abrigo de la humedad y su objeto es ensanchar la fosa cuando se funden moldes de pequeños calibres.

Cabriolé.—*Figuras 2.ª, 3.ª, 4.ª y 5.ª* Para descender los moldes á la fosa, darles de ceniza y, en una palabra, para cuantas maniobras se hacen con ellos, se emplea un aparato especial llamado *cabriolé*.

Dos de esta clase se emplean en esta fundicion: el primero es de los empleados hace muchos

años; posteriormente se han montado otros cuya descripción tendrá lugar al tratarse del taller de construcción.

El antiguo comprende: un fuerte marco formado por gruesos *m m* maderos apoyados en puntales y reforzados por tornapuntas; dichos marcos tienen dos lados paralelos al frente del horno y sobre los otros dos corre con el auxilio de cuatro ruedas, de muy pequeño diámetro y sólidas, en sentido perpendicular á aquel, otro segundo marco formado igualmente de cuatro maderos fuertes con sus cuatro ruedas correspondientes que le hacen marchar en sentido paralelo al frente del horno; y dos tornos *x x* montados sobre coginetes en el marco pequeño, donde se arrollan los cables que pasan por las mullas *y y*, y que son movidos por medio de sus ruedas ó manivelas sobre cuyo árbol están montados los piñones *a a* que engranan en las ruedas dentadas *b b*; cuyo eje es el mismo que el de los tornos. Un fiador *e e'* impide el movimiento retrógrado de estos cuando están cargados. Sobre dos barras de hierro horizontales *d d'* se apoya otra recodada á la que se engancha la mulla superior *y*; la inferior *y'* está ligada por otra cuerda al molde que se trata de suspender y mover, y como cada marco puede hacerlo en una dirección perpendicular al movimiento del otro, resulta una gran facilidad para colocar el molde en cualquiera punto de la fosa.

Para mover el marco mayor se hace uso de un espeque de hierro aplicado á la llanta de las ruedas delanteras ó traseras, según el objeto sea retirarse ó adelantarse al horno.

Dimensiones mas principales de los hornos. Las dimensiones del crisol fijan las restantes del horno. Diversas

consideraciones, unidas á una larga práctica, han determinado las más convenientes para esta importante parte del horno: su rádio es conocido en el momento de saber la capacidad que ha de ocupar una cantidad de metal fundida, equivalente al peso en sólido del número de piezas que se quiera colar de una vez.

Entre las consideraciones que han influido en la determinacion de este, figuran en primer lugar los dos elementos de profundidad del baño y diámetro de su superficie: estos dos datos suministrarían una multitud de soluciones aumentando ó disminuyendo uno á espensas del otro. Mas es necesario tener presente que si se le da demasiada profundidad y poca superficie, el calor no penetraría en las capas inferiores que descansan en la solería y el metal, solidificándose por falta de temperatura se pegaría al fondo y sería imposible liquidarlo. Por el contrario, si se disminuye de profundidad y se aumenta la superficie, la bóveda tendría mucho espesor y exigiría algunas modificaciones para ser sólida; el espacio comprendido entre esta y el baño aumentaría con pérdida evidente de calor por la dilatacion inútil de la llama y el consiguiente aumento de consumo de combustible, y lo que es peor, la mayor oxidacion de los metales, que presentarían mayor superficie al aire y por lo tanto mermas más considerables y alteracion en la ley del bronce por la fácil oxidacion del estaño.

La altura de la bóveda debe ser tal que, utilizándose el máximo posible de calor disminuyéndola, permita al propio tiempo al obrero sin grande incomodidad penetrar en el crisol para las reparaciones necesarias y para efectuar la carga; por esta razon las de los hornos pequeños es proporcionalmente mayor que en los grandes.

La superficie total de la parrilla, ó la seccion horizon-

tal de la chofa, es próximamente 0,15 de la superficie del baño; la separacion de las barras depende de la magnitud de las astillas que se emplean y del aire que suministren las ventosas. Parece muy conveniente que desde el acceso del aire hasta su salida por los respiraderos (con abstraccion del crisol) vayan disminuyendo sucesivamente las secciones. La relacion entre el vacío de la parrilla á la suma de los orificios inferiores de los respiraderos es de 3, 7 á 1.

Por último, la altura del baño en los hornos de 700, 600, 350 y 150 es respectivamente de 42 $\frac{1}{m}$, 36, 30 y 20.

Cálculo de la carga del horno.

Opiniones relativas al empleo de bronce viejos. Los antiguos fundidores no han estado siempre conformes respecto á la conveniencia é inconveniencia de emplear bronce viejos en la fundicion de las piezas. Unos suponian que la refundicion les hacia perder de calidad, y que por lo tanto las piezas fundidas con estos metales no serian tan buenas como las procedentes de bronce nuevos. Los partidarios de estos últimos alegan como inconvenientes graves que la sucesiva refundicion forma óxidos que alteran la pureza de las ligas, sin tener en cuenta que estos óxidos pasan á las escorias, que son estraidas del baño. Es verdad que la oxidacion altera la ley de la liga y que debe tenerse presente al componer la carga; pero la causa real de los malos resultados obtenidos con estas piezas es la impureza de los metales de que se servian los antiguos por la dificultad de determinar los componentes por procedimientos químicos, entonces muy imperfectos.

Por el contrario, los defensores de los bronce viejos suponen que la liga se hace mas íntima á medida que se refunde mayor número de veces. Y en este principio estaba fundada la antigua fórmula de fundir y refundir observada hasta hace muy pocos años, así como la práctica de reunir en un buen horno todos los metales que han de formar la carga para la fundicion de piezas, y fundidos obtener torales de dimensiones y formas variables, que iban despues á constituir la de aquel.

No existen esperiencias directas, que precisen esta cuestion, mas puede asegurarse que la sucesiva refundicion de estos metales produce bronce de mayor dureza, así como mas homogéneos y acaso menos tenaces. El empleo de metales nuevos facilitaria la obtencion de bronce con una ley mas exacta que los antiguos; pero en cambio serian mas ductiles y menos duros. Mas sin consignar la resolucion de un problema por resolver, hay sin embargo consideraciones de otro género que determinan la necesidad del empleo de los bronce viejos.

Las numerosas modificaciones que ha sufrido de cincuenta años á esta fecha el material de artillería, han dado lugar á grandes depósitos de piezas, ya de calibres irregulares, ya inútiles para el servicio que la Nacion no puede dejar acumular en los parques, sin amortizar un capital considerable, ni retirar de la circulacion una enorme cantidad de metales que se podrian utilizar en otras muchas aplicaciones industriales. Tampoco puede venderlos sin gran pérdida, pues el comercio los obtendria á muy bajo precio: se ve, pues, en la necesidad de trasladarlos á esta fundicion, donde se van refundiendo sucesivamente y convirtiéndolos en piezas reglamentarias.

La determinacion y cálculo de la carga de un horno

para fundicion de piezas se determina por consideraciones puramente prácticas y la eleccion de las que han de constituir aquella del conocimiento que se tiene de la marcha que siguen los metales en su licuacion y la manera de funcionar el horno.

Tres elementos figuran en el espresado cálculo:

- 1.º Piezas que se han de obtener en sólido con mazota.
- 2.º Mermas debidas á la oxidacion de los metales y á las filtraciones inevitables en la solería.
- 3.º Canal y bebederos.

En cuanto al primero, conocido el peso en sólido de las piezas que se han de fundir, fácil es determinar la cantidad de metales que han de entrar á componer la carga por este concepto.

El segundo se deduce del anterior aumentando el 7 por 100 del peso total, que es la cantidad fijada por una larga práctica cuando las condiciones normales del horno no han sido modificadas, es decir, si funciona bien y regularmente y la solería no es nueva ni tampoco está muy destruida, pues tanto en uno como en otro caso las filtraciones son mucho mayores. Tambien aumentan las mermas por consecuencia de una larga esposicion del baño á las corrientes del aire exterior.

El tercer elemento es muy variable y en cada fundicion es necesario determinarlo, teniendo en cuenta el número de piezas que se han de fundir, su calibre y posicion en la fosa. Mientras mayor es el número, mayor será tambien la cantidad de metal que se ha de contener en la canal, así como tambien lo será, aunque el número sea corto, si para su colocacion en la fosa es necesario formar grupos, que aumenten los brazos del canal, ó bien si por la gran es-

tension de esta á causa de ser estrecha y larga la fosa, los moldes están colocados en filas de alguna longitud. De todos modos la determinacion de la canal es de cierta importancia, y sobre todo un gran recurso para el fundidor. En efecto, si las mermas han ascendido á la cantidad calculada, se corre riesgo de no llenar el completo de los moldes, y entonces la canal suministra el metal necesario á espensas de disminuir su contenido; si, por el contrario, resulta metal sobrante despues de llenos los moldes, si la canal ha sido bien calculada, contiene este exceso sin desbordarse. Asi es que conviene fijar su capacidad con arreglo á estas consideraciones prácticas de las que saca mucho partido el fundidor que las conoce.

El total del peso, que figura por estos tres conceptos, constituye el total de la carga que se ha de introducir en el crisol del horno. Resta fijar la naturaleza y forma de las masas de metal que se han de refundir.

De dos clases pueden ser estas: sólidas ó huecas. Pertenecen á la primera las piezas que en sólido se han de refundir por defectos que las hagan inútiles, las mazarotas y los torales procedentes de la refundicion de virutas de la barrena y torno, pulicanadas del escarpado, rabizas del cascabel y en general del producto de las diversas operaciones por que pasan las piezas antes de ser concluidas y que se conocen con el nombre de bronces de fabricacion; á la segunda corresponden las piezas de calibres irregulares ó inutilizadas en el servicio.

Para fijar la cantidad y número que de cada una de estas clases han de formar parte de la carga, se tendrá presente la manera de funcionar el horno y cuanto se ha de esponer cuando se trate de la conduccion del fuego. Así es que puede sentarse como principio modificable en

cada caso, si fuere necesario, que dos terceras partes del total pueden ser sólidas y la restante hueca. Mas si el horno no tirase bien ó no se dispusiese de la conveniente, siempre deberá disminuirse mejor que aumentarse la parte sólida, teniendo cuidado de repartir entre varias operaciones la que se haya de refundir de esta última clase.

La colocacion de estas piezas en el horno no es arbitraria. Es necesario distribuirla en su interior con el conocimiento de su manera de funcionar, á fin de que todas las partes que constituyen la carga se hallen bajo la accion inmediata de la llama. A este fin en el punto mas próximo á la *mesa*, que es la region mas bañada por el fuego, se colocan los torales, distantes entre sí y sostenidos con calzos para que la llama circule libremente y los penetre en todos sentidos; las piezas en sólido, que por defectos de fundicion deban reemplazarse, y en general todas aquellas que presenten mas resistencia á la fusion, ó exijan mayor temperatura, deben situarse en esta parte del horno. Las piezas huecas colocadas sobre las anteriores ocupando la region superior próximas á los respiraderos, á fin de que, cuando se empiecen á fundir, la soledad esté muy caliente, las piezas sólidas al rojo blanco empiecen á reblandecerse y el material refractario del horno pueda sin inconveniente recibir la temperatura á que es necesario conducirlo. Cuando las piezas á refundir son de gran calibre, presenta algun inconveniente su colocacion; para obviarlo se le arrancan las asas y se ponen en sentido trasversal de una á otra puerta del trabajo. En este caso es necesario para evitar las pérdidas de calor cubrir los huecos que quedan entre la puerta y la pieza con ladrillos refractarios. Los grandes morteros se dejan con la boca hácia fuera y descansando el portalon sobre su

cuello: por último, las de pequeño calibre distribuidas entre las restantes fuera de la acción de la llama en los primeros momentos á fin de evitar que el bronce procedente de su rápida fusión llegue al crisol cuando esté aun frío y se solidifique formando pasta, que luego mas tarde es de difícil fundición.

Fijadas las condiciones de la carga y su colocación en el horno, resta determinar la manera de preparar este último y verificar aquella. Antes de proceder á la introducción de esta se da á todo el interior un baño de cenizas desaladas, se cierra el agujero de la colada con un tapon de hierro dulce de forma tronco-cónica, cuya base mayor corresponde al interior, se apoya contra este un ladrillo refractario en el encastre abierto con objeto de recibirle. Dispuesto de este modo se procede á cargarle, para cuya operación se hace uso de un torno cabrestante y un plano inclinado. El primero se sitúa contra una de las puertas de trabajo, y el segundo en la opuesta. Las piezas tanto sólidas como huecas se conducen sobre polines por el plano y tirando de ellas con una braga ligada al torno del cabrestante.

Naturaleza del combustible. En los hornos de reverbero no son aplicables mas que aquellos combustibles que suministran una llama larga, no empleándose por lo tanto ni el carbon vegetal ni el cok. En los de figura redonda como los descritos, y que son los únicos usados hasta el día para la fundición de piezas, solo la leña con esclusión de la hulla es aplicable por la extensión de sus crisoles. Se emplea, pues, la leña de pino cortada al menos dos años antes, arreglando sus dimensiones á la del tragante de la parrilla y distancia de esta al plano de la mesa. La mejor época para hacer estas cortas es el mes de Enero. En los

hornos de reverbero prolongados se hace uso del carbon de piedra ó hulla, siempre que sea de las llamadas secas ó larga llama, con el fin de que no obstruyan la parrilla. En esta clase de hornos se funden en Lieja las piezas de artillería, mas el empleo de la hulla se ha limitado á esta sola localidad, no habiéndose adoptado en esta fundicion en las restantes de Europa, por suponerse con algun fundamento que, en especial las piritosas, perjudican la calidad de los bronce y la marcha de los hornos.

Conduccion del fuego. Antes de proceder á encender el horno se reconocen con escrupulosidad los respiraderos, el tragante y la parrilla, á fin de evitar las consecuencias de cualquier obstruccion en partes tan importantes del horno. Se hace uso á este fin de una bala de hierro sujeta con una cadena, por medio de la cual se introduce por aquellos. Tambien se reconocen los ganchos de los portales para componerlos si no están bien. Concluida esta operacion se principia por introducir en la parrilla uno ó dos haces de paja de centeno y sobre ellos algunas astillas de pequeñas dimensiones mezcladas con otras de mayores, á fin de que el todo se preste con facilidad al contacto de la paja encendida que al efecto se deja ir por el tragante, cerrando este acto continuo á fin de evitar la pérdida del calor. Cuando se conoce que toda la carga, que descansaba sobre la parrilla, está encendida, se continúa arrojando astillas sucesivamente. Al principio el fuego debe conducirse muy lentamente á fin de que la soleria del horno se caliente antes de principiar la fusion del metal, el humo se condensa en los primeros momentos y apenas se ve por los respiraderos. El metal no cambia durante este período de color, la llama no brilla por los respiraderos y solo algunos gases húmedos se desprenden por la chime-

nea. Desde el momento que estos vapores negros desaparecen se activa el fuego, la llama empieza á mostrarse mas viva por los respiraderos y el metal principia á enrojarse: cuando la llama se manifiesta clara y algun tanto brillante, el metal se halla al rojo blanco y comienza á sudar, especialmente el que se halla en contacto con la soleira. A las seis horas próximamente de fuego la llama es muy brillante, se eleva mucho en los respiraderos y el metal que ha dejado desprender por todos sus poros el estaño arrastrando alguna parte del cobre, está próximo á fundirse completamente.

Se reconoce que el fuego está en su máximo, porque la llama llena toda la amplitud del crisol y se eleva con mucha velocidad por los respiraderos y portalones. Es un error suponer que el fuego se activa con introducir muchas astillas á la vez, ó con frecuencia, por el tragante; al contrario, un gran número de ellas en la parrilla absorberia una gran parte del calórico, robándole temperatura al crisol, deteniendo la fusion y aumentando el consumo extraordinariamente. Debe, pues, arreglarse de manera que no se arrojen mas que las precisas para sostener y elevar sucesivamente la temperatura de aquel.

Cuando haya piezas gruesas en las puertas de trabajo que naturalmente se escapan á la accion de la llama mientras la parte que ocupa el interior se halla fundida, se empuja hácia dentro con una berlinga de madera, ó bien con un barron de hierro si prestara mucha resistencia.

Berlingado y escoriado. Fundidos completamente los metales, la superficie del baño se halla cubierta de las materias refractarias procedentes de desprendimientos del horno, asi como de los ladrillos, que sirvieron de calzos para la colocacion de la carga, y por último de las esco-

rias formadas naturalmente. En este estado el baño tenderia á enfriarse, puesto que dichas materias absorben el calórico de la llama; con el objeto de abreviar la operacion se reconoce con una berlinga el fondo del crisol para convencerse de que todo está fundido, y siendo así, se procede á escoriarlo. Esta operacion se verifica por medio de *rodos* de madera de mango largo, introduciéndolos por una de las puertas de trabajo, elevando el portalon nada mas que lo suficiente para poder maniobrar sin embarazo. Debe abreviarse todo lo posible á fin de evitar pérdidas de calor. Lo mismo se practica por la puerta opuesta, y limpia de escoria la superficie del baño se cierran las puertas y se activa el fuego. Conviene advertir que en cuanto lo permita el estado del horno, esta operacion no debe tener lugar mas que una sola vez, pues su repeticion causaria grandes resfrios y aumento por lo tanto en el consumo del horno.

A la media hora es preciso berlingarlo muy bien para renovar las superficies y hacer homogénea la liga. En efecto, compuesto el bronce de metales diferentes en fusibilidad y densidad y sin grande afinidad entre sí, se comprende la gran diferencia de ley en las diversas capas horizontales que constituyen el baño, es indispensable facilitar el contacto de los dos elementos, evitar la formacion de masas de diferentes leyes, y por último, determinar una mezcla mas íntima y permanente entre ellos. Para conseguirlo se emplean berlingas de madera verde, que se introducen en el baño, moviéndolas vivamente. Los gases, que se desprenden de ellas dan lugar á cierta ebullicion en el baño que determina una reaccion favorable al objeto propuesto. La corteza al quemarse produce gases muy carbonados, que influyen en la desoxidacion de

los metales, á que da lugar el acceso de aire frio, que se introduce por la puerta durante esta operacion. Cada media hora se repite, teniendo mucho cuidado en proyectar astillas por el tragante á fin de evitar las pérdidas de calor, que en todas estas operaciones tienen lugar, así como la oxidacion de que se deja hablado.

En cada una de estas operaciones se puede observar perfectamente la marcha del baño: al principio el metal, aunque fundido, se hace difícil de penetrar por la berlinga; su aspecto indica á la simple vista que los elementos del bronce están separados por zonas, de las cuales la superior afecta un color verdoso oscuro; el surco que deja la berlinga permanece algunos instantes marcado, y esta se hace pesada á la mano. A la segunda vez la superficie está mas clara y despejada, se hace menos sensible á la mano cuando se penetra el baño con la berlinga, los bordes de las superficies separadas se unen con mas rapidez, el color blanco de plata que afecta el metal todo, indica se halla muy proximo á estar á punto de artillería.

Siendo de gran importancia determinar el punto de temperatura de fusion mas conveniente, tanto por la homogeneidad de la liga como para su densidad, etc., se han propuesto varios medios de conseguirlo, y si bien dejan mucho que desear bajo el punto de vista de exactitud, pueden, sin embargo, en union de los caracteres exteriores y puramente prácticos, auxiliar mucho su conocimiento.

Uno de ellos, propuesto por el coronel Dussausoy, está fundado en la capacidad de los cuerpos para el calórico. Se reduce, pues, á introducir en el baño una bala esférica de hierro dulce provista de un anillo y que pesa 2, ^k5, dejándola en él durante diez minutos, al cabo de los cuales se saca, se limpia de las escorias que se le hayan adherido

y se la introduce en una vasija que contiene 8,88 de agua dejando un intervalo de diez y seis segundos entre su salida del horno y su introduccion en el vaso. Se observa con un termómetro la temperatura de este liquido antes y despues de introducir la bala y se deduce directamente por el cálculo el grado de calor del baño en fusion de los datos que suministran el agua y la bala.

Otro de los procedimientos propuesto por el coronel Aubertin, consiste en introducir en el baño una barra de hierro de longitud determinada, dejándola unos ocho minutos para que tome la temperatura de aquel, y se aprecia el grado de calor del bronce líquido por la dilatacion de la barra á su salida del baño. Como es imposible medir esta dilatacion inmediatamente, y á partir del instante en que se le saca decrece su longitud rápidamente, se puede apreciar aquella apelando al recurso de medir por la observacion las longitudes que conserva durante dos intervalos de tiempo iguales, contados desde la salida del baño, fundándose en el principio confirmado por la esperiencia de que los tiempos están en progresion aritmética mientras las dilataciones correspondientes se hallan en progresion geométrica.

Así, pues, si retirada la barra del baño se observá su longitud en dos tiempos t y t' despues de su salida, y si d representa la dilatacion desconocida de aquella dentro del baño y al cabo de un tiempo o despues de estar fuera, d' y d'' las correspondientes á los tiempos t y t' , como estos tres tiempos están en progresion aritmética, tendrá lugar tambien la geométrica siguiente:

$$d : d' : d'' \text{ de donde } d = \frac{d' \cdot d''}{d''}$$

Determinada esta dilatacion con relacion á la longitud

de la barra antes de su introduccion, se conocerá la temperatura del baño consultando las tablas de dilatacion de hierro.

Tambien puede emplearse con este objeto el pirómetro de Wewood, cuya descripcion se halla en todas las obras de fisica. Mas todos estos procedimientos no conducen por lo regular á la apreciacion exacta de dicha temperatura, teniendo que apelar á los indicios, ó caracteres esteriores, que solo una larga y constante práctica puede suministrar. Y siendo de grandísimo interés la determinacion, cuando menos aproximada, del estado pirométrico del baño, puesto que, como mas adelante se verá, influye muy poderosamente sobre la calidad de los productos, es muy conveniente consignar dichos caracteres.

1.º Cuando el horno presenta un color blanco, sin que la llama produzca humo, saliendo clara por los respiraderos, de tal manera, que arrojando una astilla por el tragante, aquella no oscurezca á su paso el crisol.

2.º Cuando introducida la berlinga, el sonido del metal es claro, distinto y metálico, no deja en pos de sí surco alguno marcado ni conserva al sacarse particula de metal adherida.

3.º Cuando el baño se agita y mueve en oleaje formando círculos concéntricos y muy próximos, corriendo sobre la superficie con mucha rapidez las pequeñas particulas carbonosas; y sobre todo, cuando el brillo de la superficie metálica es de un blanco argentino, puede asegurarse que el metal tiene la temperatura necesaria para ser vaciado en los moldes.

PARTE SEGUNDA.

Colada.

Preparativos para la colada. A las catorce horas próximamente de fuego el metal ha llegado al punto conveniente para ser fundido. Media hora antes de esta operación tienen lugar algunos preparativos preliminares que facilitan y abrevian aquella. Se procede á limpiar perfectamente la canal de los carbones y cenizas que hayan producido, se reconocen interiormente los moldes empleando una cerilla en un candelero de alambre pendiente de un hilo; si por cualquier accidente hubiesen caído dentro algunos cuerpos estraños, se procura estraerlos haciendo uso de una estampa de barro humedecido colocado al extremo de un asta de madera y se vuelven á colocar las tapaderas en los moldes.

Mientras tanto se pone el extremo del botador en una de las puertas de trabajo para calentarlo hasta el rojo oscuro, así como todas las herramientas que se hayan de emplear en directo contacto con el metal, se quitan las chapas de hierro de los bebederos, así como las tapaderas, se limpian bien aquellas con estopa y se cuelga el botador del pescante construido en la delantera del horno. Durante estos preparativos se activa fuertemente el fuego.

Colada.—*Lámina 7.^a—Figura 6.^a* Dispuesto todo de la manera que queda indicada, el moldista mas antiguo se hace cargo del botador, los restantes cierran los bebederos de los moldes que forman el grupo comprendido en la primera division de la canal: en este estado el primer moldista

se sirve del botador como de un ariete á fin de introducir la pieza tronco-cónica de hierro que cierra el agujero de la colada, á los pocos golpes dicha pieza cede y el metal escapa; se procura contenerlo durante los primeros momentos á fin de disminuir su velocidad, y llena la division de la canal á una altura superior á los bebederos los moldistas retiran las paletas y penetra el metal en los moldes. Cuando llega á la mazarota se disponen los moldistas, tanto á levantar la placa division del segundo grupo de moldes, como á cerrar los bebederos como en el anterior. Mientras tanto llenos los primeros se vierte encima una cargadera de carbon vegetal para evitar el contacto del aire exterior.

Así se continúa sucesivamente llenando los diferentes grupos de moldes, suministrando mayor ó menor cantidad de metal por medio del botador conforme á los calibres de aquellos que forman los últimos. Si la carga ha sido bien calculada, el metal debe quedar despues de llenos los moldes ocupando la mitad de la altura de la canal; así es preferible un esceso de aquel que puede recibirse en la otra mitad, que correr el riesgo de dejar vacio algun molde ó inutilizarlo dejándolo á medio llenar.

Es necesario, pues, que el agujero de la colada tenga un diámetro tal que pueda suministrar liquido bastante para colar varios moldes á la vez, ó uno solo conforme sea mas conveniente. Con $70^m/m$ de diámetro se consigue fácilmente este objeto; pero á medida que queda menos metal en el crisol debe disminuirse el número de moldes que llenen á la vez.

Durante esta operacion, se conoce tambien la buena temperatura del baño, si al penetrar en el molde presenta un color verdoso característico del bronce, sin película solidificada ni oxidada, pues estando frio el color es mas

amarillentó y se fija fácilmente en los bordes del bebedero.

De la mazarota.

Se llama *mazarota* la masa de metal que se funde unida con la parte superior del cuerpo de la pieza, y que influye muy poderosamente en la buena calidad de los productos.

Los resultados que se atribuyen á esta masa de metal han sido motivo de discusiones entre todos los fundidores, que en general los admiten hoy, siempre que permanezca líquida más tiempo que la del cuerpo de la pieza. Sus efectos serian nulos si durante el enfriamiento de esta parte, aquella no pudiera suministrar las pérdidas habidas por las filtraciones y disminución de volúmen consiguiente al resfrio.

Respecto á su influencia sobre la densidad del metal, obrando como masa compresora, no han sido menores las objeciones hechas por hábiles y entendidos fundidores. Reflexionando, en efecto, sobre esta materia, parece muy natural que ajustándose á las leyes de incompresibilidad de los líquidos mientras permanece el bronce en este estado no debería sufrir las consecuencias de aquella presión conservando las zonas inferiores una densidad próximamente igual á la de las superiores, mucho más tratándose de cortas alturas cual acontece en las piezas de artillería. Así sucede efectivamente, pues la semejanza entre el bronce líquido y los fluidos incompresibles es perfecta: la acción de la mazarota sobre la densidad del metal es completamente nula y continuaria siéndolo si el metal instantáneamente se fijase. Mas esto no tiene lugar; por el contrario, se va solidificando poco á poco y en el momento que exis-

ten partes fijas y partes líquidas, la semejanza desaparece y los resultados no indican por lo tanto la severa aplicación de tan reconocido principio.

Considerando una zona horizontal cualquiera de la pieza y en su circunferencia una corona de metal coagulado, es necesario admitir que la columna vertical del centro, que aun permanece líquida, debe ejercer una presión que la obliga á penetrar en los vacíos ó intersticios producto de la coagulación, adquiriendo en su virtud dicha zona tanta mayor densidad cuanto mas longitud tenga la columna vertical del eje. Como está hipótesis se realiza en todos los momentos en que tiene lugar la solidificación, la densidad de la masa irá decreciendo de la culata á la boca, como en efecto acredita la experiencia. El general Lamartilliere y los antiguos fundidores suponían que la mazarota aumenta la densidad del bronce sometido á su presión y que esta densidad crece del plano de la boca hasta la culata, y hé aquí una de las razones en que se funda el procedimiento de colar las piezas verticalmente con la boca hácia arriba: solo así podría conseguirse que la mayor densidad y la parte mas exenta de cavidades corresponda al punto donde se hacen necesarias y en mayor escala dichas condiciones.

No han faltado fundidores que atribuyan á una diferencia en la ley de la liga la que se observa en la densidad de las diferentes partes de la pieza, pero si bien es verdad que la mayor ó menor riqueza del estaño determina una densidad tambien mayor ó menor, partiendo de una ley de 10 con 100 hasta la de 35 con 100 en que está al máximum, tambien lo es que la diferencia de ley en las diversas partes de la pieza nunca llega á ser tan grande que esceda de 10 por 100 de estaño. Las diferen-

cias de densidades deben atribuirse á la mayor presion que ejerce la mazarota sobre el metal, dando lugar á que aquella aumente en las partes inferiores de la pieza.

No está, pues, probado de una manera absoluta la influencia de la mazarota sobre la densidad de los bronce y queda mucho por explicar en esta materia, pues hasta el hecho antes citado de la presion de la columna líquida sobre la zona horizontal de metal puede explicarse por el enfriamiento mas repentino de las partes que se hallan en contacto con las paredes del molde.

Se ha ensayado tambien fundir las piezas con la boca hácia abajo y situando la mazarota en la parte superior de la culata; mas este procedimiento ha sido desechado por la práctica que dió á conocer la necesidad de descubrir la mazarota para apresurar el enfriamiento, privándola por lo tanto de sus buenos efectos.

Consignadas las ventajas del uso de la mazarota, bueno es tener en cuenta que no deja de presentar inconvenientes de alguna entidad. La presion que produce sobre el cuerpo de la pieza da origen á filtraciones de consideracion, así como á ensanchar el molde y aun á fracturarle. Mas estos inconvenientes están compensados con las ventajas que presenta y que tanto influyen en la buena calidad de los productos. Aumentando el peso de las mazarotas con relacion al de las piezas fundidas, los inconvenientes señalados se hacen mayores, así como se ha observado que si bien aumentan el peso de aquellas, hay un límite pasado el cual desaparece la influencia y la densidad del metal no aumenta por lo tanto en la misma proporcion.

Es necesario, pues, adoptar un límite en las dimensiones y por lo tanto en el peso de las mazarotas que se halle en relacion con el de las piezas. Las emplea-

das en esta fundición figuran en la tabla siguiente:

PIEZAS.	DIMENSIONES.		PESO. kilógramos.
	DIÁMETRO.	ALTURA.	
	Milímetros.	Milímetros.	
Cañon de 20 % _m	500	2.600	3.438
Id. de 16 % _m	692	1.820	1.921
Id. de 12 % _m largo..	416	1.568	924
Id. de 12 % _m corto..	360	1.410	900
Id. de 8 % _m largo..	205	1.147	235
Id. de 8 % _m corto..	166	790	119
Mortero cónico de 32 % _m	415	1.500	465
Id. id. de 27 % _m	316	1.080	257
Id. id. de 15 % _m ...	149	830	70
Mortere de probar pólvora	255	680	232

Los principales resultados que se obtienen del uso de la mazarota y que se hallan confirmados por una larga práctica, son los siguientes:

1.º Suministrar metal líquido para reemplazar el que se filtra á través de las tierras del molde; llenar el vacío

que produce la dilatacion de estas, aumentando las dimensiones de aquel y que resulta de los gases que escapan y de la contraccion que sufre el metal al solidificarse.

2.º Servir de receptáculo á las materias estrañas y escorias que se hayan introducido en el molde, ó que proceden de él, pues estos cuerpos de menor gravedad específica que el bronce ocupan la parte superior del baño, é inutilizarian la pieza á la altura de la caña si no estuviese suplida con la mazarota.

3.º Detiene el enfriamiento en la parte superior de la pieza, permitiendo á los cuerpos estraños y á los gases elevarse mas fácilmente, proporcionando á la vez una colocacion molecular mas homogénea.

Y 4.º Ejerce una presion favorable á la densidad del metal, dentro de ciertos limites, por la presion que produce sobre las capas inferiores.

Se observa en la parte superior de la mazarota el efecto de la absorcion del metal debida á diferentes causas. Durante las cuatro ó cinco primeras horas, que siguen á la fundicion, el metal descende en ella, pero mas por el centro que por la circunferencia, produciendo una cavidad cónica en su parte superior debida á que las partes que se hallan en contacto con las paredes del molde se solidifican antes que las correspondientes al centro. Este descenso que tiene lugar en la mazarota varía de un calibre á otro, y aun á igualdad de estos suele tambien modificarse por diversas causas, como temperatura del metal liquido, contracciones, etc. A igualdad, sin embargo, de circunstancias aumenta con la temperatura del baño y generalmente oscila entre $\frac{1}{6}$ á $\frac{1}{5}$ del volúmen de la mazarota.

Desenterrado de los moldes. Cuando está solidificado el metal, que llena la canal, y el nivel ha descendido de

los bebederos dentro del molde, lo cual tiene lugar á la media hora próximamente de la fundicion, se aproxima el cabriolé y por medio de una cadena unida á su *moton* y á los ganchos en forma de V, que se pusieron cuando se construyó aquella, se divide la masa en trozos manejables y de poco peso. Estos pedazos de canal se pesan despues de frios y se conducen al almacen.

Al dia siguiente, ó á los dos dias, segun los calibres, se empieza á sacar la tierra de la fosa, conduciéndola á la contra-fosa, dejando descubiertos los moldes hasta por bajo de los muñones. Como aquellos con el metal tienen un peso considerable, se embragan fuertemente y con el auxilio del cabriolé se estraen de la fosa y se los coloca horizontalmente sobre polines de madera para proceder á la limpia.

Esta operacion del desenterrado fatiga mucho á los operarios, tanto por el gran calor que conservan las tierras, y por cuya razon las resfrian con agua, como por los gases que se desprenden de óxidos cobrizos que tan perjudiciales y nocivos son para la salud: así, pues, se ha ensayado no emplear tierra para la colocacion de los moldes en la fosa. Para esto, situado el molde verticalmente, se le mantiene fijamente en esta posicion por medio de barras de hierro empotradas en el macizo de la fosa y fuertes argollones de la misma materia que abrazan el molde á diferentes alturas. Mas las dificultades de establecer á la altura de los bebederos una plataforma de hierro para sostener la canal y los refuerzos que exige el herraje de los moldes para prevenir las consecuencias de este aislamiento, hizo desistir de este sistema.

Limpia. Colocados horizontalmente los moldes sobre polines de madera, como queda dicho, se golpean las

tierras semicalcinadas, que se desprenden fácilmente así como las primeras capas, estrayendo el primero y segundo herraje. No sucede lo mismo con las inmediatas al metal que se hallan muy adheridas á este por las numerosas filtraciones, que tienen lugar en el estado de la colada. Especialmente alrededor de los muñones la adherencia es tan fuerte que es necesario emplear pulicanes y tajaderas de acero, que se golpean con gruesos martillos de mano. Como estas filtraciones tienen lugar en mayor escala á medida que ha sido mayor la temperatura del baño y la presión de la mazarota, de aquí que sea una operación larga y costosa tratándose de las piezas de grueso calibre.

Lo mismo sucede con las ánimas de los morteros, cuyas tierras se hallan completamente penetradas de bronce, alargando y dificultando la limpia del interior de estas piezas fundidas en hueco.

Las bandas y cercos de los herrajes, que se hallan muy alterados por la presión de las tierras y por el contacto del metal filtrado á través de ellas, se reúnen y separan para ser reparados en la fragua convenientemente, y pueden emplearse en la construcción de otros. Los alambres de hierro empleados para la unión de estas diversas partes del herraje, así como para unir el molde de la culata con el del cuerpo de la pieza, el de los muñones y mazarota generalmente quedan inútiles.

Esta cáscara de los moldes procedente de su limpia se almacena inmediatamente, para ser tratada en un horno especial, como se dirá mas adelante, para extraerla el bronce que contenga.

Fundicion de torales.

Al tratar de la fundicion de piezas se ha visto la dificultad de obtener bronce bastante homogéneos, aun cuando los que se refundan se hallen en las mejores condiciones. Se ha visto tambien que la carga de los hornos la constituyen las piezas á refundir por inutilidad en el servicio ó por no ser reglamentarias, las mazarotas y los torales procedentes de la refundicion de bronce de fabricacion, tales como las virutas de la barrena y torno, rabizas, trozos de canal, etc. Estos bronce, así como las piezas de fundiciones desconocidas deben analizarse (véase artículo de análisis) para conocer la ley de la aligacion y aumentarle la cantidad de estaño que necesita, hasta alcanzar la ley reglamentaria de 11 por 100.

El objeto, pues, de esta operacion es obtener bronce con la ley prevenida, que constituyen despues parte de la carga de los hornos, donde directamente se obtienen las piezas. A este fin en la parte anterior del horno (que no difiere de los empleados en la fundicion de piezas) se construyen dos séries paralelas y simétricas, respecto del eje del agujero de la colada, de *toraleras*, cuyo contenido de bronce corresponda á la capacidad del horno, ó á la carga de que se dispone. Estas toraleras se construyen de ladrillos ordinarios con un baño de cenizas dado interiormente: sus dimensiones, que pueden variar segun las puertas de carga de los hornos donde se hayan de emplear, son generalmente 744 ^m/_m de largo, 370 ^m/_m de ancho y 430 ^m/_m de profundidad, teniendo cuidado de situarlas, de manera que su dimension mayor sea perpendicular al eje de simetría para utilizar mejor el espacio y evitar largas canales de comunicacion. A partir del agujero de la colada y en

su prolongacion se construye una canal maestra que comunica lateralmente con las *toraleras* y por donde estas reciben el metal liquido.

El combustible empleado es la leña de pino como en los hornos de artillería. La preparacion de este la misma y su capacidad puede variar de 8 á 10.000 kilógramos.

Composicion de la carga. La composicion de la carga se arregla partiendo del principio que basta $\frac{1}{3}$ de ella gruesa, como trozos de canal ó piezas de ley desconocida para formar baño, calentar bastante la solería para que la proyeccion de las virutas no produzca un resfrio que comprometa la marcha de la operacion.

Conocida por un análisis químico la ley de las ligas empleadas, el cálculo siguiente dará á conocer la cantidad de estaño que es necesario añadir para que el todo quede en la prevenida por el reglamento.

Representando por

P peso de la carga, cuya ley es conocida por el análisis.

E cantidad de estaño que debe contener en 100 partes de cobre el bronce que se quiere obtener.

Σ cantidad de estaño que el análisis ha dado á conocer contenida en 100 partes de cobre.

X cantidad de estaño que debe añadirse á la totalidad del peso *P* para obtener el bronce que contenga en 100 partes

de cobre *E* de estaño; $\frac{100 \Sigma}{100 + \Sigma}$ representará el estaño contenido en 100 partes del bronce analizado, y por lo tanto

$\frac{P \Sigma}{100 + \Sigma}$ será el estaño contenido en la carga, cuyo peso es *P*.

$P \frac{100}{100 + \Sigma}$ será el cobre contenido en el mismo peso.

El estaño que en la ley E le correspondería al cobre $P \frac{100}{100 + z}$ será $P \frac{E}{100 + z}$ por consiguiente la diferencia X entre estas dos cantidades de estaño indicará la que es necesario añadir para obtener el bronce en la ley E de estaño, es decir

$$X = P \frac{E - z}{100 + z}.$$

Esta fórmula no solo da á conocer el estaño que es necesario añadir para obtener bronce á una ley fija determinada, sino que indicando las notaciones E y z cantidades de cobre en 100 de estaño de la aligacion puede conocerse la cantidad que de este se necesita añadir para obtener una con ley inferior á la conocida por el análisis. Este caso puede presentarse cuando los broncees que se hayan de refundir escedan á ley reglamentaria, y no se disponga de otros, cuya ley sea inferior, para que combinados proporcionalmente en ella den por resultado el bronce que se desea.

Determinada por este medio la cantidad de estaño, la marcha de la operacion y conduccion del fuego hasta la fusion completa del bronce es análoga á la ya conocida en los hornos de artillería. Una vez fundida la carga gruesa, como generalmente está compuesta de trozos de canal y estos traen consigo, ya ladrillos de la solería, ya tierras de las empleadas en ligarlos, es necesario por medio de rodos de madera extraerles estas materias que, interceptando la accion de la llama sobre el baño, evita la elevacion de temperatura. Limpio perfectamente este, se da un golpe fuerte de fuego durante media hora, al cabo de la cual se empieza á proyectar las virutas por tongadas al principio de 20 espuestas terreras de capacidad de 10 kilogramos próxi-

mamente y despues de 60 en 60 con un int ervalo de media hora, tiempo suficiente si el horno conserva bastante calor. Mas, como la introduccion de cada tongada produce un resfrio grande en el baño, conviene cerciorarse antes de arrojarla si la anterior est  completamente fundida,   cuyo fin basta introducir una berlinga que recorriendo la soleria indicará si una parte est  pegada al fondo   no, en cuyo primer caso se suspende echar la tongada correspondiente para evitar un atraso perjudicial   la operacion y   la marcha del horno.

Así se continúa hasta completar la carga total de las virutas en cuyo caso se berlinga por una y otra puerta perfectamente, se arroja el estaño, repartiéndolo bien y se continúa berlingando. Cuando se supone fundido se cierran las puertas, se da un golpe de fuego y se dispone todo para la colada. En el acto de esta, que tiene lugar por medio del botador como en los hornos ordinarios de artilleria, se abren las puertas y se berlinga mientras se conserva metal en el crisol, á fin de que este salga lo mas homogéneo posible en su composicion,

El metal se reparte igualmente en las *toraleras* de modo que los torales resulten de un peso igual aproximado, y para conseguirlo se hace uso de palas de hierro, cuyo ancho es igual al de la canal maestra, con las que se detiene el metal   la altura de la toralera que se desea. Concluida la colada se levanta acto continuo la canal, proyectando sobre el metal aun fluido de las toraleras los trozos coagulados en aquella, se cierra con un poco de barro el agujero de la colada, se le estrae el tapon tronco-cónico de hierro que cerraba este y queda terminada la operacion.

Cuando los torales est n frios se levantan por medio del cabriolé, deshaciendo las toraleras, se pesan, se les fija

á cincel el peso y se almacenan para emplearlos en los hornos de artillería. La figura que estos afectan, siendo un paralelepípedo rectangular, es la mas conveniente para su fácil colocacion en la solería de los hornos, siendo mas á propósito que la cilindrica, tanto para la facilidad de su fundicion como para el objeto ya indicado.

FIN DEL ARTÍCULO PRIMERO.

APÉNDICE

AL

ARTICULO PRIMERO.

PÁRRAFO PRIMERO.

Explotacion ó metalúrgica de las tierras impregnadas de bronce llamadas Cáscaras.

Los restos de la limpieza de los moldes, cuando estos se deshacen, constituyen un verdadero mineral de bronce, cuyo actual tratamiento es una consecuencia del conocimiento de las materias puestas en juego. No hace muchos años las cáscaras eran pulverizadas en molinos de muelas verticales de bronce y sometidos estos residuos pulverulentos á un lavado continuo en mesas durmientes, cual hoy aun se practica para la concentracion de ciertos minerales. Fundado este procedimiento en la diversa densidad del metal y de las tierras, en que se halla contenido, fácil es deducir la dificultad de obtener un grado de concentracion en la riqueza metálica de estas tierras, que compensara

los gastos de la operacion. Así es que perdiendo una gran parte del metal en el lavado, escasamente ascendia á 60 por 100 la riqueza de las tierras lavadas. Estas tierras eran fundidas en unas copelas alemanas de capacidad variable, obteniéndose el bronce en muy cortas cantidades é impuro.

Hoy el tratamiento de estas tierras ofrece una notable diferencia, tanto bajo el punto de vista económico, como bajo el de pureza en el metal obtenido.

Lámina 9.^a—Figuras 1.^a, 2.^a, 3.^a y 4.^a Se hace uso de un medio horno alto representado en las figuras, muy análogo á los empleados en el beneficio de minerales cobrizos. Su figura interior, compuesta de dos troncos de cono inversos, facilita la preparacion de las cáscaras y la conversion en silicatos fútiles de las tierras, que contienen el metal. Se construye de ladrillos muy refractarios, ó bien de arcillas de la misma naturaleza fuertemente apisonadas entre el revestimiento y el molde de la figura interior hecho de madera. Así suele resistir muchas operaciones sin necesidad de grandes composturas. Los silicatos formados por la reaccion química de la sílice de las tierras sobre el carbonato calizo, que constituye el fundente, forman una escoria flúida, que corre al exterior por un agujero llamado *flamadera*, pudiéndose juzgar de la buena marcha del horno por los caractéres que presenta esta escoria.

Se principia por llenar el horno de cok despues de estar bien seco, y á favor de una corta cantidad de leña se pone fuego al combustible para que lentamente se vaya consumiendo. Cuando el que ocupa la parte superior empieza á enrojecerse, se pone el viento y se echa la primera carga: si la combustion del cok se retardase y la llama no apareciese á las dos horas próximamente de encen-

dido se auxilia aquella con el viento forzado hasta que todo el combustible que el horno contenga se halle en completa combustion.

Las cargas que sucesivamente se van poniendo á medida que naturalmente descienden, están compuestas:

Cáscara.	46	kilógramos.
Cok.	18	»
Fundente.	13	»

Lámina 10. La cáscara se reduce á fragmentos de 3 á 4 centímetros cúbicos en un bocarte, donde hay tres pilones de marcha consecutiva y alternada que le imprimen las es-céntricas correspondientes que se hallan en el eje de la polea motriz. En el extremo un pequeño volante regula-riza la accion de los pilones y restituye la fuerza absorbida por el choque.

El cok debe ser de buena calidad, de fractura gris, sedoso, exento de piritas y no contener mas que 3 á 4 por 100 de cenizas.

Para fundente debe elegirse el carbonato calizo mas puro, si bien la presencia de algunos óxidos metálicos no perjudica notablemente su calidad. El empleado en esta fábrica procede del terreno cretáceo de Moron, es casi sacaroideo, muy puro y por lo tanto el mejor de cuantos pudieran emplearse: pueden en caso de necesidad usarse algunas de las margas propias del terreno terciario, si bien no son tan á propósito para esta aplicacion.

Las proporciones fijadas pueden alterarse cuando la marcha del horno indique la conveniencia, aumentando el fundente cuando la escoria se oscurece, se hace pastosa y corre con dificultad, cuando el descenso de las cargas se entorpecé y pasa alguna obturacion en el horno debida á la imperfecta reduccion de las tierras y fácil aglomeracion

alrededor de la tobera de escorias mezcladas de tierras sin reducir. En este caso el horno toma una marcha fria, el metal contenido en el crisol empieza á coagularse y se corre gran riesgo de perder el horno, si no se procura trabajar con el *barron* de hierro por el ojo de la busa separando la tobera y deshaciendo la bóveda formada con las materias antedichas; se aumenta el combustible, ó se disminuye la cantidad de *cáscaras* y el horno no tarda en volver á tomar una marcha caliente, que es la que conviene.

Generalmente la operacion dura en esta fábrica seis horas, donde el trabajo no puede continuar de noche y dia, descendiendo á 30 cargas con 1,380 kilogramos de cáscaras, ó sea 230 kilogramos por hora, si el horno no tiene alguna obturacion, que no son frecuentes cuando el operario tiene práctica y cuidado. Esta operacion da por resultado 470 kilogramos de bronce, ya en torales, ya en piezas fundidas directamente como bujes, tuercas, poleas para cábricas, etc., etc. En este caso se tienen preparados los moldes de las piezas que se han de fundir, y colocados en la delantera del horno, desde donde se conduce el metal en *cazos* de hierro revestidos interiormente de arcilla. La colada se hace rompiendo con un barron de hierro á golpe de martillo el agujero abierto en el costado anterior del crisol, que está tapado con arcilla durante la operacion.

Las hojas de gualderas para los morteros cónicos se moldean en arena de estufa y se funden con bronce procedente del beneficio de estas tierras metalizadas. La arena se compone de una parte de arcilla de Villanueva y dos de Mascareta. Las cajas son de hierro y se conducen á la estufa en un wagon de cuatro ruedas sobre carriles de

hierro. El bronce en torales es introducido en un cubilote por cargas alternadas de combustible. Generalmente á la media hora de puesto el viento, ya el metal corre líquido por el agujero de la colada, se cierra este con un tapon de arcilla y cuando se conoce con un barron, que se introduce por la tobera, que hay metal bastante en el crisol, se aproxima el *cazo* ó *cuchara* de hierro, se hace la colada y se conduce por medio del cabriolé á las cajas moldeadas.

PÁRRAFO SEGUNDO.

Fabricacion de ladrillos refractarios.

Los ladrillos refractarios, con que se construyen las partes de los hornos mas espuestas á la accion del calor, se fabrican en este establecimiento con arcillas que poseen la refractabilidad en bastante grado para hacerlas aceptables en esta fabricacion. Las circunstancias esenciales que deben concurrir en las que se apliquen, son las de carecer de bases ú óxidos metálicos, carbonatos calizos ó cualquiera otra sustancia que en altas temperaturas se descompongan y den lugar en su reaccion química á compuestos fusibles. El silicato de alúmina es la base de la composicion de todas ellas, aumentando ó disminuyendo su refractabilidad por la mayor ó menor cantidad de sustancias estrañas que perjudiquen ó alteren tan notable propiedad. Mas siendo muy difícil encontrarlas en la naturaleza poseyendo estas circunstancias en sumo grado, se modifica su composicion haciendo intervenir la presencia de materias que en union suya constituyan un compuesto con las cualidades apetecidas.

Dos clases de arcilla se emplean en esta fundicion, cada una de las cuales presenta caractéres bastante refractarios: la primera procede de las inmediaciones de las minas de Rio-tinto, es un pórfido descompuesto que ha dado lugar á una arcilla esquistosa de color blanco azulado, algo magnesiana por lo que es untuosa al tacto con fuerte olor arcilloso, bastante plástica y conteniendo de 10 á 12 por 100 de agua; cuesta en fábrica á 28 rs. los 100 kilogramos, por cuya razon su empleo es muy limitado, especialmente desde que fué conocida la segunda, que procede del terreno carbonífero de Villanueva del Rio, á 40 kilómetros de esta ciudad, que solo cuesta 13 reales los 100 kilogramos. Esta arcilla, que no es otra cosa que el esquisto carbonífero que constituye el techo y el muro de las capas del carbon, es de color gris oscuro, poco plástica, de fractura áspera al tacto, olor arcilloso y bituminoso, perdiendo el color por la calcinacion: contiene alguna pirita de hierro que mancha la pasta, cuando se calcina fuertemente, su poca plasticidad exige se le mezele otra arcilla que, siendo tambien refractaria, le comunique esta propiedad para lo que figura la de Villanueva, que procede del terreno terciario de los alrededores de esta ciudad, de donde dista seis kilómetros. Los caractéres exteriores de esta última indican la presencia de óxidos de hierro, que le dan un color rojo claro con vetas de sustancias estrañas que la alteran, pero en cambio es muy plástica y mezclada con la anterior produce una pasta suficientemente refractaria.

Tambien se emplea en la composicion de esta última la arena lavada y el residuo de los ladrillos ya usados en las proporciones que se dirán mas adelante.

Preparacion. Estas arcillas se conservan mucho tiempo

bajo tinglados, donde se hallan al abrigo del sol y de las lluvias, pero que permiten circular libremente el aire. Se les estiende y remueve de cuando en cuando á fin de renovar las superficies, y que pierdan la humedad naturalmente, y cuando presentan cierta homogeneidad en su aspecto y color se conducen á los molinos para su pulverizacion.

Lámina 11.—Figura 1.^a Estos molinos se componen de dos muelas verticales de hierro fundido movidas por un árbol central á cuyo extremo superior una rueda dentada horizontal es regida por un piñon que á su vez recibe el movimiento del árbol motor por el intermediario de una polea con su correa. Su velocidad es de cuatro vueltas por minuto. Las arcillas se depositan sobre el plato fijo, en que giran las muelas, cuidando de removerlas continuamente y presentarlas á la accion de dos rastras, que mueve el árbol vertical. De esta manera, cuando se apelmaza el polvo á consecuencia de la presion de las muelas, dichas rastras vuelven la pasta, que sometida de nuevo á la trituracion, adquiere el carácter pulverulento. Cuando toda está pulverizada el operario cambia la correa á la polea loca, detiene las muelas y estrae la arcilla para ser conducida á las cribas. En estas, dotadas de movimiento de trepidacion por un escéntrico, la arcilla es tamizada no permitiendo el paso á las *granzas*, los agujeros de las mallas que tienen $1, \frac{m}{m} 5$ de diámetro.

Tambien se muelen y tamizan los restos de ladrillos usados, que forman parte de la composicion de la pasta.

Reunidos todos los elementos que la han de formar, próximos á la batidera ó máquina de batir la pasta, el operario las mezcla en la proporcion siguiente, haciendo uso de la pala ó de una medida de capacidad correspondiente al peso.

2 partes en peso de arcilla de Villanueva.
 1 idem, idem de idem de esquisto carbonífero de Villanueva del Rio.
 $\frac{1}{10}$ idem idem de arena lavada.
 $\frac{1}{10}$ idem idem de polvo de ladrillo.

Cuando la mezcla está bien hecha, de manera que no predomine ninguna de las materias, se introduce por medio de la pala en la batidera hasta llenar completamente su capacidad, añadiendo un cubo de agua cada ocho ó nueve paladas.

Figura 2.^a Esta máquina se compone de un recipiente cilindrico de chapa de hierro, en cuyo interior se mueve un eje vertical con paletas de hierro dulce y dotado de una velocidad de 6 á 7 vueltas por minuto. Dichas paletas colocadas en el eje de manera que su conjunto trace una hélice, mueven y baten la pasta uniformemente, haciéndola descender hasta el punto de estraerse por una puerta cerrada con una pala de hierro. Levantada esta compuerta la pasta se presenta de una manera continua, cortándola el operario en trozos manejables para conducirla á la mesa de moldeo. Cuando esta sale seca, cierra la compuerta de descarga, aumenta la cantidad de agua por la parte superior y deja algun tiempo en movimiento la batidera hasta que calcula esté toda ella bien humedecida: por el contrario, si resultase muy cargada de agua, hace la misma operacion sin mas diferencia que aumentar de la mezcla. Una máquina de esta clase, que con tan buen éxito ha reemplazado al antiguo y penoso trabajo de los piés de los operarios, puede suministrar en once horas laborales pasta para cortar un millar de ladrillos de dimensiones ordinarias.

Moldeo. Conducida la pasta á la mesa del moldeo

se coloca sobre una tabla en un extremo de aquella formando una masa esferoidal, de la que toma el operario la cantidad necesaria para llenar el molde ó gabela. Esta se construye de madera con los bordes de hierro y dándole una forma tronco-piramidal con una diferencia en las dimensiones de sus bases para facilitar el desprendimiento del ladrillo moldeado. Colocada la gabela sobre una tabla un poco mayor que esta, de modo que quede un sobrante á su alrededor, el operario arroja un puñado de arena fina para evitar la adherencia y, despues de humedecida la gabela, corta una bola de pasta que contenga una poca mas de la necesaria para un ladrillo. Comprime con los dedos y en los de grandes dimensiones con un pison de madera la pasta, de modo que llene bien toda la gabela, corta el sobrante con un alambre á cuyos extremos tiene unas muletillas de madera y apoyándolo sobre aquella separa la pasta; por último, *enrasa* el ladrillo con una regla de hierro que tambien apoya sobre la gabela. Golpea esta en sus paredes laterales y la levanta con las dos manos, dejando escapar el ladrillo por la base mayor. Este se trasporta acto continuo sobre la tabla que se moldeó al secadero, donde se coloca de canto sobre otra tabla y para evitar tocarle con las manos, que lo deformarian, se inclina aquella dejándolo resbalar de lado, de modo que quede en pié sobre la tabla del secadero. Del mismo modo se continúan los demás, dejándolos en el secadero el tiempo suficiente para que tomen consistencia los que se han de pensar, ó bien se sequen completamente los que se han de cocer sin esta operacion.

Secadero. En las fábricas donde sus necesidades exigen un trabajo continuo todo el año, se hace uso de estufas, tanto para quitar la humedad á las arcillas como para

secar los ladrillos despues de moldeados. Mas en esta donde es suficiente el producto de este taller durante la primavera, es inútil la estufa, pues se aprovecha la buena estacion para el secadero. Así es que este se reduce á un tinglado en alto para evitar la humedad, donde circula el aire libremente, pero resguardado del sol y de las lluvias. Primero se colocan, como se ha dicho ya, de canto sobre el piso del taller, y cuando ya no hay peligro de deformarse se ponen en tablas corridas colocadas sobre canes de madera en la pared, donde permanecen todo el verano. Antes de las primeras lluvias del otoño, ya los ladrillos tienen espulsada la humedad naturalmente y se pueden recocer sin peligro de que se hiendan ó grieteen.

Prensado. Los de dimensiones ordinarias, que se emplean en el revestimiento de cubilotes y solería de los hornos, suelen prensarse, operacion que se ejecuta antes del secado. La prensa que se emplea está representada en la figura (3.^a), cuyo dibujo indica bastante la manera de usarse. Al movimiento alternativo de la palanca **B** de izquierda á derecha el piston **P** se eleva, presentando en su extremo el apoyo ó base del ladrillo, que se coloca sobre él: en el inverso de derecha á izquierda de la misma palanca, el piston descende llevando consigo al ladrillo y oprimiéndolo contra el cabezal **A**. Así se repite la operacion con todos, siendo tan sencilla que basta un muchacho que mueva la palanca y otro que aproxime ladrillos para prensar un millar diariamente. Para mayor comodidad, la prensa tiene dos ruedas para ser trasportada al punto donde sea necesario emplearla. En esta operacion el ladrillo se reduce $\frac{1}{7}$ de sus dimensiones.

Los demás no se prensan, pues las ventajas del prensado no compensarian el costo de establecer una para cada

clase, así es que solo se dejan secar muy bien antes de recocerlos.

Recocido.—*Lámina 12.*—*Figuras 1.^a, 2.^a, 3.^a, 4.^a y 5.^a* El horno donde se recuecen los ladrillos está representado en la figura (2.^a) corte ó perfil trasversal la (3.^a) su seccion horizontal á la altura de los hogares y la (4.^a) la misma seccion para la línea de los respiraderos. El combustible, que puede ser carbon de piedra de llama larga y muy vituminoso ó bien leña de desecho, pues solo es necesario una temperatura constante mas que elevada, se coloca en los hogares **H**... que en número de seis reparten con bastante igualdad el calor por toda la capacidad interior del horno. Sobre la bóveda una cámara **C**, donde se reunen las llamas de los respiraderos, suele cargarse de tejas, arcilla ó cualquiera otra sustancia, que solo exija el calor de estufa.

El horno está situado en el patio del taller bastante próximo al secadero, de manera que un plano inclinado, que se coloca en una de las ventanas de este, conduce los ladrillos á la misma puerta de carga, de donde los va tomando el operario encargado de esta operacion, que debe hacerse bajo la vigilancia del maestro. Todos los ladrillos se colocan en el horno de canto bastante próximos, pero sin que se toquen, poniendo los de mayores dimensiones abajo y de modo que no cierren la comunicacion de la llama, formando calle de los respiraderos al centro. La segunda tanda se pone sobre la primera é invertida, evitando haya muchos puntos de contacto; así se continúa colocando de la circunferencia al centro, donde se deja un espacio vacío capaz de contener el operario que está haciendo la carga, y el cual los coloca hasta la bóveda. Entonces se retira á la puerta desde donde llena el vacío

central completando la carga hasta la misma puerta que cierra con ladrillos ordinarios enlodados.

Cargadas las parrillas de combustible se pone el fuego, levantando las compuertas de chapa superiores para que el aire, penetrando por ellas, disminuya el tiro y la combustion sea lenta, pues en las primeras veinte y cuatro horas el fuego muy activo inutilizaria la hornada. Así es que durante este tiempo no debe salir mas que humo por los respiraderos superiores, permaneciendo abiertas las compuertas de las parrillas. En las veinte y cuatro horas siguientes se activa mas el fuego, que nunca debe ser muy violento, la llama empieza á aparecer por los respiraderos y observando el interior del horno se observa un color rojo claro en todo él; las compuertas de las parrillas se cierran y el aire solo penetra por la parte inferior: así se continúa manteniendo el fuego constantemente hasta las setenta y dos horas, en que regularmente el recocado está terminado. Entonces se cierran muy bien todas las salidas y entradas de aire para evitar los cambios bruscos de temperatura, que inutilizarian muchos ladrillos, y se deja en este estado tres ó cuatro dias, al cabo de los cuales se abren los respiraderos y puertas, pero sin proceder á la descarga del horno ínterin no esté completamente frio. Por muy secos que los ladrillos entren en el horno, y por muy bien que el fuego se conduzca, nunca se puede evitar una merma de 10 por 100, procedente de los que se rompen al entrar en el horno, los grietados ó hendidos por el fuego y algunos por demasiado recocidos y que se fracturan en la descarga. Los caracteres que mas indican un buen recocado, son el color y el sonido; así es que á medida que van saliendo se reconocen separando aquellos que por su aspecto indican no

NÚMEROS.	GABELAS.					LADRILLOS.				
	Longitud.	Latitud.		Profundidad.		Longit.	Latitud.		Grueso.	
	Milime- tros.	Superior.	Inferior.	Superior.	Infe- rior.	Milime- tros.	Superior.	Infe- rior.	Superior.	Infe- rior.
		Milime- tros.	Milime- tros.	Milime- tros.	Mili- metros.		Milime- tros.	Milime- tros.	Milime- tros.	Mili- metros.
1	355	275	275	71	71	355	275	275	71	71
2	325	161	161	67	67	325	161	161	67	67
3	328	201	167	68	68	328	201	167	68	68
4	327	145	129	87	68	327	145	129	87	68
5	330	150	138	59	53	330	150	138	59	53
6	332	167	145	61	54	332	167	145	61	54
7	328	244	244	108	74	328	244	244	108	74
8	358	273	273	100	55	358	273	273	100	55
9	327	453	453	100	68	327	453	453	100	68
10	337	332	332	125	98	337	332	332	125	98
11	345	250	250	127	100	345	250	250	127	100
12	250	133	108	88	75	250	133	108	88	75
13	247	169	136	86	69	247	169	136	86	69
14	433	350	350	80	80	433	350	350	80	80
15	235	129	129	67	67	235	129	129	67	67
16	340	518	518	105	76	340	518	518	105	76
17	250	235	235	86	60	250	235	235	86	60

NÚMERO y clase de ladrillos necesarios para la construcción de un horno de 27.000 kilogramos de bronce para fundir artillería.

DESTINO.	NÚMERO DEL LADRILLO.	CANTIDAD.
Solería.....	Del número 1.....	1.000
	Del número 2.....	200
Bóveda.....	De los números 3, 4, 5 y 6.....	3.800
	Del número 1.....	1.300
Respiradero y puerta.	Del número 2.....	1.200
	Inglés refractarios..	200
Mesa.....	Inglés refractarios..	100
	Del número 7.....	900
Tragante y cañon del fuego.....	Del número 8.....	200
	Del número 16.....	100
	Hogar.....	
Parrillas.....	Del número 1.....	600
Cenicero.....		

ESTADO que manifiesta el costo de un millar de ladrillos refractarios en este Establecimiento.

MATERIAS PRIMERAS.	RVN.	CÉNTS.
1840 kilogramos de arcilla de Villanueva á 2 rs. 89 cénts. los 100 kilogramos.....	53	57
920 id. de arcilla refractaria á 13 rs. 40 cénts. los 100 kilogramos.....	119	96
138 id. de arena lavada á 2 rs. 17 cénts. los 100 kilogramos...	3	19
138 id. de polvo de ladrillo á 2 rs. 17 cénts. los 100 kilogramos ..	3	19
368 id. de leña de desecho á 17 rs. 39 cénts. los 100 kilogramos...	63	99
	243	90
MANO DE OBRA.		
7 jornales á 8 reales.....	56	217
Id. id. á 7	49	
Id. id. á 6	42	
14 id. á 5	70	
<i>Total valor de un millar.....</i>	460	90

PÁRRAFO TERCERO.

Operaciones docimásticas.—Análisis de los cobres y estaños del comercio.—Idem del bronce.

Siendo de tanto interés para la recepción de las materias primeras, que constituyen los bronce para piezas, conocer los medios analíticos que revelen la presencia de los cuerpos estraños que las acompañen, sin embargo que las obras de testo de química analítica dan bastantes detalles de estas operaciones, como quiera que en su buen éxito influye tanto la práctica de las manipulaciones de laboratorio, se esponen á continuación las que tienen lugar en esta fábrica.

Andlisis del cobre del comercio. Las pruebas mecánicas y las que se deducen de sus caractéres exteriores quedan determinadas al tratar de este metal, limitándose por lo tanto esta parte al análisis puramente químico, tanto cualitativo como cuantitativo. El primero tiene lugar para asegurarse de la naturaleza de las materias que le acompañan y el segundo para dosificarlas.

Los cuerpos estraños que generalmente se encuentran en los cobres del comercio son *el antimonio, el estaño, la plata, el plomo, el hierro, el zinc, el arsénico, el azufre* y el oxígeno. Para hacer, pues, un análisis cualitativo se disuelven 10 gramos de cobre en *ácido nítrico*, si este es completamente puro no deja residuo alguno, su disolución no se altera por el amoniaco ni el ácido clorohídrico ni sulfúrico. Cuando el cobre presenta estos caractéres se le puede considerar como un tipo de comparación en los análisis de los

cobres comerciales. Sin embargo, como aun puede contener alguna corta cantidad de oxígeno, debe preferirse para tipo el que procede de las operaciones galvano-plásticas. Si en la disolucion queda algun residuo insoluble, no puede haber duda en que está formado de antimonio y estaño, únicos metales á quien el ácido nítrico no disuelve. Este residuo insoluble recogido sobre el filtro se trata con el ácido clorohídrico, obteniéndose una disolucion en la cual vertida agua en esceso dará un precipitado de antimonio, que se recogerá en un filtro, mientras que el licor filtrado y tratado por el amoniaco dejará precipitar el ácido metastánico, que se obtiene tambien sobre el filtro. El inconveniente de este procedimiento consiste en la dificultad de verter la cantidad necesaria de amoniaco, pues si bien es verdad que este disuelve el ácido metastánico, esta reaccion no tiene lugar mas que en un gran esceso de alcalí. Es preferible emplear una lámina de estaño pesada de antemano é introducida en la disolucion clorohídrica, recoger el antimonio sobre un filtro y tratar al licor filtrado que contiene el estaño de la liga y de la operacion precedente por el ácido nítrico para trasformar el todo en ácido metastánico, calcular el estaño metálico correspondiente y restarlo del introducido para conocer el contenido en la liga.

La primera disolucion nítrica concentrada á un volumen determinado se divide en dos partes iguales; cada una de ellas se tratará por porciones separadas:

- 1.º Por el ácido clorohídrico, que precipitará la plata al estado de cloruro.
- 2.º Por el sulfato de sosa, que dará un precipitado de sulfato de plomo. Estos sulfatos solubles y en especial el de sosa son preferibles al ácido sulfúrico, pues como el de

plomo es un poco soluble en los ácidos fuertes se corre riesgo de perder alguna parte.

3.º Por un exceso de amoniaco, que precipitará el peróxido de hierro.

La segunda mitad de la disolucion nitrica se tratará por la potasa al alcohol para precipitar completamente el cobre y el hierro, que se recogerán sobre un filtro. Se concentra la disolucion procedente de esta última filtracion, que será muy alcalina, y separando tres partes iguales, se tratará:

1.º Por el sub-carbonato de sosa, que indicará la presencia del zinc, formando un precipitado en copos blancos de carbonato *zíncico*.

2.º Por el nitrato de baryta en exceso para precipitar el azufre.

3.º Por el acetato de plomo, que indicará la presencia del arsénico si da un precipitado de arseniato de plomo soluble en un exceso de ácido. Para el ensayo cualitativo basta este procedimiento para conocer el arsénico; mas en el cuantitativo es necesario recurrir al aparato de Marsh, que revela las mas cortas dósís de esta materia.

Para conocer la presencia del oxigeno, basta tomar dos gramas de cobre en granalla, colocarlas dentro de un papel en un crisol brascado recubriéndolo con la misma brasca, se calienta y la diferencia de peso da la cantidad de oxígeno.

Si el análisis cualitativo no revela la existencia del arsénico, zinc, antimonio, azufre ni sustancias volátiles, entonces el análisis cuantitativo puede reducirse á una simple cementacion por el hierro. Para esto se disuelven dos gramas de cobre en ácido nítrico se evapora, se convierten los nitratos en sulfatos por el ácido sulfúrico, se añade

agua destilada y se hace hervir: en la disolución se precipita el cobre por una barra de hierro puro.

Si contuviese arsénico el cobre que se analiza, se transforma la disolución nítrica-cobrizada en sulfato anhidro, se disuelve este sulfato en agua destilada. Esta disolución se introduce en un frasco de dos bocas, cuyo fondo contiene granalla de zinc, la convierte en hidrógeno arsenical, que se forma y desprende por un tubo ajustado á la dicha boca del frasco, se inflama y se recoge sobre el fondo de una cápsula de porcelana, donde se forman manchas arsenicales, cuya intensidad indica la cantidad de arsénico contenido en el cobre.

Análisis del estaño del comercio. Las sustancias que mas generalmente acompañan al estaño del comercio, son *el plomo, cobre, hierro, antimonio y el arsénico*. Para conocer la existencia de estos metales, se ataca un peso determinado de estaño, diez gramas por ejemplo, por el *ácido nítrico* puro á 22° del areómetro de Beaumé. El estaño se convierte en ácido metastánico insoluble, así como el antimonio, los restantes quedan en la disolución nítrica. Se recogen el estaño y antimonio sobre un filtro, despues de bien lavados se secan y pesan. Este residuo insoluble se trata por el ácido clorohídrico á 22°, haciéndolo hervir una hora próximamente. El antimonio permanece insoluble bajo la forma de polvo negro, que se lava, seca y dosifica. Mas si el estaño contuviera mas de 0,05 de antimonio, entonces no seria posible dosificarlo exactamente: en este caso se trata por el agua real cargada de ácido clorohídrico y se precipita el antimonio por una lámina de estaño, conservando el liquido á una temperatura próxima al agua hirviendo.

Quando contiene arsénico, este metal se conserva en

el residuo de tratar el estaño por el ácido clorohídrico, reconociendo su presencia por el fuerte olor aliáceo que desprende calentando este residuo sobre un carbon enrojecido. El hidrógeno arsenical, que se forma en este tratamiento, quemado á la luz de una bujía, produce manchas arsenicales sobre el fondo de una cápsula cuando se presenta á su accion, pudiendo apreciarse la cantidad por el número é intensidad de las manchas.

La disolucion nítrica primera, concentrada á un volumen determinado, se divide en dos partes iguales. La primera se trata por el sulfato de sosa, que dará un precipitado de sulfato de plomo insoluble en el ácido sulfúrico, que se reconocerá en que se pone negro, tratado por el sulfuro de potasio y puesto sobre el carbon á la llama de reduccion del soplete produce plomo metálico. A la segunda se añade un exceso de amoniaco, que producirá un licor azul si existe el cobre, ó bien por el cianoferruro de potasio que da un color púrpura rojizo. El hierro se reconoce por el prusiato de potasa, mas si á la vez hay cobre, es necesario separarlos vertiendo un exceso de amoniaco, que precipita el hierro al estado de hidrato de peróxido, mientras el cobre queda en la disolucion. Sobre un filtro se recoge el hierro, se satura el exceso de amoniaco por el ácido clorohídrico y se precipita un hidrato de deutóxido de cobre. Tambien se puede saturar el amoniaco por el ácido sulfúrico y precipitar el cobre por cementacion sobre el hierro.

Análisis general de un bronce.

Suponiendo que en el bronce, que se analiza, es de procedencia desconocida y por lo tanto no se puede

calcular las sustancias estrañas que le acompañarán, que es el análisis mas difícil que puede presentarse, es necesario apelar al método general de análisis cualitativo. A este fin, se disolverá la aligación en el ácido azóico ó nítrico á 22° B. bien exento de ácido clorohídrico (se conoce la presencia de este en el ácido nítrico del comercio vertiendo algunas gotas de nitrato de plata que dan en seguida un precipitado blanco de cloruro de plata). Todos los metales, que forman la liga, entran en disolución, excepto el estaño, el antimonio y el arsénico. Estos tres metales se separan y dosifican por los métodos espresados al tratar del análisis del estaño.

La disolución nítrica unida á las aguas de lavado se concentran y dividen en dos porciones iguales. De la primera se separan dos partes y se tratan:

1.° Por el sulfato de sosa, que indica la presencia del plomo.

2.° Por el amoniaco en esceso, que precipita el hierro.

La segunda mitad se tratará por la potasa al alcohol para precipitar el cobre y el hierro. Separados estos la disolución alcalina restante se tratará á partes iguales:

1.° Por el sub-carbonato de sosa, que indica la presencia del zinc.

2.° Por el nitrato de baryta en esceso, que indica la del azufre.

3.° Por el acetato de plomo para el arsénico.

Conocidos los metales que figuran en el bronce, se procede al análisis cuantitativo por el procedimiento siguiente, partiendo de la base que los dichos metales sean el cobre, estaño, zinc y plomo.

Se tratan en caliente 10 gramas de la aligación por

8 ó 10 veces, su peso de ácido azóico á 22.° B. que no contenga ácido clorohídrico.

Cuando no se desprendan vapores rutilantes se estiende la disolucion en agua destilada y se filtra, continuando el lavado hasta que aquella no esté ácida, lo cual se conoce por medio del papel reactivo. Se separa el filtro, se seca á un calor débil, se calcina el ácido metastánico en él contenido y se pesa, 127,2 de ácido metastánico representan 100 de estaño puro.

Reunidas á la disolucion nítrica las aguas de lavado y concentrada esta en una cápsula grande de porcelana, se mezcla un ligero exceso de ácido sulfúrico puro hasta que no se desprendan vapores de ácido azóico. Se estien den en agua destilada y se filtra; el residuo contenido en el filtro es el sulfato de plomo, 146,4 de sulfato corresponde á 100 de plomo.

Se hace pasar en el licor restante una corriente de hidrógeno sulfurado, que precipita el cobre en estado de sulfuro; se lava este precipitado con agua que contenga hidrógeno sulfurado para evitar la sulfatizacion: es muy difícil dosificar el cobre en este estado, por lo que se le disuelve en ácido azóico, se trata esta disolucion por un exceso de carbonato potásico ó bien por la potasa cáustica. El nuevo precipitado lavado y calcinado es el deutóxido de cobre, de cuyo peso se deduce el de este último.

En la disolucion en que se hizo pasar la corriente de hidrógeno sulfurado no resta mas que el zinc. Se le hace hervir y, cuando no exhala ya mal olor, se le trata por un exceso de carbonato de sosa. El zinc se precipita en estado de carbonato básico, que se recoge sobre un filtro y se calcina despues de bien lavado al rojo-

blanco. El residuo es el óxido de zinc puro, que da acto continuo la cantidad de metal contenido.

Es necesario tener presente en este análisis que la presencia de sales amoniacales impide la precipitación del carbonato de zinc por los carbonatos alcalinos, y que el ácido azóico, reaccionando sobre el estaño, produce cierta cantidad de azoato de amoniaco. Por lo tanto, conviene evaporar á sequedad la mezcla de zinc y carbonato de sosa á fin de espulsar toda la sal amoniacal.

Si el bronce además contuviera hierro, se dosifica el estaño y el plomo como queda indicado. Después de separado el cobre por el hidrógeno sulfurado, se hace hervir la disolución y se añade una corta cantidad de agua real para llevar el hierro al máximum: se precipita en seguida el sesquíóxido de hierro por un exceso de carbonato de amoniaco: este óxido recogido sobre un filtro, lavado y calcinado da el peso de hierro.

Si contuviera además arsénico, después de atacado el estaño arsenical por el ácido azóico, el licor nítrico no conserva trazas de arsénico, que probablemente en el estado de ácido arsénico queda combinado con el ácido metastánico. Esta propiedad permite conocer su presencia y aun dosificarlo, así, esta combinación después de bien lavada y seca se descompone á la temperatura del rojo-oscuro por una corriente de hidrógeno puro y seco en un tubo de bola de vidrio, donde aquella se coloca. El ácido arsénico se reduce completamente, condensándose en el tubo bajo la forma de un anillo brillante de arsénico y cuyo peso se conoce por diferencia.

Por este mismo método se puede analizar los latones y cualquiera otra de las aligaciones mas usuales en la industria.

Analisis del bronce de artillería. Cuando el bronce no contiene mas que estaño y cobre, cual acontece en la mayor parte de las piezas de artillería, cuando se hace una fundicion de estas y se quiere conocer la ley media del metal, como exige el reglamento, el analisis se facilita mucho.

Para este se toman los gramas de bronce en limaduras procedentes de los tres cuerpos de la pieza y mejor de entre los muñones, se les trata en una retorta de cristal de la capacidad de 200 gramas de agua ó bien de 7 á 8 centímetros de diámetro, por 80 gramas próximamente de ácido nítrico á 22°B, se dejan desprender los vapores rutilantes y se calienta muy poco al principio hasta hacerla hervir durante 12 á 15 minutos para completar la accion. Una parte del ácido nítrico descompuesto cede su oxígeno á los metales que se oxidan, mientras se desprenden vapores de ácido azooso. El ácido metastánico se precipita, el óxido de cobre se disuelve en el resto del ácido y forma nitrato de cobre, que colora el licor en azul. Esta primera operacion se termina cuando los vapores rutilantes cesan, ó el polvo que se precipita es blanco.

Es muy conveniente para evitar que el ácido metastánico arrastre consigo algun cobre, dejar reposar la disolucion muy estendida en agua, decantar el licor cobrizo y tratar el residuo segunda vez por 20 gramas de ácido nítrico, hirviéndola por 5 ó 10 minutos, decantar segunda vez y volver á tratar el depósito por el ácido en ebullicion, entonces el ácido metastánico abandona el cobre y no se oscurece en la calcinacion. Se conoce que no queda nada de cobre cuando despues de bien lavado el ácido metastánico está perfectamente blanco y ligeramente trasparente, mas si conservara algun color verdoso deberá volverse á tratar por el ácido nítrico.

Para recoger el estaño se vierte sobre un filtro, pesado de antemano, el residuo con la disolución estendida en dos ó tres veces su volúmen de agua para evitar que quemé el papel del filtro; se hace también pasar por estas todas las disoluciones decantadas anteriormente. Se lava el filtro y el depósito estannífero con agua destilada por medio de un lavador continuo hasta que las últimas gotas no contengan la menor traza de cobre, que se reconocerá por medio del amoníaco, ó por el cianoferruro de potasio, ó por un hidrato soluble, ó bien como el licor cobrizo es muy ácido con el papel de tornasol hasta que no lo enrojecen las últimas gotas.

Dosis del estaño. Concluida la filtración se seca el filtro á la estufa ó al baño de María, se desprende con un cuchillo de marfil lo que se pueda sin romper el papel, se vierte en un crisol de platino y se calcina al rojo. Para conocer la cantidad de estaño calcinado que ha quedado adherida al filtro, como se conoce el peso de este antes y despues de la operacion, la diferencia indicará el del estaño húmedo formándose á la siguiente proporcion:

$$\frac{\text{Peso del ácido húmedo del filtro.}}{\text{Idem del idem calcinado.}} = \frac{\text{Peso del ácido húmedo pesado.}}{x} \text{ y } x \text{ in-}$$

dicará el peso del estaño adherido al filtro si hubiera sido calcinado. Sumadas estas dos cantidades, que darán el total de ácido metastánico contenido en la aligacion, representando por P esta cantidad se formará la proporcion:

$$\frac{127,2}{27,2} = \frac{P}{x} x = \frac{P \times 27,2}{127,2} \text{ indicará el oxígeno del}$$

ácido y por lo tanto $P - x = E$ será el estaño contenido en este último, y por consiguiente en la aligacion. Para conocer cuánto de este se halla contenido en 100 partes de

cobre se restará de diez gramas del bronce ensayado la cantidad E y la diferencia $10 - E = C$ espresará en gramas el cobre contenido en la aligacion, por lo tanto

$$\frac{C}{E} = \frac{100}{X}; \text{ y } X = \frac{E \times 100}{C} \text{ espresará la ley del bron-$$

ce que se analiza sin necesidad de recurrir á la dosificacion del cobre, obteniéndose esta por diferencia. Mas cuando por via de rectificacion se quiere dosificar este se opera del modo siguiente:

Dosis del cobre. Tres medios se conocen y aplican para la dosificacion del cobre.

1.º Precipitándolo al estado metálico por una lámina de hierro.

2.º Precipitándolo al estado de deutóxido por una dissolution de potasa pura.

3.º Reduciéndolo hasta la sequedad y descomponiendo por el calor el nitrato de cobre.

El primer procedimiento es bastante exacto, pero exige la conversion del nitrato en sulfato, que facilita mucho la cementacion. Dicha conversion se hace muy fácilmente añadiendo al nitrato dos gramas de ácido sulfúrico concentrado por cada grama de bronce y se evapora á sequedad para espulsar el ácido nítrico. Esta operacion debe hacerse en cámara cerrada é independiente del laboratorio para evitar los vapores deletéreos del ácido nítrico. El licor debe agitarse continuamente para evitar las proyecciones fuera de la cápsula. Cuando está bien seco se disuelve en agua destilada y se introduce la lámina de hierro. La cementacion debe hacerse en caliente en una cápsula de porcelana, que se mantiene al fuego: el cobre se precipita sobre el hierro en forma de un polvo rojizo que debe desprenderse de la lámina con un agitador de vidrio.

Cuando el amoniaco no acusa la presencia del cobre, se decanta el liquido incoloro, se lava el cobre con agua mezclada de un poco de ácido sulfúrico, evitando el contacto del aire que podria oxidar el cobre. Se lava por último, con agua pura, se arroja sobre un filtro pesado, se lava tambien este hasta que las aguas no contengan ácido sulfúrico, se seca y se deduce el peso por diferencia.

El segundo medio es mucho mas exacto. La disolucion cobriza contenida en una cápsula de porcelana se estiende mucho en agua destilada hirviendo. Debe emplearse una potasa muy pura y sobre todo sin carbonato. La disolucion de potasa no debe estar muy concentrada para que el precipitado sea fácil de lavar. El precipitado obtenido por la adiccion de la potasa es un hidrato de deutóxido azul turquí, que pasa al estado de deutóxido anhidro por el calor de la ebullicion á que se somete en la misma cápsula. Este precipitado es muy difícil de lavar sobre el filtro por no poderlo desembarazar completamente de la potasa, en la cual está en suspenso. Se le deja reposar en la cápsula, se decanta el licor sobre el filtro, se lava el depósito con agua pura haciéndole hervir y se vuelve á decantar. Se repiten estas tres operaciones, lavado, ebullicion y decantacion hasta que el precipitado queda bien lavado y entonces se echa en el filtro. Se seca bien este, se separa el deutóxido haciéndole desprender de aquel, se incinera en un crisol de platino y se deduce el peso de las cenizas del papel y se obtendrá el peso del deutóxido anhidro, que multiplicado por 0,798 coeficiente que espresa la cantidad de cobre contenido por uno de deutóxido, dará inmediatamente el peso del cobre contenido en el bronce.

El tercer medio es el mas sencillo, evitándose los lavados y demás manipulaciones, siendo á la vez muy exacto,

debiendo preferirse á los otros dos, siempre que de antemano se sepa que el bronce no contiene otro metal que el cobre. Para efectuarlo se reunen todas las aguas de los lavados y se evaporan hasta la sequedad, despues se procede á la descomposicion del nitrato de cobre calcinado el residuo á un calor poco elevado como el del rojo oscuro. Se puede operar en una cápsula de porcelana á falta de cápsula ó crisol de platino. El peso del óxido de cobre obtenido por esta calcinacion siendo P el del cobre será $P \times 0,798$.

En este laboratorio rara vez y solo por via de rectificacion se dosifica el cobre, limitándose solo á la del estaño, que por la misma razon debe obtenerse con la mayor precision.

Cuando se tienen piezas de artillería procedentes de fundidores, cuyas aligaciones eran conocidas, puede evitarse el análisis por medio de la siguiente tabla:

8	Gerardo
9.1	Francisco Varte
8.8	Berenguer
6.1	Juan Ter Heisl
7.4	Cornel Wegewant
8.6	Pierre Sauguma
8.3	Lunaticpic
7.19	Gregorio Loller

NOMBRES de los fundidores.	ESTAÑO en 100 de cobre.
Barnola.....	9,5
Ribot.....	9,4
Solano.....	7
Voiabet.....	6,3
Ballesteros.....	10
Mir.....	9,12
Gerardo.....	8
Francisco Varte.....	9,1
Berenguer.....	8,65
Juan Ter Horst.....	6,1
Cocurat Wegewant.....	7,4
Pierre Sangenma.....	9,6
Lumarepie.....	9,5
Gregorie Loffler.....	7,19

A pesar de esto, como no se tiene una gran seguridad de la pureza de los cobres y estaños empleados por estos fundidores, deberán analizarse cualitativamente por el método general, á fin de cerciorarse de las materias estrañas que pudieran contener.

ESPLICACION DE LAS LAMINAS.

LAMINA 1.^a

Escala 1/20.—Año del cobre y fundicion de granos.

Figura 1.^a Elevacion del horno para el año del cobre por la delantera, á sea por el agujero de la colada.

Figura 2.^a Plano del mismo horno.

Figura 3.^a Seccion vertical segun la linea A. B. C. D. después de la disposicion de las piezas de esta especie segun tambien hechemos la disposicion de los ladrillos refractarios, de las celosías, y de la superpostera.

AB Ladrillos refractarios.

ac Celosía hecha de carbonilla.

cd Agujero de la colada.

CD, Tubo que rodea el año de vaciarse á la colada.

a, b, Tubera ó manga de cobre en el extremo de la colada.

P Puerta de carga y rebaja.

p Puertecillos por donde sale el vapor de agua, y que se levanta para cubrir las celosías.

ESPLICACION DE LAS LÁMINAS.

LÁMINA 1.^a

Escales $\frac{1}{80}$.—Afino del cobre y fundicion de granos.

Figura 1.^a Elevacion del horno para el afinado del cobre por la delantera, ó sea por el agujero de la colada.

Figura 2.^a Plano del mismo horno.

Figura 3.^a Seccion vertical segun la línea **A. B. C. D.** del plano. La disposicion de las líneas de esta seccion indican bastante la separacion de los ladrillos refractarios, de los ordinarios y de la mamposteria.

AB Crisol de ladrillos refractarios.

c.e. Soleria hecha de carbonilla.

o. Agujero de la colada.

CD. Tubo que conduce el aire del ventilador á la tobera.

t. t. Tobera ó manga de cuero con su extremo **g** de chapa.

P Puerta de carga y trabajo.

p Portalon que cierra esta puerta durante la operacion, y que se levanta para estraer las escorias.

Este portalon se eleva por medio de un contrapeso ó báscula como se indica en **V**.

T Toralera ó recipiente hecho de carbonilla y revestido de material ordinario, con un fuerte herraje donde se recibe el cobre afinado para convertirlo en roseta.

p'p' Pescantes de hierro donde se fija la cadena *m* y donde se apoya la horquilla que levanta la roseta.

p'' Compuerta ó contrapeso que da salida á la llama ó tomar cobre del baño para los rieles y muestras.

S Galería abovedada de la ventosa.

E Escalera que conduce á la plataforma del horno.

H Chimenea.

Figura 4.ª Elevacion por su frente del horno de tiro para la fusion del cobre en la fabricacion de granos para las piezas de artillería.

Figura 5.ª Seccion vertical por la línea **EF** del plano.

Figura 6.ª Plano del mismo horno.

LÁMINA 2.ª

Moldeo en barro de una pieza de artillería.

Fig.ª 1.ª **A** Huso de madera tronco-cónico sobre el cual se construye el modelo y el molde del cuerpo de la pieza: **aa** muñones en hierro sobre los que descansa en los cojinetes de bronce de los santeles; **mm** cabeza cuadrada donde se adopta la manivela **M** que hace girar el huso.

A' El mismo huso *enatado*.

E Encastre hecho en la parte superior de los santeles para asegurar la terraja.

LÁMINA 3.^a**Moldeo en barro.**

Fig. 1.^a Modelo en barro construido sobre el huso con los modelos de los muñones, dispuesto para empezar la construccion del molde propiamente dicho.

T Terraja vista por su parte superior. Es un tablon de madera cuyo borde anterior presenta el perfil inverso de la pieza. Para que no se altere con el uso se hace de chapa de hierro.

M Molde con el primer herraje. En él se observa la disposicion especial que se ha adoptado para *entorchar* los cercos de hierro y de que se habla en el testo.

LÁMINA 4.^a**Moldeo en barro.**

Figura 1.^a Matriz en yeso para la fabricacion de los modelos de muñones. Esta matriz se halla dividida en dos mitades como lo indica la figura, que se reúnen por medio de los tetones **a**.

Figura 2.^a Huso de hierro para la construccion del modelo del ánima de un mortero cónico.

Figura 3.^a Terraja con el perfil inverso del ánima en su reborde anterior construido de chapa de hierro.

Figura 4.^a Anima con el primer herraje compuesto de bandas y cercos.

Figura 5.ª Terraja con que se concluye el modelo después de colocado el segundo herraje.

Figura 6.ª Anima con el segundo herraje ó sea completo.

Figura 7.ª Anima concluida con su plato y encastramiento.

Figura 8.ª Modelo de pez y resina de un asa para mortero.

Figura 9.ª Matrices donde se construyen los modelos para las asas de los morteros. Estas matrices están divididas en dos mitades que se unen á favor de los tetones.

LÁMINA 5.ª

Moldeo en barro.

Figura 1.ª Modelo de un mortero construido sobre su huso para recibir los modelos de los muñones.

Figura 2.ª Terraja que sirve para la construcción de este modelo.

Figura 3.ª Molde terminado.

T Trompa donde se encastrarán sucesivamente los cilindros *c c' c''* provistos de sus correspondientes herrajes. Esta canal cilíndrica sirve para colar estas piezas á sifon.

LÁMINA 6.ª

Moldeo en arena de una pieza de artillería.

Figura 1.ª Modelo de un cañon de á 8, comprendiendo

el de la culata y mazarota. Es de bronce y hueco; se compone de ocho partes **a. b. c. d. e. f. g. h.** Estas partes encastan unas en otras, como indica la figura, y están provistas interiormente de ganchos para manejarlas convenientemente.

Figura 2.^a Modelo de las asas de hierro ó bronce hecho de una sola pieza.

Figura 3.^a Modelo del astrágalo. Está dividido en cuatro partes á fin de poderlo retirar en el moldeo con facilidad.

Figura 4.^a Cajas de hierro colado, destinadas á contener las arenas del moldeo. Corresponden exactamente al número de partes en que ha sido dividido el modelo. Estas cajas se reúnen entre sí por medio de bolones y chavetas.

Las 1, 2, 3, 4 y 5 están formadas de dos partes para levantarlas y manejarlas cómodamente. La 4 está provista de agujeros para la colocacion de los modelos de las asas y muñones, que se cierran despues de retirados estos por platillos sujetos con bolones. La 8 no es mas que un plato circular que cierra el molde por abajo.

Figura 5.^a Seccion transversal en el molde por el eje de muñones, en la que se puede ver la disposicion de los modelos de las asas y muñones.

Figura 6.^a Seccion longitudinal por el eje del molde de la culata. El modelo de la lámpara **g** el del cascabel **h** y el del agriz dispuestos sucesivamente para el moldeo sobre la placa de madera **m**, las cajas 6 y 7 están adaptadas una sobre otra á medida que la arena es apisonada. Por cima de todas el platillo 8 cierra completamente el molde.

Figura 7.^a Seccion hecha por un plano meridiano paralelo al eje de muñones.

Figura 8.^a Seccion longitudinal paralela al eje de muñones en el molde completo despues de estraídas las diversas partes del modelo.

LÁMINA 7.^a**Fusion.—Horno de reverbero para la fusion de 27.000 kilogramos de bronce.**

Figura 1.^a Plano del horno.

Figura 2.^a Seccion vertical segun la línea **XX'** del plano.

Figura 3.^a Elevacion del horno visto por la parte delantera ó del agujero de la colada por la línea **YY'** del plano.

Figura 4.^a Seccion vertical por la línea **ZZ'** del plano.

El plano (fig. 1.^a) es una seccion horizontal hecha por la línea **VV'** de la figura 2.^a y 4.^a

La separacion del material refractario de la mampostería y del ordinario, lo indican las líneas de las secciones.

A Chofa, compuesta de una parrilla para el combustible.

a Agujero para alimentar la parrilla guarnecido de un registro **b** que lo cierra herméticamente. La figura 5.^a lo representa á $\frac{1}{20}$

e. Plano inclinado por donde caen las cenizas al cenicero **B**.

B Cenicero adonde se baja por una escalera establecida en la misma ventosa.

C Ventosa ó galería que conduce el aire necesario á la combustion.

D Cuba ó crisol del horno en que se colocan los metales que se han de refundir y donde se reunen estos despues de fundidos.

d Comunicacion de la chofa con el crisol.

E Agujero de la colada ó tobera.

F Puente ó mesa que separa el crisol de la chofa.

- G** Plataforma situada sobre la bóveda del crisol donde se halla el tragante para alimentar la parrilla y los respiraderos del crisol.
- f** Escalera que conduce á esta plataforma.
- H** Puertas de carga y trabajo. Se unen al crisol por pequeños planos inclinados.
- I** Portalones de hierro que cierran estas puertas. Estos portalones se elevan por medio de una báscula ó contrapeso **K**.
- G** Canales que conducen la llama que sale por las puertas á la chimenea **L**.
- K** Palanca ó báscula para elevar los portalones.
- L** Chimenea.
- N** Respiraderos que comunican del crisol á la chimenea.
- O** Cimientos del horno.
- P** Tirantes ó bridas de hierro que impiden la separacion de los muros.
- Q** Fosa para la colocacion de los moldes.
- R** Moldes de cañon de $16 \frac{1}{m}$ colocados en la fosa.
- S** Canal para la colada.
- T** Placas de hierro para contener el metal á la altura de los moldes.
- V** Contrafosa.

Figura 6.^a Botador ó palanca que colgada de la cadena puesta en la delantera del horno sirve para lanzar á su interior el tapon tronco-cónico que impide escapar el metal.

LÁMINA 8.^a**Fusion.—Cabriolé.**

Figura 1.^a Terraja para la construcción de la bóveda de un horno.

Figura 2.^a y 3.^a Plano y elevación del cabriolé.

m m Marco formado por gruesos maderos apoyados sobre otros dos situados paralelos al eje del horno. Este guarnecido de cuatro ruedas que le permiten alejarse ó aproximarse al horno.

s Pasadores que aseguran los ensambles.

u Rail sobre el que se mueven las ruedecitas.

v v Marco formado tambien de cuatro maderos, se mueve paralelamente á la delantera del horno por medio de cuatro ruedas *n'* dispuestas como las anteriores.

x x Tornos montados sobre cojinetes en el marco superior y donde se arrolla la beta pasada por las muflas **y y'**.

z. z.' Manivelas que hacen mover los tornos por medio de los piñones **aa'** montados en su árbol y engranando con las ruedas dentadas **bb'** que lo están sobre los árboles de aquellos.

ee' Fiadores que impiden el movimiento retrógrado cuando las muflas están cargadas.

dd' Travesaños de hierro en los que enganchan una palanca recodada **V** que lleva la mufla **y**. La inferior **y'** es soportada por la misma beta.

ff Plataforma donde se colocan los operarios.

Estos marcos se hacen marchar con el ayuda de espeques de hierro.

Figuras 4.^a y 5.^a Disposicion que hace marchar el cabriolé por medio de un fiador con el auxilio de un solo operario.

LÁMINA 9.^a

Beneficio de las tierras metalizadas ó cáscara.

Figura 1.^a Elevacion del horno donde se benefician las cáscaras.

Figura 2.^a Proyeccion horizontal del mismo.

Figura 3.^a Seccion vertical por la línea **AB** de la anterior figura.

Figura 4.^a Seccion horizontal por la línea **CD** de la figura 1.^a

AB Cuba del horno formada de la union de dos troncos de cono unidos por sus bases, y donde se colocan el combustible, cáscara y fundente.

C Delantera del horno cerrada por medio de la placa de hierro **c** con su gancho para fijarla al muro.

T Tobera por donde se inyecta el aire.

T' Tubo que conduce el aire del ventilador á la tobera.

E Puerta de carga.

F Plataforma para la carga.

H Respiraderos para dar salida á la humedad en los maticos del horno.

LÁMINA 10.

Beneficio de las tierras metalizadas.—Bocarte para quebrantar la cáscara.

Figura 1.^a Elevacion del bocarte visto de frente.

Figura 2.^a Elevacion del bocarte visto de costado.

- AAA** Pilonos que en su movimiento alternativo quebrantan la cáscara depositada en el recipiente **B**.
- B** Recipiente donde se coloca la cáscara.
- CCC** Escéntricas que elevan los pilonos. Estas escéntricas están montadas en el eje **e**.
- e'** Eje de las escéntricas en cuyo extremo está la rueda dentada **E**.
- E** Rueda dentada que engrana en el piñon **D** montado en el eje **d** en cuyo extremo va el volante **V** y la polea **p**.
- P** Polea que manda todo el sistema por medio de la correa **M**.

LÁMINA 11.

Fabricacion de ladrillos refractarios.

Figura 1.^a Molinos de muelas verticales para triturar las arcillas.

- AA** Muelas de hierro fundido montadas en un eje común **h**.
- B** Árbol que lleva el eje de las muelas, y en su extremo superior la rueda dentada **C**.
- C** Rueda dentada que engrana en el piñon **D**.
- D** Piñon montado en el eje vertical **E** que lleva en su extremo la rueda cónica **F**.
- F** Rueda cónica que engrana en el piñon cónico **C**.
- G** Piñon cónico montado en el eje **H** en cuyo extremo van las poleas **P P**.
- P** Polea que recibe el movimiento el árbol motor.

P' Polea loca adonde se pasa la correa para detener el movimiento de las muelas por medio del pasador **f**, que se manda por el intermediario del árbol **g** con la palanca **p**.

Q Rastras de hierro que mueven las tierras.

Figura 2.^a Batidera para batir la pasta con que se construyen los ladrillos refractarios.

A Recipiente cilindrico de chapa de hierro donde se echan las tierras.

B Árbol de hierro dulce guarnecido de paletas **hh** que en su movimiento de rotacion baten las materias contenidas en el recipiente **A**.

C Rueda dentada cónica montada en el extremo superior del eje **B** y que engrana en el piñon **D**.

D Piñon montado sobre el eje **d** en cuyo extremo van las poleas **P P'**. El pase de la correa á la loca se hace por medio de la palanca **E**.

F Puerta por donde se extrae la pasta y que se levanta por medio de la palanca **G**.

Figura 3.^a Prensa Clayton para los ladrillos de pequeñas dimensiones.

A Cabezal movable.

B Palanca que en su movimiento alternativo hace elevar el piston **P** y abrirse el cabezal **A**.

C Caja donde se coloca el ladrillo.

P Piston que prensa el ladrillo sobre el cabezal **A**.

M Marco montado sobre dos ruedas y sobre el que se apoya el aparato para ser trasportado de un punto á otro.

LÁMINA 12.

Fabricacion de ladrillos refractarios.

Figura 1.ª Elevacion del horno para recocer los ladrillos refractarios.

Figura 2.ª Seccion vertical por la línea **AB** de las figuras siguientes.

Figura 3.ª Seccion horizontal por las líneas **NO** y **LM** de la figura 2.ª

Figura 4.ª Idem idem por las **EF** y **CD** de la misma figura.

Figura 5.ª Idem idem por las **IJ** y **GH** de la misma figura.

A Cuba del horno donde se colocan los ladrillos.

B Canales de comunicacion de la llama.

C Segunda cámara que sirve para el recocido de tejas y arcillas.

P Parrillas.

H Hogares.

R Respiraderos por donde sale la llama á la chimenea.

L Chimenea.

M Respiraderos por donde se observa el estado del horno.

N Puerta de trabajo para la carga y descarga del horno.

ARTÍCULO SEGUNDO.

PARTE PRIMERA.

CONSTRUCCION

DE LAS

PIEZAS DE ARTILLERIA.

Desmoldeadas las piezas en el modo explicado en el artículo anterior, se colocan sobre un pequeño vagón, que corre por una de las vías férreas que surcan el establecimiento, y se llevan al taller llamado de construcción. En él, y movidas por una máquina de vapor de 40 caballos se halla montada sobre las máquinas que, según los últimos adelantos de la industria militar, se necesitan para la perfecta fabricación de las piezas de artillería.

Las operaciones que con estas se ejecutan hasta entregadas para ser remontradas y probadas, son las siguientes: cortar la pieza, cortar la siacrola; volverla á castillo; acortarla y barretarla; formar los muñones y contramuñones; repillar el segundo cuerpo sobre los muñones; escarpar con palanques, tajaderas y limas la parte de los

CONSTRICCION

DE LAS

LINEAS DE VAPORES.

ARTÍCULO SEGUNDO.

PARTE PRIMERA.

Operaciones que con las piezas se ejecutan desde que salen del taller de moldería hasta entregarlas concluidas y probadas.

Desmoldeadas las piezas del modo explicado en el artículo anterior, se colocan sobre un pequeño wagon, que corre por una de las vías férreas que surcan el establecimiento, y se llevan al taller llamado de construcción. En él, y movidas por una máquina de vapor de 40 caballos se hallan montadas todas las máquinas que, según los últimos adelantos de la industria militar, se necesitan para la perfecta fabricación de las piezas de artillería.

Las operaciones que con estas se ejecutan hasta entregarlas para ser reconocidas y probadas, son las siguientes: centrar la pieza; cortar la mazarota; volverla á centrar; tornearla y barrenarla; torneear los muñones y contramuñones; cepillar el segundo cuerpo entre los muñones; escarpar con pulicanes, tajaderas y limas la parte de los

contramuñones y segundo cuerpo, que los tornos y cepillo no pudieron concluir; taladrar y roscar el hueco que ha de recibir el grano, y colocar este cortando la parte sobrante de él tanto á lo exterior como á lo interior; rayar el ánima; grabar la cifra del soberano reinante en la parte superior del primer cuerpo, la fecha del día en que se fundió y número de orden en la lámpara, y últimamente pesarla, estampando su peso en el muñon derecho y la clase de bronces que entraron á formarla en la fundicion, en el izquierdo.

Cada una de estas operaciones será el objeto de esta primera parte, que encerrará sucintamente todos los detalles que su ejecucion exige, sin entrar en consideraciones, que aunque serian muy del caso, alargarian por demás este artículo.

PÁRRAFO PRIMERO.

Centrado de la pieza.

Centrar la pieza es determinar una línea, que se aproxime lo mas exactamente posible al eje de ella, á fin que la cantidad de metal que la constituya despues de torneada y barrenada, sea enteramente igual en toda su longitud, ó esté repartida uniforme y simétricamente respecto de dicho eje. La determinacion de esta línea alrededor de la cual ha de girar la pieza en las operaciones subsiguientes, es lo que constituye la operacion del centrado. Este se ejecuta sencilla y prontamente por medio de un aparato llamado *máquina de centrar*, sin recurrir, como antes sucedia, á los compases, reglas y trazos que exigian tiempo y

cierta prolijidad por parte del operario. Tampoco se mencionarán estos, pues se suponen conocidos de todos por pertenecer al dominio de la geometría.

Consta la máquina (fig.^a 1.^a, lám.^a 1.^a) de un banco de apoyo *A. A.* de hierro colado, bien nivelado y sentado sobre el suelo del taller, de dos cabezales *E. E.* y dos lunetas *P. P.* que marchan resbalando, cuando varían de posición, sobre dos correderas, angular una y plana otra *C. C.*, de la cara superior del banco. Estas correderas se lubrican á menudo para suavizar el rozamiento.

Los cabezales y lunetas están construidas y colocadas de tal modo que los tres puntos *a. a. a.*... de cada uno lo sean siempre de circunferencias, cuyos centros coincidan con el *h.* de cada cabezal *E. E.*, donde se arma la broca, cualquiera que sea el abra que se dé á las lunetas: es decir, que la línea que pasa por los centros *h. h.* es invariable y forma el eje efectivo de cuantos cilindros, conos, etc., se imaginen.

Las lunetas *P. P.* están formadas de dos partes, *p. p.* fig.^a 2.^a que ajustan la una contra la otra y sobre sus caras laterales interiores *m. m.* llevan la pieza *H.*, que sube ó baja por los planos inclinados *i. i.*, (véanse los detalles de la figura) según se unen ó separan dichas lunetas. Los pernos y tuercas *T. T.* sirven para fijar invariablemente su posición en el banco. Los cabezales *E. E.* constan de un tornillo *T* de bronce, llamado de presión, lo mueve la rueda *R.* dentro de los mangotes *q. q.* que le sirven de tuerca; y del árbol *S.* que interiormente lo atraviesa, el cual gira á su vez por medio de la rueda á maniquetas *G. G.*, á que se halla sujeto. En el extremo de este árbol está el cuadrado *n*, en

donde entra la broca que sirve para abrir el taladro. Suspendida la pieza por medio del cabriolé, aparato que mas adelante se describirá, se coloca sobre las lunetas *P. P.*, y como no siempre presenta una superficie perfectamente redondeada en su totalidad, se eligen para apoyarla las partes en que á la vista aparece mas regular su forma. Se unen las semilunetas *p. p.* para sujetarla, se aprietan las tuercas *T. T.* y se arma la broca. Si la pieza presenta en la rabiza ó frente de la mazarota cavidades ó escabrosidades, la broca que se usa para hacerlas desaparecer es la marcada en la figura 3.^a y se emplea luego la de la figura 4.^a Es de forma plana, presenta dos cortes bajo un ángulo de 60.^o próximamente y sus lados van á unirse ó perderse en el vástago. Los cortes están en distintas caras de la broca, pues se concibe muy bien que si no solo cortaria una de ellas al hacerla girar. El taladro que ejecuta es de forma cónica ó cilindro-cónica, segun la profundidad á que se hace penetrar. El vástago es cuadrado ó redondo, pero de menos grueso que la boca de la cuchilla para facilitar la operacion; tiene 148^m/_m de largo, siendo la mayor amplitud del corte de 23^m/_m.

Aproximado el cabezal *E.* hasta que la punta de la broca toque á la rabiza de la pieza, se aprietan las tuercas *h. h.* y se empieza el taladro haciendo girar la rueda *G.* Cuando la broca cesa de morder en el metal se aumenta la presion moviendo la rueda *V.*, y así se continúa hasta que el taladro cónico tiene 18^m/_m de profundidad y 23^m/_m de diámetro en la base.

La misma operacion se ejecutará simultáneamente en el frente de la mazarota.

Los morteros y, en general toda pieza que fuese fun-

dida en hueco, se centra de idéntico modo, pero colocan-
do antes en la boca un cilindro de bronce bien ajustado.

PÁRRAFO SEGUNDO.

Generalidades sobre los tornos.—Corte de la mazarota.

Dáse el nombre de torno á la máquina, por cuyo medio se obtienen sólidos ó superficies de revolucion; y aun muchos acostumbran llamar torno á toda máquina en que la accion del útil es continua, como la de cepillar, taladrar, aserrar, dividir, etc., etc.

Los tornos propiamente dichos son: el torno de puntas y el torno al aire; siendo los demás que la industria emplea, modificaciones de estos. En el primero (fig. 1.^a, lámina 2.^a) el objeto que se tornea está suspendido y sujeto por dos puntas de forma cónica, que toman el nombre de *puntos* y están colocados en el eje de rotacion. En el segundo (fig. 2.^a), como su nombre indica, el objeto se halla suspendido únicamente por uno de sus extremos, ajustado en una horma, que se atornilla en el extremo *A*. del árbol *B*. y hace las veces de punto.

El objeto que se va á tornear toma el movimiento de rotacion y la herramienta, con que se trabaja, el de traslacion, ya en sentido perpendicular al eje, ó con inclinacion, separada ó simultáneamente. Estos movimientos los imprime la mano del hombre, obrando directamente sobre la herramienta, ó tramitiéndoselo por medio del aparato *D*. llamado carro ó estuche, en cuya plataforma *a*. se halla sujeta por medio de las bridas *b. b.* y tuercas *t. t.* Este estuche (fig.^a 3.^a) consta de dos partes *A. A.*, que se

mueven á corredera la una sobre la otra y perpendicularmente entre sí, pudiendo la inferior *A.*, como á menudo se vé, tomar tambien movimiento circular á fin de poder inclinar la herramienta cuanto es posible respecto al eje de rotacion. Tanto para hacer correr la parte inferior en direccion del eje como la superior en sentido perpendicular á él, están los tornillos sin fin *T. T.*, que son los que maneja el operario.

Entendido esto, se concibe que en esta máquina puede obtenerse un cilindro si la herramienta se mueve en direccion del eje de rotacion; un cono, cuando camina fuera de esta direccion, pero en línea recta; una superficie plana, cuando solo avanza recta y perpendicularmente al eje; una esfera, cuando el eje de rotacion y el plano del círculo recorrido por el útil son paralelos y corta el eje á la recta, que vá al centro del círculo, perpendicularmente á su plano, etc., etc., etc. A veces sucede que ciertas causas se oponen á que el objeto tome el movimiento de rotacion; en este caso es el útil ó herramienta la que lo recibe, estando aquel fijo en posicion invariable. Tal sucede en la máquina de tornejar los muñones de la pieza.

En general las dimensiones de estas máquinas deben proporcionarse de modo que no se produzcan vibraciones que hagan imperfecto el trabajo, procurando que la sujecion del objeto que se quiere tornejar sea invariable. Esto último se consigue satisfactoriamente, tratándose de tornejar metales, por medio de un disco *B.* de hierro colado llamado *plato*, que está armado en el árbol del torno perpendicularmente á su eje: á él se ligan ó sujetan los objetos con tornillos, tuercas, bridas, etc., etc.

El movimiento lo reciben del árbol proto-motor con

el auxilio de correas. Estas ofrecen la ventaja de producir movimientos menos bruscos que las ruedas dentadas y permitir la colocacion de las máquinas á distancias de dicho árbol, que de otro modo seria imposible. Se cree por algunos que el trabajo nocivo en las correas es mayor que en los engranajes, que son dificiles y costosas de mantener en buen estado, y que por la presion que ejercen, sobre todo cuando se ponen cruzadas, contra los ejes y cojinetes, determinan la rápida usura de ellos. Algo de verdad hay en esto, pero es mas bien, teóricamente hablando, como lo acredita la esperiencia, pues están reconocidas palpablemente las ventajas del uso de las correas, aunque las piezas que se labren sean grandes, y si además se atiende á la proporcional resistencia que el útil encuentra respecto á la presion sobre los ejes. Tienen tambien en su favor el que se deslizan sobre las poleas cuando la resistencia es excesiva, evitando de este modo la rotura de la herramienta y deterioro, consiguiente á veces del aparato. En fin, pesadas las contras y ventajas de las correas, son preferibles siempre que no se desee producir grandes esfuerzos.

En todo torno la rueda motriz debe estar bien ajustada sobre el eje ó árbol, su circunferencia bien centrada con él y hallarse en un plano que le sea perpendicular.

Para iniciar ó suspender el movimiento se usan los embragues tratándose de engranajes y las poleas locas si de correas. Generalmente la polea motriz está unida, ó por mejor decir, justa-puesta á la loca, y tienen su aro ó cerco ligeramente bombeado para proporcionar alguna sujecion á la correa, medio preferible á los rebordes con que antes se construian y que solian cortarla ó deteriorarla.

La velocidad de rotacion tiene que ser variable, y por

tanto es indispensable el usar poleas cónicas. Estas están formadas de tres ó mas, formando cuerpo, pero son de diámetros diversos, que aumentan ó disminuyen en progresion por diferencia, siendo la razon la misma para la motriz que para la movida. La altura es igual. Con estas y la correa se obtienen tantas velocidades distintas cuantos elementos ó poleas parciales entran en su formacion. Ultimamente, si se desean movimientos muy lentos ó se tiene en cuenta la resistencia que se ha de vencer, se modifica la espresada velocidad por medio de ruedas dentadas.

Para ejecutar el trabajo se usan las herramientas llamadas cuchillas, ó hierros de torno. Son de acero, de forma prismática y longitud variable. Su boca ó corte varia de forma segun la figura que se quiere producir en el objeto que se va á tornear. Los que se emplean para *desbastar* ó dar una forma aproximada á la que se quiere obtener, son gruesos para que no se rompan, destemplan ni desgranen, y su corte es redondo. Con el objeto de no multiplicar herramientas, cada prisma ó hierro lleva un corte distinto en cada extremo, el uno para desbastar y el otro para pulir. Este tiene la forma de bisel. El ángulo del corte es variable y aunque la experiencia del operario es la que determina la magnitud, suele ser de 70° á 80° para el hierro colado y de 50° á 70° para fundicion gris, cobre y bronce.

Las cuchillas para dulcir ó pulimentar son planas, rectas ó encorvadas. El corte siempre es recto si la superficie no presenta resaltes ni molduras, pues en este caso lleva la figura que se desea producir.

El operario, despues de armar la cuchilla en el estuche sujetándola con las bridas y tuercas, presenta su corte á la altura del eje de rotacion. Al principio conviene

que no muerda mucho, pues estando la superficie desigual y dura, podria romperse el corte. Se traza sobre el objeto un surco, de mas ó menos profundidad, y despues dando vueltas al tornillo que hace marchar el estuche en direccion del eje de rotacion, se efectúa el desbaste, pulimento, etc., etc. La velocidad media con que el metal se presenta al corte es de 3,^m 50 por minuto próximamente en el hierro colado y dos veces mayor en el bronce. Sin embargo, la esperiencia del operario es la mejor guia al efecto.

Las demás herramientas precisas son compases rectos y curvos, plomadas, regla dividida en milímetros, escantillones, plantillas y diseños.

Como la mayor parte de las operaciones que se describen en este articulo se ejecutan en tornos, las anteriores esplicaciones facilitarán, abreviándolas, su inteligencia.

Corte de la mazarota. La máquina donde se efectúa es un torno de grandes dimensiones. Consta del banco *E. E.* (fig. 2.^a, lám. 2.^a) de hierro colado, guarnecido de su corredera *C.* y cremallera *B.*, y de dos cabezales *G. G.* Uno de estos, que es fijo, lleva el árbol *Y.*, en el que está armado el plato *F.* y sobre el que gira la rueda *G'*, que lo pone en movimiento, estando combinada con las ruedas dentadas *H. H.*: y el otro que es el movable se sujeta al banco por medio de las tuercas *m. m.* Sobre una de las correderas está colocado el estuche porta-cuchillas *F'*. La pieza se coloca de modo que los dos taladros, que en ella se hicieron al centrarla, encajen en los puntos del torno *A. A.*, se aprietan estos y fija el cabezal movable contra el banco. Si la pieza es muy larga es preciso colocar hácia su medianía una luneta provisional, que

ayude á sostenerla, lubricándola á menudo para disminuir el rozamiento.

Hecho esto, se arma la cuchilla en el estuche *D.* y se la hace avanzar manejando el tornillo hasta que toque un cordoncillo, que saca la pieza de la fundicion y que es el que determina el sitio del corte. El filo de la cuchilla, segun antes se indicó, se coloca á la altura del eje de rotacion, pues si estuviera mas bajo se rompería y mas alto huiría, mordiendo mal en ambos casos.

El ancho que se da á dicho corte es de 4 á 5 centímetros, ejecutándolo por cortes parciales y escalonados de un centímetro, que es la dimension de la cuchilla.

Cuando solo queda por cortar un cilindro de 5 á 6 centímetros de diámetro, se suspende la operacion, la que suele durar tres horas poco mas ó menos.

Terminado el corte se saca la pieza del torno y sentándola sobre polines se procede á terminar la separacion de la mazarota. Esto se efectúa con una fuerte sierra manejada por dos hombres, y cuando solo queda por cortar un grueso de dos centímetros, dos ó tres golpes dados en el estremo de aquella con una almaina, bastan para conseguirlo.

En esta disposicion vuelve la pieza á la máquina de centrar, para hacer el taladro correspondiente en el frente de ella, y agrandar el que anteriormente se practicó en la rabiza hasta dejarlo á la dimension que exige su ajuste en el punto de la máquina de barrenar.

PÁRRAFO TERCERO.

Descripcion del cabriolé ó grua movable.—Barrenado y torneado de las piezas.

Antes de pasar mas adelante conviene describir el aparato, que en el taller sirve para facilitar el manejo de objetos tan pesados, como son las piezas en sólido con sus mazarotas, ó sin ellas, y colocarlas en las máquinas.

A lo largo de los muros laterales del taller y perpendicularmente á la direccion del eje de las máquinas de barrenar, están colocadas á proporcionada altura, y con la estabilidad necesaria, fuertes vigas, sobre cuyas caras superiores se hallan fijos varios rails constituyendo un camino de hierro.

Sobre estos camina el aparato llamado cabriolé ó grua. Este (figuras 1.^a y 2.^a, lámina 3.^a) consta de tres partes principales, á saber: 1.^a El gran árbol *A. A.*, que es el que comunica el movimiento. 2.^a Cuatro telerones *B. B. B. B.* con sus entretoesas *b. b. b. b.* y rails *c. c.*, las tornapuntas *C. C.* que le proporcionan la rigidez y solidez precisas, cuatro ruedas á doble reborde *D. D.* para evitar un fortuito descarrilamiento, las barandillas *E. E.* y tablado *F. F.* que facilita el trabajo sin riesgo del operario. 3.^a Un sistema *H. H.* de engranajes y poleas colocado en cada extremo juntos á las ruedas ó rebordes, cuarta y última del cabriolé propiamente dicho.

El árbol *A.* es de hierro forjado, de una longitud igual á la del taller: por uno de sus extremos descansa en un soporte guarnecido de su cojinete y lleva en el otro las po-

leas *B.* y *B'*., que abraza la correa *C.* La polea *B'*. recibe el movimiento del motor general y se lo comunica á la *B.*, ó sea al árbol *A.* Este, para evitar el pandeo consiguiente á su gran longitud, está sostenido de trecho en trecho por unas escuadras giratorias alrededor del punto de union de sus brazos con el objeto de no impedir el movimiento de traslacion del aparato. Así es que, cuando llega á una de ellas el tope *D.*, girando el brazo que se halla en posicion vertical, describe un arco de círculo y el otro, que antes estaba horizontal, pasa á sostener á su vez el árbol, que momentáneamente quedó en aquel sitio sin apoyo. Dicho árbol tiene practicada longitudinalmente una ranura, por la que corre un tope, que lleva el mango *e.* de la pieza *E.* (véase la proyeccion horizontal) y da cien vueltas por minuto. El sistema de poleas y engranajes se compone de la polea *F.* montada sobre el árbol *A.* girando con él; por medio de la correa *G.* mueve la *K.* y esta al piñon *L.*, que engrana por el embrague *Y.*, ya en la rueda cónica *M.*, ya en la *M'*., segun el frente del taller á que se quiere dirigir el sabriolé. Este embrague lo maneja el operario con la varilla *J.*

Las ruedas cónicas *M.* *M'*. tienen en su eje los piñones *O.* y *O'*., que engranan en las ruedas *P.* y *P'*., las cuales hallándose unidas á dos de las ruedas á rebordes, que descansan sobre los rails, determinan el movimiento de traslacion.

La polea *F.* compuesta de dos, una motriz y otra loca, montadas tambien en el árbol *A.*, llevan una correa *R.* que ciñendo la *S.* (fig. 1.^a), pasa á las *T.* *T'* *T''* *T'''* abrazando solo á las *T''* y *T'''* en un arco muy pequeño, pues solo sirven para mantener la tension uniforme.

Por la misma polea *F.* pasa otra correa *R' R'*., y que

ciñe las *T. U. S.* se cruza y apoya luego en las *T." T."* del mismo modo que lo verifica la *R.* Observando la dirección, que indican las flechas de la figura, se ve que obran en el mismo sentido las dos correas, pues si bien la correa *R.'* pasa por una polea mas y se cruza, es por exigirlo así el movimiento, que debe comunicar á la *U'.*

La polea *V.* hace girar á la *V'.* montada como está en su mismo eje. La *V'.* mueve con su correa á la *V".,* que está compuesta de tres parciales, una central, que es indiferente ó loca, y dos laterales, que giran en sentidos contrarios, haciendo que el cabriolé se mueva, ya hácia la derecha, ya hácia la izquierda por medio del piñón *V'.* que engrana en la rueda *V".,* la cual se halla sujeta á una de las cuatro ruedas que descansan sobre los rails de los telerones interiores. El movimiento de traslación de esta parte del aparato se inicia ó suspende segun se coloca la correa en la polea loca, ó en una de las otras dos.

En el árbol ó eje de la polea *T.* están colocadas dos ruedas cónicas *c. c.'*, cuyos dientes engranan por medio de un embrague con otra *c."* Esta mueve las *d. d.,* en cuyos ejes están los tornillos sin fin *f. f.,* que hacen á su vez girar las ruedas *g. g.* cabezas del molinete *h. h.,* que es donde se arrolla y desarrolla la cadena de hierro *j. j.,* que sirve para suspender, elevar ó descender el objeto que se coloque en el gancho de la polea *k.* Segun el embrague obra en la rueda *c.* ó en la *c.'* así sube ó descende el peso, permaneciendo si no solo en suspension. El movimiento de ascenso ó descenso se modera sirviéndose de un freno *l.* y maniqueta *m.,* que maneja el operario, único á quien está encomendado el servicio del aparato, en el que se pueden suspender pesos hasta de 13.800 kiló-

gramos y trasportarles de un extremo á otro del taller. Tal es esta máquina un tanto complicada y única quizás en su clase.

Barrenado y torneado. Las primeras máquinas de barrenar que estuvieron en uso, despues que abandonado el sistema tubular se fundieron de hierro y bronce, eran verticales, es decir, que tanto la pieza como la barrena tenían dicha posicion. Se concibe que estas máquinas solo podian servir para alisar el ánima, pues se fundia en hueco, ó cuando mas para barrenar piezas de pequeño calibre. El mecanismo y trabajo que producía eran muy imperfectos consiguiente al atraso en que yacia la industria. Este sistema subsistió, mas ó menos perfeccionado, hasta que Mr. Maritz, segun opinion generalmente admitida, inventó en 1729 el barrenar horizontalmente las piezas que se fundieron en sólido. No se hace mencion de este sistema que se usó desde entonces en España que aun usan todavía muchas fundiciones de Europa, y que en 1854 fué reemplazado en este establecimiento, por el que hoy se emplea y se va á describir.

Figura 1.^a—Lámina 4.^a La máquina en que se barrenan y tornean las piezas de artillería consta de un fuerte banco *A. A.* bien nivelado y sentado sobre el piso del taller; sobre él descansa todo el aparato principal. Sus costados tienen dos correderas, una angular y otra plana, sobre las que resbala el cuerpo *B. B.* Este lleva en su centro un tornillo sin fin *C.* por el que corre el carrillo *D.*, cuyo centro tiene un taladro cuadrado *E.*, que es donde encaja el dado de la barrena *F.* Dicho tornillo tiene en su extremo armada la rueda *G.* con varias maniquetas para moverlo á mano cuando sea preciso; por ejemplo, para sacar prontamente la barrena ó aproximarla á la pieza.

Esta rueda *G.* engrana con otra mas pequeña *H.*, (fig. 1.^a, lám. 5.^a), y por un sencillo embrague lo verifica esta con la *Y.*, la cual se mueve por medio de los árboles *K.* y *K.*' El *K.*' pasa por el interior del banco *A.* y es movido por las poleas *L.* y correa *M.* colocadas en el otro extremo, estando la *L.*' montada sobre el árbol de la rueda motriz *N.* La combinacion de estas diferentes ruedas y poleas determina un lento y proporcionado movimiento al tornillo sin fin *C.* y carrillo *D.*, haciendo que el avance de la barrena sea de 8 á 13 centímetros por hora.

El montante ó puente *O.* es movable y resbala tambien sobre las correderas del banco por medio de una maniqueta *P.*, rueda *P.*' y cremallera *P.*'' En su centro (fig. 2.^a) lleva dos planos inclinados *a. a.* de acero y constituyen la semi-luneta, donde ha de descansar el collete de la pieza. En su parte superior tiene la paleta *b.* con su ojal y tornillo de sujecion *c.*, que tambien sirve para oprimir el collete contra las lunetas y evitar el cabeceo de la pieza.

En el otro extremo del banco (fig. 1.^a, lám. 4.^a) se halla el punto del torno y plato *Q.*, donde se sujeta la rabiza de la pieza despues que encaja en el punto el taladro, que en ella se practicó al operar el centrado, y está montado sobre el eje del torno, teniendo detrás de él la rueda motriz *N.*, la cual por un bien entendido sistema de engranajes recibe el movimiento que á la polea *R.* imprime la correa *S.*, que va á parar á otro del árbol general del contra-movimiento del taller.

Entre el puente *o.* y el punto está colocado el estuche *x.*, fuerte pieza de hierro dividida en tres estuches parciales guarnecidos de tornillos sin fin, que hacen que la cuchilla, que se arma en la plataforma, tome todas las posiciones apetecibles y necesarias para el torneado de

una pieza de artillería. Corre á lo largo del banco por medios iguales á los que lo verifican las demás partes del aparato, y unas y otras se ligan invariablemente al banco por medio de los tornillos y tuercas *T. T. T.*

Las lunetas *m. m.* del puente *O.* (fig. 3.^a) suben ó bajan segun sea necesario, haciendo girar los tornillos sin fin *Z. Z.*, por lo demás toda la parte que sirve para sostener la pieza está fundada en los mismos principios que la máquina de centrar, no dejando nada que desear para la perfeccion del trabajo. Hay cinco de estas máquinas en el taller y están continuamente en movimiento.

Barrenas. Antes de proceder á explicar la operacion del barrenado y torneado, se hace preciso dar una idea de las herramientas con que se ejecuta. Llámase barrena la herramienta destinada á taladrar el ánima de las bocas de fuego. Consta de cuatro partes: 1.^a la cuchilla *A.* (lámina 6.^a, fig. 1.^a); 2.^a la cabeza ó porta-cuchilla *B.*; 3.^a el vástago *C.*, y 4.^a el dado *D.*, que sirve para fijar la posicion en el carrillo, llevando un taladro *o.* de un centímetro de diámetro para ajustarse en él una chaveta. Todas, escepto la cuchilla, forman un solo cuerpo y son de hierro forjado. La cuchilla es de acero fundido, templada y revenida al color amarillo paja. Tiene dos ojales *O. O.*, por donde pasan los pernos, que con sus tuercas la aseguran al porta-cuchilla. Dichos ojales permiten el darle mas ó menos salida para que corte la cantidad de metal, que se requiere. Su colocacion es con inclinacion hácia el eje del vástago, como manifiesta la figura. El corte debe ser proporcionado en su desarrollo á su estension, á la velocidad de rotacion de la pieza y á la presion que ha de sufrir. La práctica seguida es darle 45° próximamente de ángulo.

La cabeza la constituye un semi-cilindro de menor diámetro que el taladro, que va á practicar, y en su cara ó plano tiene la cajuela *d.* para colocar en ella la cuchilla. El vástago es de menor diámetro que la cabeza y debe tener la suficiente longitud para llegar hasta el fondo del ánima, ofreciendo la resistencia necesaria para evitar la flexion, torsion y aun vibracion. La union de la cabeza con él es tal, cual manifiesta la figura, para que se puedan extraer fácilmente las virutas, que durante el barrenado se producen. El dado no necesita esplicacion alguna.

Las barrenas son de tres clases para los cañones: la de abrir entradas, la de barrenar y la de alisar.

La de abrir entradas, así como las otras dos, son semejantes ó casi iguales, variando solo sus cabezas. La primera la forman dos quijadas (fig. 1.^a), entre las que se ajusta la cuchilla *A.* de figura de lengua de carpa ó triangular, y sirve, como su nombre indica, para empezar á abrir el taladro ó, como se dice generalmente, para dar cebo á la barrena. La de barrenar (fig. 2.^a) ejecuta sola el taladro pasándola dos ó mas veces, y la de alisar (fig. 3.^a) no se diferencia de esta sino en que lleva en la parte cilindrica de su cabeza una soleta de madera dura, como guayacan ó encina, que tiene el oficio de alisador, haciendo desaparecer las huellas del barrenado y dejando lisa y tersa la superficie del ánima.

Las barrenas para morteros son de la forma que se vé en las (figuras 1.^a y 2.^a, lám.^a 7.^a). Constan de un vástago y dado, y la cabeza tiene una forma semejante á la del ánima del mortero. La cuchilla *A.* es movida por el tornillo sin fin *B.* en direccion de la generatriz del ánima. Este movimiento lo recibe por medio de dos ruedas dentadas *C. C.*, palanca *D.* y manguete *E.* Esta barrena

es la usada para los morteros de 32.^o, siendo semejante la de los de 27.^o, 16.^o y 15.^o.

Antes de empezar el barrenado de la pieza, que estará colocada sobre la máquina, suspendida del cabriolé, se arma en el taladro del carrillo el otro punto del torno (fig. 2.^a), al que debe sustituir luego la barrena. Este punto es un cilindro con su dado y su extremo terminado en punta cónica. La rabiza de la pieza se coloca y afirma en el plato, encajando el punto en el taladro y el que acabamos de mencionar ajustado también en el que se practicó en el frente de la pieza. De este modo queda la pieza colocada en un verdadero torno de puntas.

Hecho esto, se quita la braga que suspendía la pieza, se marca exactamente el sitio donde se ha de hacer el collete de la pieza, que ha de ser después el filete de boca, se aproxima el estuche y cuchilla y se tornea esta parte. Inmediatamente se arrima el puente *O.*, haciendo que queden las semi-lunetas debajo de dicho collete, se las hace subir ó bajar, según lo exija el diámetro del mismo, y cuando queda sentado sobre ellas, se fija el puente con sus tuercas al banco, se aprieta la paleta contra el collete, se hace retroceder el carrillo, se quita el puente y en su lugar se arma la barrena de abrir entradas.

Cualquiera que sea el sistema que se siga para barrenar las piezas, es preciso que las barrenas tengan buena dirección cuando principien á trabajar, y para conseguirlo es por lo que se abre en la boca de la pieza una cavidad concéntrica al eje. Esta cavidad se denomina entrada de la barrena.

Aproximada la de abrir entradas hasta que la punta esté cerca del taladro del centro, se la sostiene con un taco de madera, y haciendo girar la rueda *G.*, se ajusta la

punta en dicho taladro. Seguidamente se suelta la veta que la tenia suspendida del cabriolé, se embragan las ruedas *H. Y.* con la *G.* y se pone en movimiento la máquina. Cuando la barrena ha penetrado ó taladrado un espacio igual á la altura de la cuchilla, se quita y se arma en un pequeño soporte que tiene la parte anterior del puente *O.* un estuche de torno de dimensiones proporcionadas, y con la cuchilla que lleva se tornea el frente de la pieza y se empieza tambien á tornear, ó por mejor decir, á dar al taladro que hizo la barrena de abrir entradas, la forma cilíndrica en una estension de 2 centímetros para que descansa mejor la barrena siguiente al principiar su trabajo. Concluido esto, y armada la barrena propiamente dicha, se empieza el taladrado del ánima. Es preciso lubricar la barrena y ánima, para lo cual en la cabeza de aquella se coloca un trozo de sebo en pan, que se va derritiendo con el calor que por el rozamiento se desarrella durante la operacion. Cuando la barrena ha profundizado mucho, se inyecta aceite comun por medio de una jeringuilla, estrayendo á menudo las virutas que se producen con una varilla de hierro terminada en gancho.

Si se observa que la cuchilla muere poco, se desembragan las ruedas *H. é Y.* y á mano se hace girar rápidamente la rueda *G.* para estraer la barrena y afilar la cuchilla. Por lo regular las cuchillas para cañon de 16 y 13, 12 y 8 centímetros largo se afilan tres veces en la primera pasada, y lo mismo una vez para el corto de 12 y 8 centímetros largo y corto. Las de las últimas pasadas y la del alisado en las cuatro primeras piezas se afilan dos veces y en las demás una sola vez. El alisado se ejecuta de idéntico modo colocando la barrena que sirve al efecto. Las piezas de 16 $\frac{1}{m}$ y 15 necesitan dos barrenas y el alisador, las de-

más una barrena y el alisador, sin que esto sirva de regla pues á veces se necesita pasar la barrena en estas tambien dos veces. El tiempo que se invierte en la operacion es de diez dias laborales en el cañon de 16 y 13, y próximamente en las demás, excepto en el de 8 centímetros corto que bastan diez y siete horas.

Barrenado de los morteros y morterete de probar pólvora. Fundiéndose los morteros en hueco, la operacion del barrenado se reduce á quitar al ánima la capa de metal escedente que al propósito sacó de la fundicion, y dejarla á las justas dimensiones. Se ejecuta del mismo modo que la de los cañones, manejando la barrena segun se dijo al hacer su descripcion. Como en estas piezas la mazarota la llevan en la culata, no se corta en la máquina destinada al efecto, sino que tiene esto lugar al tiempo de torneear el mortero. Para poder colocarla en el plato de la máquina se hace pues preciso, despues del centrado, practicar en el extremo de dicha mazarota un dado, que encaje en el rebajo, de la misma figura que tiene el plato para que quede bien asegurada y solo se concluye de cortarla ó separarla del mortero despues que ha sufrido las diversas operaciones por que ha de pasar, excepto la del graneado. En barrenar un mortero cónico de 32% se tardan cuarenta horas, treinta y cinco en el de á 27% y 10 en el de 16% .

El morterete de probar pólvora, como es mas bien un instrumento que una pieza de guerra, exige las mismas operaciones de los morteros; pero ejecutadas con muchísima proligidad, y además el corte de sus mazarotas, pues lleva dos, positiva y negativa, y se funde en sólido: así es que solo en él se tarda en pasar la primera barrena de la recámara cinco horas y media, en la segunda seis; en pa-

sar la del ánima tres veces catorce horas, y en la última ó alisado cinco; total treinta horas.

Torneado. Como las piezas se componen esteriormente de superficies de revolucion, el torneado tiene por objeto dar á estas superficies la limpieza y exactitud de dimensiones prescrita y que no pueden sacar al tiempo de fundirlas por las asperezas y desigualdades que sacan al despojarlas del molde. Esta operacion es simultánea á la del barrenado y poca esplicacion necesita, si se ha comprendido bien cuanto se dijo sobre los tornos al principio del artículo 2.º

Antes de empezar á tornear el operario coloca el estuche paralelamente á la generatriz esterior de la pieza y el corte de la cuchilla un poco mas bajo que el plano horizontal que pasa por el eje: marca el borde esterior de la faja alta de la culata, guiándose por el eje de muñones y sirviéndose de una regla, que tiene marcadas las diversas longitudes de los cuerpos y resaltos que tiene la pieza, y continúa el desbaste hasta formar dicha faja alta, pasa luego á tornear la tulipa y seguidamente los demás cuerpos de la pieza.

Concluido el desbaste se le da otra mano con cuchilla fina, y por último se pulimenta con otra mas fina. Se tienen plantillas de planchas de cobre clavadas en un tablero que representan el perfil de la pieza ó seccion por su eje, y con reglas y compases curvos se deja la que se tornea en sus justas dimensiones.

PÁRRAFO CUARTO.

Torneado de los muñones y contramuñones.

Barrenada y torneada la pieza pasa á la máquina de tornear los muñones y contramuñones, cuya descripción es la siguiente:

La pieza *A. A.* se coloca horizontalmente sobre dos soportes de hierro *B. B.* y se fija en posición invariable por medio de bridas y tornillos de presión *b. b. b'. b'*. En cada lado y en prolongación del eje de los muñones se halla colocado el árbol porta-cuchilla *N.* (fig. 3.^a) Estos árboles están compuestos de dos cilindros concéntricos, y se mueven en dirección de dicho eje sobre dos cojinetes ó encastres *S. S.* que llevan los montantes de los cabezales *C.* Estos cojinetes son de bronce. El árbol cilindrico *N.* goza de dos movimientos, el de rotación y el de traslación, y está guarnecido hácia la parte más próxima á la pieza de un mangote *O.* En él se arman las cuchillas cuya posición es variable á voluntad por medio de tornillos. A consecuencia de esto la cuchilla gira alrededor del muñon de la pieza, avanzando á cada vuelta un pequeño espacio y cortando el metal, que se presenta al corte, resultando al fin del trabajo que dicho muñon tendrá una forma perfectamente cilíndrica.

El movimiento de los árboles *N.* se consigue por el de las ruedas dentadas *E. E.* y piñones *F. F.* Por su centro atraviesan los árboles antedichos, viniendo á ser el eje de rotación.

La rueda *E.* tiene en su centro un cilindro hueco de

bronce *g. g.* en el que entra el árbol y gira entre dos cojinetes *S. S'*, teniendo interiormente, en sentido de una generatriz, una ranura en la que encaja una lengüeta, fija en el mencionado árbol. De esta disposición resulta que la rueda *E.* hace girar al par de ella el árbol *N.*, mientras que este avanza, ó retrocede, sin inconveniente en dirección del eje de muñones, si se hace obrar el tornillo *R.*

Los engranajes *V. V. V'. V'*, sirven para interrumpir el movimiento de las ruedas dentadas, separada ó simultáneamente, y como el mecanismo es semejante para cada muñon, pueden tornearse los dos á un tiempo.

Siendo muy esencial el asegurarse que el eje de muñon está colocado en prolongación del de los árboles *N.*, estos llevan en el extremo, que mira á la pieza, una punta cónica, la que precisamente debe ir á encontrar el centro marcado de antemano en el frente de aquellos.

La máquina debe, como todo torno, estar sólidamente establecida para evitar vibraciones y perturbaciones tan perjudiciales en esta clase de trabajos: así es que la placa de fundación de ella se halla bien sentada en un firme de piedra-sillería, como tiene lugar en todas las demás que existen en el taller.

Esta placa lleva dos correderas, que se cruzan en ángulo recto. Por una de ellas marchan los soportes *B. B.* para alejarlos ó acercarlos uno á otro según la longitud de la pieza, cuyos muñones se van á tornear, y pueden fijarse en el punto que sea oportuno con fuertes pernos. Sobre la otra resbalan los cabezales *C. D.*, que se manejan del mismo modo.

Toda la máquina es de hierro, dulce ó colado, escepto algunas piezas, tales como los escapes *V. V'*, cojinetes y cilindros *g. g.*, que son de latón ó bronce.

Centrado de los muñones. Esta operacion debe preceder á la colocacion de la pieza en la máquina que se acaba de describir, y consiste en marcar con un punzon en la cara ó frente de los muñones los extremos de su eje. Para determinarlos se establece la posicion de un plano diametral de la pieza perpendicular á dicho eje, que servirá para imaginar otro paralelo á este, marcando sus trazas en el frente de cada muñon. Cuando el eje de estos no corta el de la pieza, sino que ha de pasar por bajo de él, basta tirar una recta paralela á esta traza y á la distancia, que las tablas ó plantillas exijan, y marcar los puntos que se hallan equidistantes de la faja alta de la culata. La practica es la siguiente: se coloca la pieza sobre dos caballetes ó banquillos (lám.^a 9.^a), horizontalmente, asegurándose que tiene esta posicion por medio de una regla bien recta, que se introduce en el ánima, de modo que descansa sobre dos generatrices, y de un pequeño nivel de aire (fig. 1.^a), ó un nivel de peso (fig. 2.^a) que encima se coloca.

La horizontalidad de los muñones consiguiese con el puente ó doble escuadra, sobre cuyo brazo intermedio se coloca el mencionado nivel de aire (fig. 3.^a). Hecho esto se unta el frente de la boca de la pieza con tiza y aplicando una plomada de hilo muy fino y una regla, se traza en ella la secante del círculo del ánima, que es perpendicular al eje de muñones.

Para encontrar la posicion del diámetro perpendicular (fig. 4.^a) á esta secante, se eligen los puntos, en que esta corta el círculo y, haciendo centro en ellos, con un compás se trazan cuatro arcos de círculo. Estos arcos se cortarán á derecha é izquierda de dicha secante, y la recta, que una sus intersecciones, será el diámetro buscado, el

cual se marca con exactitud. Por el mismo método se traza otro diámetro, que le sea perpendicular.

Concluido esto, se hace girar la pieza hasta que los muñones y línea paralela á su eje trazada en el plano de la boca, queden verticales (fig. 5.^a). Se aplica una larga escuadra de hierro sobre esta línea, de modo que el brazo menor coincida con ella y apoyado el mayor sobre la cara del muñon, los que determinan un plano, que pasa por el eje de muñones. En el frente de ellos, se marca con un punzon la traza de él, la que cortará perpendicularmente á la del diametral que antes se marcó. Solo resta marcar los extremos del eje con un punzonazo. Haciendo centro en ellos se trazan en cada muñon dos ó mas círculos, que indicarán luego si las cuchillas giran concéntricamente al verificar el torneado. La altura de los contramuñones se marca tomándola desde la traza del plano diametral.

Colocada la pieza en la máquina del modo que más arriba se dijo, el operario se asegura de si está bien centrada, haciendo avanzar las puntas cónicas del árbol *N*. hasta que encuentren los extremos del eje de muñones, y cuando esto sucede se aprietan los tornillos, que fijan invariablemente la pieza, y se pone la máquina en movimiento.

Se empieza por desbistar, parando la acción de las cuchillas un poco antes de que lleguen al sitio de los contramuñones. Torneada la superficie lateral de los muñones, se tornea su frente, dejándoles á la dimension exacta que han de tener: se pule todo, no quedando en el centro de los muñones mas que un cilindro de dos centímetros de diámetro y uno de altura, que la máquina no puede cortar y que se hace desaparecer luego con cincel y lima.

Los contramuñones se tornean del mismo modo en la parte posible.

Esta misma máquina sirve para tornear las muñoneras de los afustes de mortero.

PÁRRAFO QUINTO.

Cepillado del segundo cuerpo entre los muñones.

En el estado espresado en el párrafo anterior pasa la pieza á la máquina de cepillar entremuñones (lám. 10, fig. 1.^a)

Consta esta de un banco *A.* de fundacion, que en su cara superior lleva dos correderas, una angular y otra plana, por la que corre el cabezal *B.* y el *B'*. así como tambien la plataforma ó porta-cuchilla *G.* La suspension de la pieza en esta máquina es análoga á la que tendria en un torno de puntas. El banco *A.* tiene una cremallera interior *D.* que mueve á dichos cabezales, y de estos el de *B.* se compone de la parte principal de él que es el mangote *M.*, del punto *C.* de grandes dimensiones y del plato dentado *H.* Por el mangote *M.* pasa el vástago del punto. Las grandes dimensiones de este son para poder adaptarse á él exactamente la boca de la pieza, cualquiera que sea el calibre de ella. El otro cabezal, tambien movable, es sencillamente el de un torno de puntas, dotado de un tornillo llamado *N.*, el de aprieto *P.* y el punto *p.*

La plataforma *C.* corre tambien á lo largo del banco y sobre ella está la pieza *R.*, porta-cuchilla parecida á las ya descritas al hablar de los tornos. El movimiento de la máquina se efectúa por medio de la polea *Q.* en cuyo

árbol tiene el piñon *T.*, que engrana en los dientes de la rueda dentada *U.*, cuyo eje es vertical: en la cara plana superior de esta tiene un ojal diametral, en el que se ajusta y fija en punto conveniente el extremo de la palanca motora *V.*, yendo á parar su otro extremo á la plataforma, fijándose con un fuerte tornillo en el estuche. El movimiento circular de la rueda *U.* determina el movimiento escéntrico del extremo de dicha palanca y el de vaiven del estuche, pues aquella entra holgadamente en los pernos *g. g.*

Bien se concibe que la cuchilla armada en el estuche participa de dicho movimiento de vaiven, haciendo el efecto de un cepillo y corta el metal del segundo cuerpo en direccion de las generatrices. Paralelamente á la cara del banco de fundacion de la máquina se halla la varilla de escape *K.*, en cuyo extremo tiene un elástico *L.* de acero. Tiene además el trinquete *X.* y tope *S.*, movibles en direccion de su longitud.

Puesta en movimiento la máquina gira la rueda *U.*, arrastra el escéntrico ó palanca *V.* y toma el estuche ó cuchilla el movimiento de vaiven: al llegar esta al extremo de su carrera, ó avance, retrocede el tope *m.*, de que está guarnecida la cara inferior del estuche, encuentra al tope *Y.*, lo empuja hácia atrás y, como se halla sujeto á la barilla *K.* lo mismo que el trinquete *X.*, este hace girar la rueda de dientes curvos *Z.* Llevando esta en el centro de su eje un tornillo sin fin, que engrana en el plato dentado, lo hace girar tambien al par de la pieza, por estar ligada á él invariablemente con la brida *F.* y pernos *E. E.*

Despues que ha girado lo suficiente la rueda *Z.*, obra el elástico *L.* y hace que el diente del trinquete engrane

en otro de la rueda Z. El movimiento de todo el mecanismo, excepto el de la cuchilla, es muy lento, pues la pieza no gira mas que lo estrictamente preciso para no presentar al corte de la cuchilla mas que poco metal. Sin embargo, se comprende que la parte de vuelta que da la pieza, es variable á voluntad, pues depende de los dientes que se hagan correr á la rueda Z. con el trinquete. Generalmente no se hace recorrer á este mas que dos dientes, lo que proporciona á la pieza un giro equivalente á un milimetro que es lo conveniente para que solo muerda la cuchilla un espesor igual de metal.

Se ejecuta el desbaste en dos veces y se pule con cuchilla plana, quedando alrededor de los contramuñones poco metal, para quitarlo con pulicanes y tajaderas, y el segundo cuerpo á sus justas dimensiones.

PÁRRAFO SESTO.

—

Escarpa.

Como ciertas partes de las piezas no pueden terminarse en las diferentes máquinas que se emplean en su fabricacion, es preciso ejecutarlo á mano, y es lo que se llama escarpar. El obrero escarpador emplea para ejecutarlo cinceles, limas y martillo. Este pesa próximamente $1\frac{1}{2}$ kilogramos. Los cinceles son de dos clases, que toman el nombre de tajaderas y pulicanes, la tajadera tiene dos biseles, penetra en el metal á golpe de martillo, y el pulican es un cincel plano que sirve para igualar y concluir las superficies. La lima, instrumento conocido de todos, es de acero y dimensiones variadas. Las hay pla-

nas, redondas y triangulares, presentando en su superficie multitud de pequeños dientes formados por tallas ó muescas cruzadas. Se llaman bastas, semi-bastas, ó dulces, según la magnitud de dichos dientes.

El trabajo de escarpa comprende el desbaste y el pulimentado. En el desbaste el escarpador da la forma aproximada al objeto y para ello con la tajadera y martillo va trazando surcos numerosos y unidos en dirección de la generatriz de la superficie, que ha de engendrarse. Sin embargo, los surcos rectos son los más usuales. El metal ó arista, que queda entre cada dos de estos, se corta con el pulican, y de cuando en cuando se asegura el operario de la marcha del trabajo con reglas y escantillones. Para terminar el desbaste se golpea suavemente con el martillo para hacer desaparecer las asperezas que han resultado del trabajo de los cinceles. El pulimentado se hace con cinceles finos, limas y esmeril.

Fabricándose hoy día las piezas sin asas, el escarpado se reduce á la parte de los contramuñones, que no se puede tornearse ni cepillar, y al corte de la rabiza de la pieza.

PÁRRAFO SÉTIMO.

Taladrado y roscado del hueco que ha de recibir el grano y colocacion de este.

En los primeros tiempos de la fabricación de piezas de bronce, el fogón se abría en el metal mismo de la pieza, pero pronto se desechó este método, pues los efectos reunidos del calórico y gases de la pólvora que se escapaban por el fogón, agrandaban y destruían este, inutilizan-

do la pieza. Se recurrió entonces á poner granos, esto es, unos cilindros de hierro ó cobre, en el que iba abierto el fogon. Estos granos se colocaban en el molde al tiempo de fundir la pieza, y llevaban un fileteado para proporcionarles mayor sujecion. Estos fogones duraban mucho mas seguramente, pero no lo suficiente, además de presentar otros sérios inconvenientes: fué, pues, preciso idear otro medio y se dió la preferencia al que hoy dia está todavía en uso, pero que ya tampoco satisface cumplidamente con la adopcion del rayado de los cañones. Esta cuestion se halla todavía por solventar, porque se ha observado que las piezas rayadas se desfogan con mas facilidad que las lisas, sin que sirvan tampoco los granos de acero, segun han manifestado las esperiencias. Sea de esto lo que fuere, el método de granear, que hoy dia se sigue, es el que se vá á describir.

La disposicion comun á todo aparato, que al efecto se emplee, es que la broca que ha de abrir el taladro esté exactamente en prolongacion del eje del fogon. La máquina que en este establecimiento se usa consta de (lám. 11, figuras 1.^a y 2.^a) un banco de fundacion de hierro colado *A.*, el que como todos los anteriormente descritos tiene sus dos correderas en la cara superior, una angular y otra plana, sobre las que resbalan los cabezales *B.* y *B'*. El cabezal *B'*. está dividido en dos partes, base y cabeza. Esta tiene una semi-luneta angular en su centro y sirve para recibir la culata de la pieza, pudiendo subir ó bajar, segun sea preciso, atendido el diámetro de la que se quiere granear. Al efecto sus dos costados tienen un taladro roscado, en los que se atornillan dos fuertes pernos, roscados tambien *C. C.*, proporcionando el movimiento de ascenso ó descenso las ruedas *D. D.*, tornillos sin fin *E. E.*

y maniqueta *F*. La rueda de maniquetas *G*. montada en un árbol roscado, cuya hembra se halla en la parte inferior del cabezal, sirve para variar su posición. El *B'*. se mueve idénticamente sobre las correderas del banco por el tornillo *H*., ruedas dentadas *L*. *L*. y maniqueta *M*. para colocarlo á la distancia oportuna, pues en sus dos semi-lunetas descansan los muñones de la pieza que se granea.

El verdadero aparato de taladrar y roscar es vertical y se halla colocado sobre fuertes soportes sujetos al muro del taller. Consta (figs. 1.^a y 2.^a) de un juego de poleas cónicas *N*. *N*. con su correa recta; de otras dos poleas *N'*. *N'*. iguales, puesta una motora y otra loca; y de otro tercer juego *N''* compuesto de cinco poleas mas pequeñas, de las cuales una es loca y las otras motoras, pero obrando ó girando en sentido inverso, merced al cruzamiento de una de las dos correas que las abrazan. Las *N'*. y *N''* están ligadas con las correas al árbol protomotor del taller. Todas estas poleas están montadas sobre un mismo eje y comunican el movimiento al juego inferior: este lo trasmite á dos ruedas *o*. *o*. de ángulo que son las que hacen girar el árbol vertical *P*., que es el principal.

Como la máquina tiene que servir como aparato para taladrar y tambien para roscar, el árbol *P*. tiene una disposición especial. Consiste este en un tornillo de bronce *Q*. y rueda *Q'*. que funciona únicamente cuando lo que se quiere es hacer un taladro, y sirve entonces para dar aprieto á la broca que lo ejecuta. Está sostenido por el soporte y obra independiente ó simultáneamente del árbol *P*., segun se afloje ó apriete un tornillo *p*. de presión, que entra ó sale por su extremo en un pequeño agujero abierto en dicho árbol. El extremo *Q*. de este es roscado y lleva una mordaza *g*. fija en el soporte. Esta mor-

daza es una tuerca abierta que le sirve de hembra, que se cierra ó abre á voluntad por medio de un muelle y maniqueta *R.*, sirviendo de guia á la parte roscada del árbol; teniendo esta parte roscada sus pasos idénticos á los que han de practicarse en el hueco que ha de recibir el grano. La parte *S.* es un sencillo pasa-correas.

Para determinar el centro del fogon, que lo es tambien del taladro que se va á ejecutar, hay que señalar la traza del plano vertical que pasa por el eje de la pieza, estando esta horizontal, y para efectuarlo se coloca en el espesor de metales de la boca de su ánima una cruceta de hierro, en la que están marcadas dos líneas que se cortan en ángulo recto. En la superficie de la pieza, y al principio de su primer cuerpo, despues de puesta horizontal, se coloca un nivel de peso, de modo que sus dos piernas descansen precisamente en la circunferencia de un solo círculo, y que la seda de la plomada coincida con la línea, que divide el nivel por medio; se señala con toda exactitud el punto, que marca en la pieza la punta de la plomada, y de un modo semejante otro á cierta distancia, y tirando por ellos una recta, se tendrá la línea, en que debe estar el centro del fogon, que señalará con un punzonazo, y haciendo centro en él, con un compás se trazan dos pequeños círculos concéntricos, que han de servir para comprobar luego la marcha de las brocas.

Hecho esto, se coloca la pieza descansando la culata en el cabezal *B.* y los muñones en las lunetas del *B.*, manejando ambos cabezales convenientemente hasta dejarla en perfecta posición horizontal, y la punta de la broca, armada en el árbol *P.*, coincidiendo con el centro del fogon. Cuando el eje de este es perpendicular al de la pieza, que es lo que hoy está en uso para los cañones, no

se necesita mas preparacion para empezar el trabajo; pero si ha de ser oblicuo, como en los morteros, entonces hay que hacer obrar la maniqueta *F.* para elevar la culata de la pieza hasta que la oblicuidad, ó ángulo formado por ambos ejes, de fogon y pieza, sea el debido, asegurándose de ello por medio de la plantilla de construccion y una falsa-regla.

Si lo primero que se va á ejecutar es un taladro, se abre la mordaza *R.*, se aprieta el tornillo de presion *p.*, se arma la broca de lengua de carpa y se pone la máquina en marcha. La broca (fig. 3.^a) empieza á morder en el metal y termina, habiendo hecho un taladro de centímetro y medio de diámetro. En su lugar se arman las brocas, llamadas trepantes (figs. 4.^a, 5.^a y 6.^a) con las que se agranda el agujero y se da á un extremo la forma cónica, y finalmente se usa el redoblon (fig. 7.^a) con el que se concluye el hueco, dejándolo á la dimension conveniente.

El roscado se ejecuta con machos, ó con una barrena de diente de lobo. Por macho se entiende un cilindro de acero, roscado y con unos rebajos longitudinales (fig. 8.^a) *a. a. a.*, que proporcionan corte á cada uno de los pasos de rosca: se temple y reviene al color hígado claro. El extremo es de forma tronco-cónica con los pasos de rosca muy poco marcados para facilitar el trabajo. La barrena de diente de lobo es un cilindro de hierro con su espiga para armarlo en el árbol y tiene hácia el extremo un ojal, en el que se afianza una pequeña cuchilla de corte triangular. Si el roscado se hace con machos, se emplean tres, mínimo, mediano y máximo, y si la que se emplea es la barrena, se usa la broca y dos redoblones. Esta sirve especialmente para granos de gran dimension.

Armada una de estas herramientas en el árbol *P.*, se afloja el tornillo de presión *g.*, se aprieta la mordaza, dando media vuelta á la maniqueta *R.* y se empieza á roscar el hueco. Concluida la operación, el operario se asegura de la perfección del trabajo, midiendo otra vez el centro del hueco y tomando interiormente con estampa de cera una muestra de la parte interior, cerciorándose que viene á terminar el orificio en el paraje debido.

Grano. — Lámina 12, figura 1.^a Se ha dicho que por grano se entiende un cilindro de cobre roscado, en el que está abierto el fogon y que se atornilla en el espesor de metales del primer cuerpo de la pieza, de modo que quede á la distancia del fondo del ánima, que las tablas de construcción exigen; perpendicularmente al eje de ella y de tal manera que la circunferencia de la base menor de su extremo tronco-cónico, quede tangente al fondo, con lo que el fogon queda adelantado en una cantidad igual al radio de dicha base.

Los cilindros de cobre se reciben del taller de fundición en forma de barras prismáticas ó cilíndricas. Para darles mas homogeneidad se baten en frio unos y en caliente otros. Esto se ejecuta en un pequeño martillo de vapor, que existe para el servicio del taller de herrería y sobre un yunque acanalado. Durante el batido se dirige sobre la barra ó cilindro un chorro de agua fria, cuyo efecto es aumentar la maleabilidad del metal. El batido en caliente solo se diferencia en que se caldean los cilindros al rojo naciente, procurando que la calda sea corrida, esto es, que presente igual color en toda su estension.

El cobre, despues de esta operación, debe presentar en su factura un grano fino, apretado y de aspecto sedoso, siendo su color uniforme. Si tiene pajas, grietas ó alguna

suciedad, se desechan las barras: las admitidas como buenas, se cortan á mano con una sierra de hoja de muelle en trozos de conveniente dimension.

En todo grano se distingue (lám. 13, fig. 1.^a) el cuadrado de la cabeza, el cilindro inmediato á él, el cuerpo roscado, el cilindro siguiente entre él y el cono y, en fin, el cono ó extremo.

Las operaciones que sufre son: el torneado, el barrenado, el roscado y cepillado del cuadrado. La primera tiene lugar en un torno comun, y en él se tornean todas sus partes; el barrenado y fileteado en otro torno dispuesto al efecto. Consta (lám. 12, fig. 2.^a) de un banco *A.* con sus correderas, sobre el que están montados dos tornos pequeños. Uno de ellos sirve para barrenar ó hacer el fagon, y se compone de un cabezal *B.* semejante al de un torno al aire, en el que se sujeta el grano, el *B'* lo atraviesa interiormente, un árbol *C.* con su cremallera *D.*, que engrana en un piñon interior, movido por la rueda *F.* En el extremo de este árbol se sujeta fuertemente la broca de lengua de carpa. Puesto el aparato en movimiento, el piñon impele la cremallera y aprieta la broca contra el grano, ejecutándose en breve tiempo el taladro. Concluido el fagon se pasa el grano al otro torno, que es el de roscar (fig. 3.^a). Este se compone tambien de dos cabezales *B. B.*, como los de un torno de puntas con sus poleas, correas y ruedas dentadas *R.*, que marca la figura. El estuche porta-cuchilla *C.* lleva en la parte inferior una hembra *D.* correspondiente á un tornillo sin fin *H.* fijo en la parte interior del banco. Los pasos de hembra y tornillo son idénticos á los que ha de tener el grano. Recibe este mecanismo el movimiento, que á las ruedas y poleas se trasmite del árbol principal del taller.

Puesto el grano bien centrado y sujeto entre las puntas del torno y con la brida correspondiente para hacerlo girar sobre su eje, se hace andar la máquina y la cuchilla de corte triangular armada en el estuche va trazando en la superficie del grano los pasos de rosca, solicitada por el movimiento de la hembra *D.* en el tornillo *H.* Poco á poco se da avance á la cuchilla y se van profundizando dichos pasos hasta dejarlos á la dimension debida.

Los granos de pequeñas dimensiones, como son los de cañon de $8^{\circ}/_m$, se hacen á mano con el auxilio de un instrumento muy conocido, pues sirve para hacer toda clase de tornillos, llamado terraja. Esta (fig. 4.^a) se compone de dos partes principales: la caja *A.* y los brazos de palanca *B. B.* La caja, cuerpo principal de esta pieza, tiene en su centro un taladro circular *C.* y tres cajuelas *d. d. d.* En estas están tres cuchillas roscadas, que figuran tres trozos de tuercas. Son de acero bien templado. Una de ellas, la mayor, es fija; pero las otras son movibles con el objeto de que puedan dárseles un aprieto lento necesario para la operacion. Este aprieto se lo da una chaveta ó traviesa *G.*, cuyos dos planos inclinados *h. h.* apoyando en el extremo de las cuchillas, y resbalando por ellas á medida que se hace dar vueltas á la tuerca *L.* del extremo roscado de dicha traviesa, las obligan en direccion del centro. De este modo se van trazando y profundizando paulatinamente los pasos de rosca del tornillo que se construye. En la parte superior lleva una tapa que se sujeta con tres tornillos *t. t. t.* al cuerpo de la caja. Hay diferentes juegos de cuchillas para construir tornillos de diferentes gruesos.

El cuadrado de la cabeza del grano se efectúa en un

aparato llamado tornillo limador (lám. 13), cuya descripción se omite por no estar destinado esclusivamente á este objeto. Baste decir, que su principal mecanismo consiste en una corredera á cola, en que va armada la cuchilla y que toma movimiento de vaiven por medio de un escéntrico bien entendido. El grano se sujeta entre las quijadas de un fuerte tornillo semejante á los dichos de banco de cerrajero, anejo al aparato.

187. Concluido el grano por medio de las antedichas operaciones, falta colocarlo en el hueco roscado de la pieza. Para esto se usa de un maneral ó volvedor (fig. 1.^a, lámina 14), que es sencillamente una barra cilíndrica de hierro, de 4 centímetros de diámetro, que en su centro tiene forma prismática y de 8 centímetros de ancho, con un taladro cuadrado. Se lubrica con aceite el grano y su hembra, y se empieza atornillando aquel á mano; luego se introduce el ojo del volvedor en el dado de su cabeza, y dos ó mas operarios concluyen de atornillarlo hasta que queda bien ajustado. Las partes sobrantes, exterior é interior, se cortan; la primera con cinceles y limas enrasándola bien con la superficie de la pieza, y la segunda del modo siguiente.

Se coloca el cañon en la máquina de centrar, de que se hizo mérito al principio quedando horizontal, y se introduce en su ánima la fresa llamada de cortar el sobrante. Esta consta de un vástago de hierro cilíndrico y terminado por uno de sus extremos en un cuadrado (fig. 2.^a) que encaja en la cabeza del árbol del cabezal de la máquina. En el otro extremo lleva un cilindro de bronce llamado mazorca, en la que se coloca ajustada en su frente una cuchilla. Esta tiene su perfil idéntico al fondo del ánima, pero su diámetro es un tanto menor. Dos hombres mueven la

rueda de maniquetas del cabezal y dan poco á poco el aprieto conveniente á la cuchilla, logrando de este modo el que en breve tiempo la cuchilla de la mazorca corte el sobrante del cono del grano, dejándolo perfectamente enrasado con el fondo del ánima.

Anteriormente se ha manifestado cuál es la colocacion del grano para los cañones, pero en los morteros varía. En ellos se ha suprimido la cazoleta que antes llevaban, sustituyéndola con un chaflan (lám.^a 15, fig. 3.^a), cuya longitud es de 30 ^m/_m y su altura de 10 ^m/_m, y el fogon se coloca de modo que la prolongacion de su eje corte al del mortero á la mitad de la altura de la recámara, cayendo perpendicularmente sobre sus lados.

PÁRRAFO OCTAVO.

Rayado del ánima.

La primera condicion á que debe satisfacer el rayado es el imprimir al proyectil una fuerza de rotacion proporcional á la de traslacion. Para conseguirlo sirvió de base para los cañones el método seguido en las armas portátiles, esto es, el rayar su ánima helicoidalmente. El movimiento de rotacion, que por este rayado adquiere el proyectil, regulariza la trayectoria, proporciona grandes alcances, hace que disminuyan las cargas, compensa las perturbaciones que en la trayectoria ocurren por la irregularidad del proyectil y por la resistencia del aire, y si hay efectivamente un desvío hácia el lado en que tiene lugar la rotacion, por efecto de ella misma, este defecto queda obviado al efectuar la punteria, por ser siempre constante

y entre límites fijados por la práctica. Este desvío ha recibido el nombre de derivación. La velocidad de rotación aumenta con la forma del proyectil y distancia entre el centro de gravedad y el de figura. Se han ideado multitud de pasos de hélice, progresivos ó no, varias formas de rayas y ánimas poligonales ó elípticas en su sección, siempre apoyándose en teorías mas ó menos empíricas y acreditadas por la práctica. La idea de rayar las piezas no es nueva, á pesar de ser hoy el objeto que preocupa á las potencias de Europa; pues segun diversas opiniones y el testimonio de piezas existentes en los museos de artillería de Europa, dicho invento, así como el de cargar los cañones por la culata, remonta al año de 1661. La idea de los cañones rayados y el uso de proyectiles prolongados fué objeto de los estudios de hombres especiales, y en 1816 aparece en Baviera un cañon rayado con siete rayas, inventado por Reichembach, oficial de artillería. Sin entrar en mas detalles, ajenos al objeto presente, se hace notar que el estudio definitivo y organizado de tan grave cuestion se inauguró entre nosotros en 1859, nombrándose al efecto á los oficiales de este establecimiento con el cargo de proponer el sistema de artillería rayada mas conveniente, los que cumplieron su cometido consiguiendo se adoptase el sistema actualmente en uso.

Paso de hélice. Entre los autores que de esto se han ocupado, merecen especial mencion los Sres. Thimerhans, Thiroux, Teosen y Gillion, cuyas opiniones son las que han prevalecido generalmente.

Segun el primero, la relacion entre la fuerza viva inicial de rotación y la de traslación debe ser igual para todos los proyectiles de forma semejante, ó lo que es lo mismo, los pasos de hélice deben ser proporcionales á los

calibres, siempre que los proyectiles sean semejantes en su forma. Esta opinion la formula empíricamente, diciendo que $H. = 568 D.$, en donde $H.$ es el paso de hélice y $D.$ el diámetro en milímetros. Mr. Whitworth dice, que los pasos son proporcionales á las raíces cuadradas de los calibres, mientras que Mr. Gillion propone que lo sean á los cuadrados de los mismos y, apoyándose en la hipótesis de Thimerhans, añade que la dificultad que experimenta el proyectil á seguir las rayas del ánima, aumenta con el calibre, porque á igualdad de velocidad inicial crecen las fuerzas de rotacion y de traslacion, y que la de rotacion guarda relacion con el calibre, puesto que la resistencia del aire obra en razon directa de la superficie é inversa de los volúmenes.

Teniendo en cuenta estos y otros antecedentes, se adoptó en nuestra artillería la fórmula de Thimerhans; pero, viendo en la práctica de continuadas esperiencias que debian mejorarse los alcances que los pasos calculados de este modo proporcionaban á las piezas de campaña, se decidió, prévias maduras reflexiones y minuciosos experimentos, el fijar respectivamente para los cañones de 8 largo y corto, 12 y 16 los pasos de $2,^m 25$; $3,^m 25$; y $6,^m 50$, que son los que hoy están en uso. Ráyanse, pues, dichas piezas con estos pasos y con la forma de raya, que mas adelante se dirá, en las máquinas, cuya descripcion es como sigue.

Máquinas de rayar. La primera (lam.^a 15, fig. 1.^a) muy recomendable por todos conceptos, y sobre todo por su sencillez, se compone del banco de apoyo $A.$ con dos correderas planas $c. c.$ Sobre él descansan dos cabezales $B.$ y $B'.$, el $B.$ fijo, y movable el $B'.$; y además el collar ó puente $G.$

El cabezal *B'* consta del mangote *D*, donde entra el dado de la barrena de rayar, y del tornillo *t*, que lo sujeta: este mangote, que es cilindrico, lleva una graduacion con su indice en grados sexagesimales y sobre él gira por medio de la maniqueta *F* y tornillo sin fin *T*; la rueda *H* sirve para graduar la cantidad de vuelta que ha de dar la barrena, cuando terminada una raya se quiere empezar la siguiente. Como se vé, en este sistema la pieza gira con movimiento lento mientras la barrena con su cuchilla avanza rectamente en direccion del eje.

El cabezal antedicho tiene movimiento de traslacion á lo largo del banco, y se lo imprime el gran tornillo *K K*, que se halla en la parte interior del mismo banco. El collar *G* se fija en la posicion que se desee, con tornillos y tuercas, variándola con la maniqueta *M*, que mueve las ruedas dentadas *N*, la cual engrana en la cremallera *O*; en ella es donde encaja el collete de la pieza. Está además guarnecido de un apéndice *P* que es un sencillo soporte de hierro que sostiene otro de madera dura, donde apoya y descansa la barrena y asegura la entrada de ella.

El cabezal *B* es semejante al de un torno, y su plato es de la forma que manifiesta la figura. En él, y descansando el taladro de la rabiza en el punto, se sujeta la pieza con una fuerte mordaza revestida de plomo interiormente para facilitar el aprieto. El punto avanza ó retrocede por el efecto de la rueda *Q* y queda fijo apretando el tornillo *T'*. El plato es aquí una rueda dentada, que engrana en el tornillo sin fin *R*. Este lleva en su eje la rueda cónica *S* que engrana con la *S'* y en el árbol de ella se hallan montadas las *T T' T''*, engranando con las *t. t'. t''*, que están colocadas en el extremo prolongacion del gran tornillo *K.*, cuyo movimiento determinan. Con

la rueda cónica *S* giran las poleas guarnecidas de dos correas, una cruzada y otra recta.

La correa recta obra en sentido inverso que la cruzada, y segun mueven la polea motora hacen que la barrena avance ó retroceda. Dichas poleas son en número de cinco apareadas, tres motrices *a. a. a.* y dos locas *b. b.* Para cambiar las correas de unas á otras se usa, como sucede en toda máquina, del aparato llamado para-correa *XX*, que es una especie de horquilla de hierro (fig. 2.^a) movida por la palanca *Z*, que descansa en un pequeño soporte fijo en la cara lateral del banco.

El cabezal *B'* tiene un tope *h.*, el cual al terminar su marcha encuentra otro *h'*, empujando de este modo la palanca *Z* del pasa-correas, y varía la posición de estas á fin de que como se ha dicho camine el cabezal en sentido inverso, saliendo la barrena fuera de la pieza.

La pieza, segun se indicó anteriormente, tiene movimiento de rotacion alrededor de su eje, mientras que la barrena marcha rectamente en la misma direccion que él, y la combinacion de ambos movimientos juntamente con la velocidad de que cada uno goza hace que la cuchilla colocada en la cabeza de la barrena trace en el ánima de la pieza un surco ó raya helicoidal.

Suspendida la pieza sobre la máquina por medio de cabriolé, se la va descendiendo poco á poco hasta colocar el collete en la luneta ó collar y la rabiza en el punto. Se aprietan las quijadas de la mordaza, lo mismo que el punto, y se quita la braga. Se da vuelta á la pieza hasta que el muñon izquierdo quede vertical y entonces se señala en la boca el diámetro vertical tambien. La barrena se arma del modo que indica la figura, y se gradúa la colocacion conveniente del tope *h'*. para que lo encuen-

tre el *h.* en el momento preciso en que debe salir la barrena fuera de la pieza.

Esta barrena solo difiere de las usadas para taladrar el ánima de las piezas en su cabeza. Consta (fig. 3.^a) de dos cilindros ó roscones *a. a.* fijos: de una barreta *m*, cuya parte *b. b'*. forma plano inclinado. Este tiene una ranura ó muesca en que ajusta el pie *d.* de la cuchilla *G* (figura 4.^a) y además del tornillo *f.* de pasos muy finos. Introducida la cuchilla *G* en el taladro *h.*, descansa en el punto inferior del plano inclinado *b. b'*. y en esta posición no tiene salida ninguna, es decir, que aunque se introduzca dentro del ánima de la pieza, no puede morder en el metal; pero si se hace dar un cuarto de vuelta al tornillo y que su extremo apoye contra el roscon, la cuchilla resbala sobre el plano inclinado subiendo por él un pequeño espacio, y ya tiene una pequeña salida, esto es, ya puede morder ó cortar el metal del ánima. Por este sencillo mecanismo se consigue dar salidas sucesivas á la cuchilla hasta que la raya que traze tenga la profundidad debida. Como es absolutamente preciso que al retroceder la barrena no trabaje dicha cuchilla, al llegar aquella al fondo del ánima, la estremidad de la barreta *b.* tropieza en él, retrocede y la cuchilla resbala descendiendo por el plano inclinado, volviendo á su primitiva posición.

En resúmen, la marcha es la siguiente. Se pone en marcha la máquina, la pieza gira, la barrena avanza en dirección de su eje, y la cuchilla, graduada convenientemente, traza el surco ó raya que se desea. Al llegar el tope *h.* á el *h'*., esto es, cuando la cuchilla termina su trabajo, este hace mover la palanca *Z* del pasa-correas; cambian estas de posición, gira la pieza en sentido contrario y retrocede la barrena.

Las rayas no terminan bruscamente, ni llegan al fondo del ánima, sino que queda sin rayar el sitio que ha de ocupar la carga de pólvora, y la profundidad de ellas va suavemente disminuyendo hasta perderse. Dicho espacio, que queda sin rayar es de $96 \text{ }^m/m$ para el cañon corto de $8 \text{ }^c/m$, de $120 \text{ }^m/m$ para el largo del mismo calibre, 157 para el de $12 \text{ }^c/m$ y 200 para el de $16 \text{ }^c/m$.

Antes de quitar la pieza se reconoce interiormente con gran proligidad con el auxilio de calibradores y escantillones.

La segunda máquina, de mayores proporciones que la anterior puede rayar la pieza, cualquiera que sea el paso de hélice que se desee (lám.^a 16, fig. 1.^a). El árbol *D*, que lleva las cuchillas de rayar, es redondo y trabaja á través de un collar *C* montado en la máquina. Esta tiene un fuerte cabezal *A* atravesado por un tornillo *B* y sobre el cabezal está el collar, en el que gira el árbol de rayar. En el extremo *E* de este están las cuchillas y en el otro hay un piñon *F* con dientes cortados á máquina y perfectamente concluidos, que engranan con los de la cremallera *G* montada á corredera en el cabezal *A*. Dicha cremallera tiene un largo brazo, en cuyo extremo hay dos rodillos de fricción *H H* dispuestos para marchar á lo largo y sobre ambos bordes ó cantos de una barra-guia *Y* de forma plana. Esta barra que recibe el nombre de barra tangente, se puede ajustar formando cualquier ángulo con el banco segun el paso de hélice que se desee atendido el espacio que media entre el cabezal y el collar.

Mientras el cabezal marcha sobre el banco, la cremallera transversal camina tambien por su corredera á impulso del piñon, hácia dentro ó hácia fuera y segun el ángulo que forme la barra tangente, haciendo al mismo tiem-

po girar lentamente el árbol de rayar. La profundidad de las rayas la proporciona una barra-guia K alta y otra L baja, colocadas de canto al lado opuesto de la barra Y . En estas guias marcha el rodillo M' montado en el extremo de una palanca de hierro forjado N unida á la parte posterior del cabezal corredizo de la máquina.

Cuando las cuchillas trabajan, este rodillo marcha por el canto superior de la guia alta K , y cuando se quiere cesar el trabajo de aquellas, esto es, al retroceder el árbol, marcha el rodillo por el borde de la guia baja L . La palanca está unida por una sencilla disposicion al extremo de una arilla O colocada para obrar á través de toda la longitud del árbol de rayar que con este objeto es hueco. Esta arilla termina en forma cónica ó de cuña, de modo que actúe en el hueco donde se arman las cuchillas, haciéndolas entrar ó salir segun el contorno de las guias, por cuyo medio se da la figura exacta que se desee en el sentido de su profundidad á las rayas.

Los pasos de hélice que se obtienen en esta máquina son rectos; pero si la barra tangente tuviese sus lados curvilíneos el paso será progresivo. Si la guia que determina el período del trabajo de las cuchillas es de canto recto y horizontal, la profundidad de la raya que se traze es constante, y al final de ella se irá suavemente desvaneciendo, segun la inclinacion que pone en comunicacion la guia superior con la inferior. Pero si el canto superior está inclinado respecto al eje de la pieza, la salida de las cuchillas será variable y crecente ó decrecente segun el sentido de la inclinacion, resultando progresiva la profundidad de la raya.

El banco de fundacion tiene en su extremo el aparato de division que sirve para hacer girar la pieza cada vez

que ha de hacerse una raya. Este aparato (lám.^a 16 bis.) se mueve á mano, y consta de un cabezal *A* asegurado con cuatro pernos á una placa de asiento *B* de corta estension, la cual es movable pudiéndola situar segun la longitud de la pieza que se quiere rayar, sujetándola con varios pernos al banco *C*. Soporta tambien un árbol *D'* con una rueda dentada con ciento veinte dientes, y movida por una rosca sin fin *E'* por medio de la maniqueta *F'*. La rosca sin fin está dividida en dos partes y construida de manera que, cuando el aparato, tanto en la rosca como en la rueda se desgaste un tanto con el uso, se puede evitar el movimiento hácia atrás ó en sentido contrario de la direccion en que se divide el cañon, con solo ajustar los tórnillos que unen las dos partes referidas.

La maniqueta *F'* tiene un muelle que apoya contra ella cerca del centro para introducirse en las muescas de la placa divisora *G'*. Estas son en número de tres, y dividen la circunferencia en tres partes iguales. Para rayar una pieza con dos rayas, se dan á la maniqueta 60 vueltas, para tres 40, para seis 20, etc., etc.

En el otro extremo del árbol *D'* está asegurado un centro móvil *H'*, contra el cual se sujeta la culata del cañon por medio de un zuncho ó cerco de hierro colado *K'* dividido en dos partes, que se ajusta primero al diámetro exterior de la pieza, y se fuerza ú obliga luego hácia atrás por medio de cuatro pernos que lo ligan hasta que quede bien asegurado.

Con estos aparatos se trazan seis rayas de forma trapezoidal, cual la fig. 2.^a manifiesta, en los cañones de 8 $\frac{c}{m}$ largo y corto y 12 $\frac{c}{m}$ y tres en los de 16. Al efecto se emplean tres cuchillas: la primera (fig. 3.^a) sirve para desbistar, ó sea trazar el surco helicoidal, siendo su corte

curvo y de un centímetro de ancho; y la segunda (fig. 14.^a) es mayor y la tercera tiene ya la forma definitiva de la raya. Todas ellas son de acero fundido, templadas y revenidas al color amarillo bajo.

Aparato de rayar adaptado á la máquina de barrenar y tornear las piezas. Uno de los bancos de barrenar tiene adaptado en uno de sus costados un aparato adicional de rayar con el objeto de aplicarlo á él que está destinado cuando es preciso, ya por cualquier accidente, ya por la premura del trabajo. Todo el mecanismo de la máquina de barrenar queda, pues, parado cuando se hace uso de dicho aparato.

Lámina 17.—Figura 1.^a En el extremo del gran tornillo sin fin se arma una rueda dentada *A*, que engrana en otras dos iguales, una intermedia *A'*, que sostiene un soporte fijo en el costado del banco superior de la máquina, y otra *A''* montada en un árbol ó eje, que paralelamente á dicho banco va á parar á su extremo, llevando en él otra rueda cónica *B*. Con ella engrana la *B'* montada en el árbol de las poleas *C*, que es la que imprime el movimiento. Dicho árbol tiene en su extremo la rueda *D*, que mueve un sistema compuesto de tres ruedas de bronce *E E' E''*. La *E''* está sobre el eje del tornillo sin fin *F*, que mueve á la rueda *G*, cuyo árbol está en prolongación del puente del torno, donde se sujeta la rabiza de la pieza, quedando esta apoyada por su collete en el puente *O* de la máquina. La parte *H H* es un aparato pasacorreas para poder cambiarlas de lugar, y que obrando inversamente las poleas, se determine la entrada ó salida de la barraña. Esta esplicacion basta para comprender, que iniciado el movimiento obran simultáneamente la parte del aparato

destinado á hacer mover la barrena en direccion del eje de la pieza y el que hace girar esta. La primera parte la forman las tres ruedas $A A' A''$ y la B , y la segunda las $B' D E E' E''$, tornillo F y rueda G . De esta combinacion resulta que, girando pausadamente la pieza, mientras avanza rectamente la barrena en direccion de su eje, traza la cuchilla de esta una raya de forma helicoidal en el ánima.

La máquina que tiene por apéndice este aparato constituye, pues, un elemento de gran utilidad en el taller, puesto que en ella puede tornearse, barrenarse y rayarse una pieza sin moverla, proporcionando economía de tiempo y exactitud en el trabajo, pues no hay necesidad de volver á centrar la pieza en la máquina, operacion siempre delicada.

PÁRRAFO NOVENO.

Grabado de la pieza.

El grabado de la pieza comprende el de la cifra del Soberano reinante en la parte superior del primer cuerpo; la fecha del dia en que se fundió dicha pieza, y el número de órden en la parte superior de la lámpara; el peso y clase de bronces en los frentes de los muñones y el calibre en el de la boca.

El grabador tiene sus plantillas y diseños correspondientes. Cubre la superficie que va á grabar con sebo y tiza en polvo, aplica encima el diseño de la cifra finísimamente picado y lo pasa con un cisquero. Traza luego el contorno con una punta de acero y con cinceles finos y

punzones ejecuta el conjunto de la cifra. Para las partes mates emplea punzones á propósito llamados de matar que presentan pequenísimas asperezas que son las que forman en el bronce el aspecto mate de las partes donde se aplican.

Fuera de la cifra, lo demás no es realmente grabado, sino mas bien estampado, pues se ejecuta con un juego de punzones de acero que llevan de relieve cada uno una letra del alfabeto y otro con números, y colocándolos en el sitio conveniente se golpea sobre su cabeza con el martillo, quedando estampada en bajo relieve la letra ó número que cada uno lleva.

PARTE SEGUNDA.

TORNEADO DE LOS GLOBOS PARA MORTERETES DE PROBAR PÓLVORA.

Reemplazo de granos inutilizados.—Reconoci- mientos y pruebas á que se sujetan las piezas.

PÁRRAFO PRIMERO.

Los globos ó bombetas para el morterete se hacían antes en un torno comun y necesitaban un operario muy hábil para obtener la precision requerida en sus dimensiones. Además, esto presenta varios inconvenientes: 1.º porque el trabajo es mas lento; 2.º porque es preciso interrumpir á cada instante el movimiento del torno, para verificar la exactitud de la curvatura de la superficie torneada; 3.º porque la duracion misma del trabajo determina la usura del centro colocado en la punta movable del torno y el globo se descentra, y 4.º porque el obrero procede solo por tanteos.

Se ha dicho al hablar de los tornos en general, que en ellos se puede tornear una esfera, cuando moviéndose la cuchilla ó herramienta en direccion circular, el eje de rotacion del objeto que se tornea es paralelo al plano del círculo que ella describe. En efecto, la cuchilla en cada una de las posiciones que toma traza un surco circular en la superficie del objeto que se halla sujeto entre las

puntas del torno. Todos estos surcos tienen los planos que pasan por ellos en dirección perpendicular al eje de rotación y apoyan en la circunferencia del círculo máximo recorrido por la cuchilla. Así, pues, la superficie, que estos diversos surcos constituyen, satisface plenamente á lo que la geometría enseña respecto á la esfera.

Tal es el fundamento del torno en que se construyen los citados globos para morterete (lám. ^a 18, fig. 1.ª). Consta de un banco *A* y los dos cabezales *B B*, que constituyen un torno que puede ser de puntas ó al aire.

Cuando en él se quiere construir un globo ó bombeta, el estuche que sirve para torneear toda clase de objetos se quita y en su lugar se coloca el adecuado al propósito y es el marcado con la letra *C*. Tiene este estuche tres manijetas que sirven: la *D* para hacerle correr en dirección del eje de rotación, la *D'* para hacer avanzar ó retroceder la cuchilla, y la *D''*, en cuyo eje lleva un tornillo sin fin que engrana en los dientes de la rueda horizontal *E* y determina por este mecanismo el movimiento circular del estuche y cuchilla.

Los cilindros dichos para globos que se reciben del taller de moltería, se centran como si fuera una pieza y colocan luego en el torno de mazarotas. Se señala el número de globos que pueden sacarse de él, cuidando de dejar entre ellos un cilindro de 132 milímetros de altura y 69 de diámetro. Se suelen sacar cinco de cada cilindro y se desbastan groseramente en este mismo torno. Hecho esto se separan unos de otros, cortando el cilindro antedicho con una sierra, de modo que á cada globo en dirección de su eje le quede en un extremo un cilindro de 117^m/_m de alto por 69 de diámetro, y por el otro uno de 15 de altura, siendo el diámetro el mismo.

En esta disposición pasan al torno anteriormente descrito. El obrero coloca uno de ellos y lo centra entre las dos puntas, haciendo uso del cabezal *B'*, y le da la forma que manifiesta la figura. La rabiza ó cilindro de su extremo es el que se ajusta luego en la horma *H* del torno, á fin de que tome el movimiento de rotacion. Se empieza por trazar en el cuadro del globo un primer surco, asegurándose de que la plataforma del estuche esté bien centrada con relacion al eje del torno.

Para ello se marca en la parte superior del porta-cuchilla y plataforma la posición que tiene cuando se ha concluido el surco antedicho. Se retira la cuchilla, se hace dar media vuelta á la plataforma, y se presenta de nuevo la cuchilla al surco. Si está aquella bien centrada, las marcas, que antes se hicieron, estarán en una misma dirección, si no se corrige. El desbaste se ejecuta alrededor del globo, escepto en la rabiza, y se da luego las dimensiones casi exactas con cuchilla fina, concluyendo de alisar su superficie y darle con la mayor exactitud la dimensión debida con papel de esmeril.

Se saca la rabiza de la horma, y se coloca el globo en en la caja *H* (fig. 2.^a), cuya forma interior es esférico-cónica, y guarnecida de su tapa para sujetar dentro de ella el globo con los tornillos *t. t.* Dicha caja tiene un hueco *D* roscado, que se atornilla en el eje del torno, quedando fuera de la caja la rabiza. Esta se corta seguidamente, y se pasa á ejecutar un taladro en dirección de su eje de $150^{\text{m}}/\text{m}$ de profundidad, por 20 de diámetro, por medio de los hierros-cuchillas (figuras 3.^a, 4.^a, 5.^a y 6.^a). Este taladro, que se rosca luego en parte, tiene por objeto el poder dejar fácilmente la bombeta al peso de 29,^k 394 y atornillar en él la llave (fig. 8.^a) para manejarla al tiempo

de introducirla en el morterete, y luego un tornillo de bronce, terminada que sea la carga de aquel.

Con el objeto de que siempre al probar en el morterete la pólvora, la carga se efectúe en igualdad de condiciones, lleva la bombeta grabada una flecha que marca la direccion de un plano diametral, á fin de colocarla idénticamente á cada disparo y coincidiendo con el plano de tiro.

Reemplazo de los granos inútiles. Cuando el fogon se dilata de manera que da salida á una gran parte del fluido elástico producido por la pólvora, la pieza queda defogonada y hay que mudar el grano. Para ello se hace uso de una máquina llamada de campaña, que se compone de un trozo rectangular de madera, en cuya cara superior hay una concavidad para recibir la culata de la pieza, sirviendo de base á un bastidor de hierro. El lado superior de este tiene en el centro una tuerca fija con rosca exactamente igual á la que llevan los granos, y en la que entra un tornillo de hierro pasando por una barra horizontal de hierro tambien, fija al bastidor para que no desvíe. El extremo superior de dicho tornillo lleva una maniqueta para hacerlo girar y dar aprieto á la broca que se arma en el otro extremo.

Para sacar un grano inútil se hace en su cabeza un taladro, al que se da la forma cuadrada con cinceles. En este se introduce á golpes un taco cuadrado de acero y, colocando un volvedor en su cabeza, se destornilla el grano. Si al quitar este sufre algo la rosca del hueco de la pieza, se aviva con un macho roscado.

Quando la pieza está clavada se usa una broca hueca para cortar el cobre alrededor del clavo, y cuando no se puede destornillar por ningun medio se corta ó taladra toda la parte cilíndrica y con un macho se sacan los filetes.

El grano nuevo se coloca del modo dicho en el párrafo correspondiente.

PÁRRAFO SEGUNDO.

Reconocimientos y pruebas de las piezas.

El reconocimiento y prueba de las piezas se dirigen á dos objetos diferentes: por el primero se examinan si tienen las dimensiones que se exigen y si están exentas de defectos superficiales, exterior é interiormente, y por la segunda se procura averiguar si el metal tiene la consistencia que se requiere. Estos reconocimientos se puede asegurar que son supérfluos atendido el estado del establecimiento, en el que no puede haber interés alguno en encubrir defectos, sino antes al contrario; pero las circunstancias pudieran variar algun dia, pasando la fabricacion á manos particulares, y como entonces toda proligidad seria poca, conviene espresar los procedimientos que para reconocer las piezas se emplean.

Las instrucciones marcadas en el reglamento del Cuerpo son las que se detallan á continuacion, ampliándolas minuciosamente.

Los reconocimientos se ejecutan en la misma fábrica, en paraje adecuado, teniendo á mano plantillas al natural, juegos de agujas y punzones, compases rectos y curvos, metro, escuadras, hipocelómetro, gato, calibradores, estampas, sondas, espejo y otros instrumentos que el caso requiere.

El primer reconocimiento lo ejecuta la Junta Facultativa de la fábrica, y el segundo y tercero una Brigada

de Oficiales, nombrada por el Comandante General del Cuerpo.

PRIMER RECONOCIMIENTO.— *Verificación de las dimensiones exteriores é interiores.* Esta tiene por objeto la rectitud de la pieza, la longitud de sus diversos cuerpos y sus diámetros, en una palabra, todas las dimensiones del trazado.

La rectitud de la pieza se reconoce aplicando sucesivamente una gran regla bien recta sobre el cuerpo de la pieza, en las cuatro posiciones determinadas por dos planos meridianos perpendiculares entre sí, y midiendo en cada una de ellas la distancia de la regla al cuerpo de la pieza. Estas distancias serán iguales cuando el centro de la sección coincide con el de la pieza.

La longitud de los diversos cuerpos se tomará con una regla métrica, confrontando con la plantilla; y los diámetros con compases curvos ó con la doble escuadra (lámina 19, fig. 2.^a). Esta, cuyo uso es muy común, se compone de dos partes: la principal es una regla de acero llamada brazo intermedio, teniendo un extremo encorvado, formando escuadra y que constituye el brazo fijo. La segunda es el brazo movable, también de acero, y forma también escuadra con el intermedio, por el que marcha á corredera. Una ranura practicada en este permite leer las divisiones de la regla y con un nonio trazado en él, se pueden apreciar las dimensiones con la aproximación de un diez milímetro. Tiene además un tornillo de presión para fijar el brazo movable. Los dos brazos son de igual longitud y terminan en dos talones.

En el ánima se examina su diámetro, su longitud, su rectitud, su concentricidad con la superficie exterior, el paso de hélice y forma de las estrias, si la pieza es rayada

y los defectos que pudiera sacar del barrenado, como cavidades, porosidades, etc.

El diámetro se comprueba con dos calibradores (figura 2.^a), uno justo y otro cuya diferencia en su diámetro respecto al del ánima es de un milímetro y una décima en los cañones, y setenta y tres centésimas de milímetro en los morteros. Si el primero no entra, y el segundo lo verifica libremente hasta el fondo del ánima, la pieza está bien calibrada. En los morteros y obuses es necesario valerse de cilindros para reconocer la longitud de sus ánimas y recámaras, pudiendo también usarse plantillas.

La longitud se comprueba con la regla-calibrador (fig. 3.^a) la cual sirve para todos los calibres, variando los discos que se ven en la figura, y tienen en el asta marcadas las longitudes de las diversas ánimas. La regla móvil á corredera por el asta sirve para que, colocada esta contra el fondo y aquella contra el plano de la boca, permita ver si coincide con la división y corresponde la concetricidad con la superficie exterior. Puede suceder que, á pesar de estar todas las dimensiones exactas el ánima no sea concéntrica con la parte exterior, lo que inutilizaría la pieza por producir en este caso tiros aviesos. Hasta ahora no se ha inventado instrumento alguno que lo pueda verificar con exactitud. Así es, que en el sistema actual de barrenado y torneado sobre un mismo eje, lo que se observa más bien es el defecto del instrumento con que se reconoce. Las causas que pueden ocasionar el indicado defecto son el haber centrado, barrenado ó torneado mal la pieza.

Se usa para el reconocimiento el compás de escentricidad ó de espesores (fig. 4.^a). Se compone de dos reglas paralelas, unidas en posición invariable por dos teleras.

La distancia entre las dos reglas debe ser tal, que introducida una de ellas en el ánima, la otra se encuentra colocada muy cerca de la superficie exterior. Tiene además dos roscones, cuyo diámetro es un poco menor que el del ánima de la pieza, con un taladro que permite cerrar por él el brazo del instrumento. Se sujetan en el sitio que convenga con un pequeño pasador.

Colocada horizontalmente la pieza sobre dos caballetes, se introduce el brazo de la regla dentro del ánima, de modo que uno de los roscones esté cerca de la boca y el otro en el plano de la sección, cuyo espesor de metales se quiere comprobar. El brazo exterior se mantiene en dirección del plano vertical diametral de la pieza. Con una plomada se mide la distancia del borde de la regla al punto más alto de la superficie de la pieza. Se hace dar á la pieza, manteniendo el compás en la misma posición, una media vuelta, y se toma la misma distancia; este segundo punto estará, si la media vuelta de la pieza se ha ejecutado con exactitud, en prolongación del diámetro, que pasa por el que se marcó anteriormente. Si los espesores son iguales, las distancias medidas lo serán también, y si no lo son, la semi-diferencia de ellas será la escentricidad que se busca.

Es muy esencial el colocar el roscon de apoyo interior precisamente en el sitio que se va á medir y tomar las distancias ó espesores también en él, pues de no hacerlo así, las escentricidades halladas no serán exactas.

Paso de hélice y forma de las estrías. Para esto se usa un calibrador (fig. 5.^a, lám. 19), que se compone de un asta de hierro y de dos discos calibradores, con seis resaltes en sus circunferencias de forma semejante á la de la estria: uno de ellos está fijo en el asta, y el otro es mo-

vible por hallarse unido á otro disco mayor, que corre á lo largo de ella. Este último tiene en su limbo una graduación en grados centesimales, y en su centro gira una manecilla ó índice, que marca en grados la vuelta del paso que se comprueba.

Los grados correspondientes al cañon de 8 $\frac{c}{m}$, son de 181.^o44'; para el de 12 $\frac{c}{m}$, 182.^o33' y para el de 16 $\frac{c}{m}$ 197.^o.

La forma de la estria se verifica con escantillones.

Defectos, cavidades, etc. Usanse para reconocerlos las sondas, gato, estampa, espejo y el hipocelómetro.

Las sondas son unas varillas de hierro encorvadas en su extremo, que se introducen en la cavidad, que se ha hallado. Van cubiertas de cera para sacar marcada en ella la forma y profundidad de dicha cavidad. El gato lo constituyen (fig. 7.^a) varias sondas reunidas formando muelle y fijas en una asta enmangada por la que corre una anilla tambien enastada para cerrarla ó abrirla. Sirve únicamente para descubrir pequeñas cavidades que luego se miden. Para usarlo se introduce en el ánima y se le mueve en todos sentidos. Cuando alguna de las puntas encuentra una cavidad se queda inmóvil, se señala en el asta en la parte que queda fuera de la boca, la altura á que cae el defecto, se estrae el gato, reuniendo las sondas con la argolla fija en la otra asta.

Hallada la distancia á que está el defecto de la boca, se introduce una cerilla encendida y sujeta en una varilla, para conocer la parte en que está situada, y visto que sea se sitúa el cañon de modo que el defecto venga á quedar en la parte superior, á fin de que salga esculpido en la estampa.

La estampa es un cilindro de madera (fig. 6.^a), casi de igual calibre del cañon y de un pié de largo; dividido en dos partes por un corte oblicuo á su eje; una de ellas

hace el oficio de cuña destinada á oprimir la otra, en la que se ensambla á corredera; para su manejo lleva un asta de longitud competente. La otra parte constituye propiamente la estampa. Está taladrada para que pueda correr por ella y colocarse en el sitio conveniente. Para usarla se pone á la altura del defecto, asegurándola al asta con un tornillo, estando la parte cilíndrica cubierta con una pasta hecha de resina, cera, sebo y aceite, ó de cera y aceite solamente; se introduce en la corredera opuesta á la superficie cilíndrica, el extremo de la cuña se oprime fuertemente con un mazo, y cuando se calcula que el defecto ha de haber quedado bien esculpido en la estampa, se aljoja la cuña, se dan unos ligeros golpes en el asta de aquella y se estraee fuera del ánima.

La verdadera profundidad de las cavidades no puede medirse exactamente con ninguno de los instrumentos antedichos y tampoco con el que vamos á describir, á pesar de lo mucho que se usa y de los elogios que generalmente recibió cuando tuvo lugar su adopción. Es mas bien un calibrador que otra cosa y lleva el nombre de hipocelómetro (lám.^a 20).

Las partes principales de que consta, son: 1.^o una caja de bronce, parte cilíndrica y parte cónica, en que se halla el mecanismo de las puntas y doble plano inclinado; 2.^o de tres tubos cilíndricos de hierro, por cuyo interior corren otras tantas varillas cuadradas que comunican el movimiento al doble plano inclinado y que así como los tubos se enroscaen unos en otros por un mecanismo sencillo; y 3.^o de una empuñadura que corre por el exterior del tubo extremo y forma un solo sistema con el doble plano inclinado y las varillas cuadradas por medio de un tornillo de presión.

Las partes en que se subdivide la primera sección (lámina 20, figuras 1.^a y 2.^a), son: una caja $A A'$ en la cual hay fijos dos pequeños cilindros $D D$, en que se atornillan dos puntas $C C$, de las cuatro que se emplean para cada calibre y que no reciben movimiento alguno: en la misma caja hay dos canales cilindricos $E E' E'' E'''$, cuyo eje es perpendicular al de los mencionados cilindros, y por los que corren otros dos cilindros de acero D' y D'' , atornillándose en su parte superior otras dos puntas C' y C'' , iguales á las anteriores, cuyas estremidades están redondeadas en b para que no rayen el ánima en su movimiento. Estos cilindros movibles tienen en su extremo interior dos canales tambien cilindricas é inclinadas $c' c'$ (fig. 3.^a) por donde corren otros dos de acero $F F'$ y $F F''$ (fig. 3.^a), colocados en la parte superior de los planos inclinados, por cuyo medio se comunica á los puntos movibles C' y C'' el movimiento que reciben dichos planos. Estos salen por una abertura $G G'$ (figuras 1.^a y 2.^a) practicada en el frente ó plano de la caja, cuando se ven obligados á caminar hácia fuera por el impulso interior que reciben. Los espesados planos inclinados $F F' h$ y $F F'' H h$ (fig. 4.^a), que por la union de sus bases $H h$ constituyen el doble de que hemos hablado, se mueven dentro de un cilindro de bronce $B B' B'' B'''$ (fig. 2.^a) por medio de una barra asimismo cilindrica $H H'$ fija al doble plano por un extremo H y roscada interiormente en el otro H' para recibir y atornillar la estremidad de la primera barra cuadrada; cuya barra corre por una canal cilindrica $K K' K'' K'''$ que sigue la direccion del eje del sólido $L L' L'' L'''$ en que está encerrada.

La figura 3.^a presenta dos vistas de los cilindros movibles, y la 4.^a otras dos del doble plano inclinado.

La segunda seccion (figuras 5.^a, 6.^a y 7.^a) se subdivide en tres tubos cilindricos $M N$, $M' N'$, $M'' N''$ de unas mismas longitudes y diámetros, así interiores como exteriores, y en prolongacion de cada uno hay otras $N O$, $N' O'$, $N'' O''$ de un diámetro exterior igual al interior de los anteriores $M N$, $M' N'$, $M'' N''$, y cuyas estremidades O y O' están roscadas á fin de atornillarse en las tuercas P' y P'' que hay dentro de los tubos $M' N'$ y $M'' N''$, situadas á una distancia $M' P'$ y $M'' P''$ de las estremidades M' y M'' iguales á las longitudes sin roscas de los $N O$ y $N' O'$. El tubo $M N$ (que es el primero) se une al sólido de bronce $L L' L'' L'''$ por cuatro tornillos d . Dentro de los tubos cilindricos $M N O$, $M' N' O'$, $M'' N'' O''$, corren unas varillas cuadradas $Q R$, $Q' R'$, $Q'' R''$ cuyas estremidades Q y R en la primera y R' en la segunda son roscadas, y sin roscas la parte R'' de la tercera; los otros extremos Q' y Q'' de la segunda y tercera presentan un refuerzo capaz de pasar por el hueco de las tuercas interiores P' y P'' y en los que hay abiertas tambien unas tuercas en que se atornillan las estremidades R y R' de la primera y segunda varilla, verificándolo la Q de aquella en la tuerca H' de la barra $H H'$ (figuras 2.^a y 4.^a). La parte interior en las estremidades $O O' O''$ es cuadrada como asimismo dos anillos $S' S''$ que hay en el interior de los tubos $M' N'$, $M'' N''$, y por dentro de todos ellos pasan las varillas cuadradas $Q R$, etc., cuyos perfiles trasversales son casi iguales á los de los anillos, razon por la cual todas las varillas tienen necesidad de acompañar en su movimiento giratorio á los tubos M , N , O , etc., cuando se enroscan unos en otros. Así como las roscas de las varillas y tubos están en un mismo sentido, resulta, que dejando correr aquellas por el interior hasta

que sus extremos se toquen, se enroscarán estos unos en otros al mismo tiempo que lo ejecutan los tubos, sin que despues de verificada su completa union, les quede á las varillas mas movimiento que el longitudinal, y por consecuencia tampoco el doble plano inclinado podrá tenerlo mas que en el sentido de un eje ó base comun, sin padecer variacion alguna, ni en el sentido vertical ni en el horizontal.

La empuñadura que es la tercera seccion principal del instrumento (fig. 7.^a), se compone de un cilindro hueco de laton VU cortado por un plano paralelo al eje que deja abierta una porcion rectangular $edfg$, y de un diámetro interior igual al de la parte menor de los tres tubos, á fin de que estos puedan correr por su interior: sobre la parte cd hay una escala graduada, cuyas divisiones son de 6,9 puntos y está con la altura de cada uno de los dos planos en la misma razon que las que tienen estos con su base comun. Al extremo U hay una especie de anillo UX , en cuyo interior juega un cuadrado m con una espiga n que sube y baja por medio de una tuerca p , últimamente una espiga XZ hueca en su interior para dar paso á la última varilla, sirve de ánima á un mango de madera con que se maneja el instrumento.

La (fig. 8.^a) es una regla cuadrada 1, 2, dividida por una cara en pulgadas y líneas españolas, y por la otra en las mismas divisiones francesas. Por el extremo 1 está fija á una caja de hierro 1,3 que en su parte superior tiene una espiga 1,4 y por la inferior una punta 5,6 cuyas caras interiores espresadas por la linea 4, 1, 5, 6, se hallan en un plano perfectamente perpendicular al eje de la regla. Otra caja movable 1', 3' tiene vacío un rectángulo 7, 8, 9, 10 por cada lado para dejar ver la graduacion

de la regla, y en una de sus bases 7, 8 por ejemplo, hay un *nonius*, cuyo cero corresponde al cero de la regla cuando las puntas 6, 6' ó las dos líneas 4, 1, 5, 6 y 4', 1', 5', 6', se ajustan perfectamente, estando las divisiones de los *nonius* con las de las reglas en la razón de 11 á 12. La caja se fija en la posición que se quiere por medio de un tornillo de presión 11 y tiene como la fija una espiga 1', 4', y una punta 5', 6', iguales en un todo respectivamente á la espiga y punta de aquella.

La (fig. 9.^a) está reducida á una *T* de hierro, en cuyos tres brazos *Y Y' Y''* y á iguales distancias de un punto céntrico *X* se hallan unas divisiones que corresponden á los semi-diámetros de las ánimas de los cinco calibres. Tres anillos movibles *Y Y, Y' Y', Y'' Y''* corren por los mismos brazos y tienen fija una espiga *Y V, Y V', Y V''*, cuyo plano exterior está redondeado con el radio del ánima de á 24, y el interior es perfectamente plano y perpendicular á las caras de la *T*; un tornillo de presión *V, V', V''*, en cada anillo los fija en la posición que se quiere.

Descritas las diferentes partes de que se compone el hipocelómetro, la regla graduada y la *T*, resta el manifestar el uso de estos instrumentos en el reconocimiento del ánima de las piezas de artillería.

Armado el hipocelómetro de las cuatro puntas correspondientes al calibre de las piezas, que se van á reconocer y de uno, dos ó tres de los tubos según la longitud de su ánima; colocado el cero del *nonius* de la regla graduada en el punto que corresponda al diámetro del ánima, que asignan las tablas de dimensiones de las piezas en cuestión; y situados los anillos movibles de la *T* de modo que las caras interiores correspondan á las divisiones que marca el calibre de que se trata, se procede á la operación de

unir las puntas á la empuñadura, de modo que queden formando un solo sistema.

Para esto se coloca un operario inmediato á las puntas con la regla graduada, ya dispuesta, y otro en la inmediacion de la empuñadura con un destornillador á propósito para apretar y aflojar la tuerca p ; situado al instrumento de modo que las puntas movibles estén verticales. En esta disposicion aplica la regla el que la tiene, de modo que el plano que indica en ella la línea ll' se ajuste al que señala la AA'' de la (fig. 2.^a) dejando libre la abertura GG' de la (fig. 1.^a) colocándola de modo que cuando salgan las puntas encuentren los planos que indican las líneas $1, 4$ y $1', 4'$; el que tiene el destornillador afloja la tuerca p , para que se muevan las varillas, y de consiguiente las puntas con independenciam de la empuñadura, aprieta el extremo R'' de las varillas con un dedo, hasta que las dos puntas movibles toquen los planos $1, 4$ y $1', 4'$ de la regla, y manteniéndolas en esta disposicion, hace andar la empuñadura hasta que la C marcada en su graduacion que indica *calibre*, corresponda á la señal T, T' ó T'' segun el número de tubos que se hayan armado. Entonces aprieta la tuerca, cuyo movimiento hace subir el cuadrado m y comprimiendo este la varilla que pasa por su interior contra la empuñadura, quedan formando esta, aquellas y el doble plano inclinado un solo cuerpo. De esto resulta que el movimiento que reciban las puntas movibles del doble plano inclinado, se advertirá en la graduacion de la empuñadura en una razon fija, en consecuencia de las que guardan entre sí los dos planos inclinados con su base comun, de la relacion y posicion de la escala y de dicha base, y de la construccion de la misma escala; es decir, que la letra C se separa de la señal T tantas divisiones de

aquella para adelante, ó para atrás, cuantos puntos haya aumentado ó disminuido la separacion de las estremidades de las puntas de la que tenian cuando estaban entre las espigas de la regla graduada, y marcarán entonces el diámetro justo.

El reconocimiento interior del ánima se ejecuta, tomando el diámetro á una pulgada del vivo de la boca; los siguientes de 0, ^m14 en 0, ^m14 hasta el principio del tercer cuerpo; desde aquí hasta las inmediaciones del espacio que ocupa la carga de 7 en 7 centímetros y de 2 en 2 en todo el referido espacio.

Para obligar al eje del instrumento á marchar siempre por el del ánima, el operario que está en la boca, coloca la *T* en ella, luego que han empezado á entrar los tubos de hierro, para que estos resbalen por la canal cilíndrica *X* cuyo centro está en el eje del ánima.

Para distinguir los defectos y cavidades que sacan las piezas despues de barrenadas y torneadas, solo se usa de la voz cavidad, clasificándolas en cuatro especies segun sus dimensiones. Cavidad de primer orden es la que escede en su boca de 3, ^m/_m8 pasando su profundidad de 1, ^m/_m28. De segundo orden la que no escede su boca de 3, ^m/_m8 y su profundidad cualquiera. De tercer orden que solo permite la introduccion por su boca de una punta aguda ó alfiler delgado, su profundidad cualquiera; y de cuarto orden la que escede su boca de 3, ^m/_m86 y su profundidad de 1, ^m/_m28.

En los cañones se toleran en sus ánimas cavidades de primer orden en el primer cuerpo si su boca no pasa de 11, ^m/_m60 y su profundidad de 2, ^m/_m9. En los otros dos cuerpos puede tolerarse la boca de 15, ^m/_m47 y profundidad de 3, ^m/_m86 á menos que no se hallen muy inmediatas,

pues entonces acusan la poca homogeneidad del metal.

Las cavidades de segundo orden en el primer cuerpo no deben profundizar mas de 3, $\frac{m}{m}$ 86 y 5, $\frac{m}{m}$ 80 en el resto de ella. Las de tercer orden que no escedan en su profundidad de 3, $\frac{m}{m}$ 86 en el sitio de la carga y de 15, $\frac{m}{m}$ 47 en el resto. Y, en fin, las de cuarto orden y en el primer cuerpo, si su boca no pasa de 23, $\frac{m}{m}$ 21 y en el resto de 30, $\frac{m}{m}$ 95, siendo la profundidad de 1, $\frac{m}{m}$ 28.

Los morteros y obuses se aprobarán para todo servicio, tolerando en su interior las cavidades de primer orden cuya boca no esceda de 23, $\frac{m}{m}$ 219, y su profundidad no pase de 5, $\frac{m}{m}$ 864; las de segundo orden que no profundicen mas de 11, $\frac{m}{m}$ 609; las de tercero que no pasen de 23, $\frac{m}{m}$ 219; y las de cuarto cuya boca no esceda de 46, $\frac{m}{m}$ 439.

Si en cualquier cavidad se reconoce que tiene mayor amplitud en su interior que en su boca, se procurará medir aquella, y se estimará el defecto como si la boca fuese de igual estension que la mayor amplitud interior.

Los cañones, obuses y morteros se aprobarán para todo servicio cuando, habiendo sacado cavidades, aun mayores que las tolerancias espresadas, se hayan hecho desaparecer, poniendo en el lugar en que estaban granos de bronce, como los de cobre en que se abren los fogones, cuyo número no ha de pasar de tres en cada pieza, y su diámetro no ha de esceder de 58,048 mil.

En el exterior de las bocas de fuego, se tolerarán las cavidades, aunque tengan mayores dimensiones que las asignadas, con atencion á los parajes en que están y á la magnitud de las piezas.

El morterete ó probeta de probar la fuerza de la pólvora se dará por inútil cuando tenga la menor cavidad en

su ánima ó recámara, cuando no quede apuntado por 45° sobre la plancha, y siempre que su calibre esceda 0,664 mil. del prefijado en la tabla de dimensiones, ó que el fogon pase de 3,869 mil. de diámetro. El globo ó bombeta se desechará cuando tenga su diámetro 0,644 mil. menos del señalado, y ha de pesar puesto el tornillo y grabados los diámetros 29,394 kil.

Los demás defectos de las piezas, tanto en la parte interior como en la exterior, cuando resulta del mucho fuego que se ha hecho con ellas, ya formándose asientos, ó surcándose las ánimas, abocinándose, desfogonándose, torciéndose los muñones, etc., los cuales pueden inutilizar una pieza, no están determinados de una manera general y precisa; así que deben ser graduados por la inteligencia de los oficiales encargados de los reconocimientos, limitándose á examinar con cuidado todas las circunstancias de las degradaciones que hayan sufrido, indicando en las observaciones generales su opinion sobre el estado de las piezas.

Adviértese que en las piezas nuevas, ó fundidas de pocos años á esta parte, son poquísimas las que han presentado defectos notables, que hayan determinado su inutilidad. Las tolerancias arriba indicadas son mas bien para piezas que hayan ya hecho fuego.

Concluido el primer reconocimiento, se verifica el segundo por la Brigada nombrada al efecto. Si se hallan perfectas las piezas, ó con defectos disimulables, pasan á sufrir la prueba de fuego. Para ello, se montan las piezas en sus cureñas, la pólvora se escoge de la mejor calidad y mas moderna, los proyectiles tersos y limpios, los tacos de filástica y los cartuchos de papel: los morteros se cargan á granel.

La carga para cañones lisos es la mitad del peso de la bala, y se hacen dos disparos por la horizontal. Los morteros se cargan llenando la cavidad de su recámara, y las bombas se llenan de tierra, apuntando por 45° . A cada disparo se ve si ha habido movimiento en los granos.

Concluida la prueba llamada de fuego, vuelven las piezas á la fundicion, se tapa el fogon con cera y se llenan de agua, permaneciendo así veinte y cuatro horas. Al cabo de ellas se ve si han traspirado por alguna parte, y si esto tiene lugar oprimiendo el agua con una lanada, á fin de descubrir alguna grieta ó porosidad que pudiera tener. En el esterior se toleran cavidades mayores que las anteriormente marcadas.

Concluido ello, se ejecuta por la misma Brigada el tercer reconocimiento, que se reduce á ver los defectos que la accion de los gases y proyectil pudieran haber determinado en la pieza y grano, y hallando esta en estado de servicio, se formarán las actas del reconocimiento.

Todas estas pruebas y formalidades son insuficientes para conocer la calidad de las piezas; pero subsisten, ya sea por el apego que generalmente existe hácia usos antiguos, ya por no haberse hallado medios mas adecuados. Así es que la prueba de fuego nada dice y si espone á inutilizar el ánima, máxime si se emplea un proyectil hueco. La de agua únicamente para demostrar groseros defectos que nunca existen.

El reconocimiento de las piezas rayadas solo se diferencia del seguido para las lisas, en que la prueba de fuego se verifica antes de rayar el ánima y cortar el sobrante del grano en la parte interior, y la rabiza en la esterior: ya se deja comprender la razon.

Efectivamente, si la prueba de fuego la sufriese la

pieza despues de rayada, cualquier choque ó golpe en las estrias, la inutilizaria desde luego, por no poder corregir el desperfecto, mientras que probada con su ánima lisa no puede suceder esto. Además, y para evitar en lo posible cualquier deterioro, el proyectil es de la forma que indica la (fig. , lám.^a) llevando como se ve una envuelta de plomo. Se ejecutan dos disparos por la horizontal con la carga de $\frac{1}{7}$ del peso de la bala de su calibre.

Reconocida y aprobada, pasa á sufrir las operaciones que en ella quedaron por ejecutar, y se presenta de nuevo al último reconocimiento, en el que se examinan de nuevo todas sus partes, al paso de hélice, forma de las estrias y el estado del fogon. Concluído esto, se tapa la boca con un taco de madera, sobreponiendo un pedazo de cañamazo. Este se ata con alambre á la tulipa, y se le dan dos manos de pintura negra. En el fogon se coloca una clavellina de cera, y queda ya en disposicion de ser trasportada al punto para donde se haya hecho el pedido.

SEVILLA, 15 ENERO 1864.

SEGUNDA SECCION.

PARTA PRIMERA.

Fuerza..... 44
 Descripcion de los brazos para el..... 45

ÍNDICE.

ARTICULO PRIMERO.

PRIMERA SECCION.

Nociones preliminares.

	<i>Páginas.</i>
<i>Consideraciones generales é históricas.....</i>	9
<i>Metales mas aptos para la fabricacion de piezas.....</i>	17
<i>Del bronce.....</i>	20
<i>Del cobre.....</i>	28
<i>Del moldeo y fundicion de los granos de cobre.....</i>	36
<i>Del estaño.....</i>	37

PARTE PRIMERA.

<i>Materias empleadas en el moldeo.....</i>	41
<i>Moldeo en barro.....</i>	42
<i>Moldeo de una pieza de artillería.....</i>	48
<i>Disposiciones particulares para la confeccion del modelo del cuerpo de la pieza.....</i>	49
<i>Confeccion del modelo del cuerpo de la pieza.....</i>	53
<i>Confeccion de los modelos de los muñones y de los platillos.....</i>	55
<i>Colocacion de los modelos de los muñones y contra-muñones, salir el modelo del cuerpo de la pieza.....</i>	57
<i>Confeccion del molde del cuerpo de una pieza.....</i>	58
<i>Construccion del modelo y molde de la culata.....</i>	62
<i>Construccion del modelo y molde de la mazarota.....</i>	64
<i>Construccion del modelo y molde de un mortero.....</i>	65
<i>Recocido de los moldes.—Encastramiento.—Fosa y canal.....</i>	70
<i>Moldeo de arena de una pieza de artillería.....</i>	76
<i>Ligera idea del moldeo misto.....</i>	83

SEGUNDA SECCION.

PARTE PRIMERA.

<i>Fusion.....</i>	86
<i>Descripcion de los hornos para bronce.....</i>	88

<i>Cálculo de la carga del horno.....</i>	95
---	----

PARTE SEGUNDA.

<i>Colada.....</i>	107
<i>De la mazarota.....</i>	109
<i>Fundicion de torales.....</i>	116

APÉNDICE AL ARTÍCULO PRIMERO.

<i>Explotacion ó metalúrgica de las piezas impregnadas de bronce, llamadas cáscaras.....</i>	121
<i>Fabricacion de ladrillos refractarios.....</i>	125
<i>Operaciones docimásticas.—Análisis de los cobres y estaños del comercio.—Idem del bronce.....</i>	137
<i>Análisis general de un bronce.....</i>	141
<i>Esplicacion de las láminas.....</i>	153

CONSTRUCCION DE LAS PIEZAS DE ARTILLERÍA.

ARTÍCULO SEGUNDO.

PARTE PRIMERA.

<i>Operaciones que con las piezas se ejecutan desde que salen del taller de moldería hasta entregarlas concluidas y probadas.....</i>	169
<i>Centrado de la pieza.....</i>	170
<i>Generalidades sobre los tornos.—Corte de la mazarota.....</i>	173
<i>Descripcion del cabriolé ó grua movible.—Barrenado y torneado de las piezas.....</i>	179
<i>Torneado de los muñones y contramuñones.....</i>	190
<i>Cepillado del segundo cuerpo entre los muñones.....</i>	194
<i>Escarpa.....</i>	196
<i>Taladrado y roscado del hueco que ha de recibir el grano y colocacion de este.....</i>	197
<i>Rayado del ánima.....</i>	206
<i>Grabado de la pieza.....</i>	216

PARTE SEGUNDA.

<i>Torneado de los globos para morteretes de probar pólvora.—Reemplazo de granos inutilizados.—Reconocimientos y pruebas á que se sujetan las piezas.....</i>	218
<i>Reconocimientos y pruebas de las piezas.....</i>	222







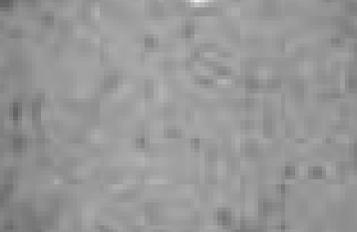


LUNDENIAN

MEMBRAND

186

ESTABL



2033-1

